

**Задание №1.**

**«ОСНОВЫ  
проектирования  
зубчатых  
МЕХАНИЗМОВ»**

# Назначение зубчатых механизмов

**Зубчатые механизмы** (передачи) - это механизмы, в которых движение между звеньями передается с помощью последовательно зацепляющихся зубьев.

Зубчатые механизмы служат для передачи вращения от одного вала (входного) к другому валу (выходному).



Рисунок 1 – Зубчатый механизм

# Достоинства и недостатки зубчатых механизмов

## ДОСТОИНСТВА:

- компактность;
- высокая надежность в широком диапазоне мощностей (до 150 МВт) и скоростей (до 275 м/с);
- высокое КПД;
- простота ухода;
- высокая точность передаточного отношения;
- малые нагрузки на валы и опоры.

## НЕДОСТАТКИ:

- ❖ высокая трудоёмкость изготовления колес;
- ❖ высокое требование к точности изготовления и монтажа;
- ❖ возможность появления шума при работе на больших скоростях.



# Классификация зубчатых

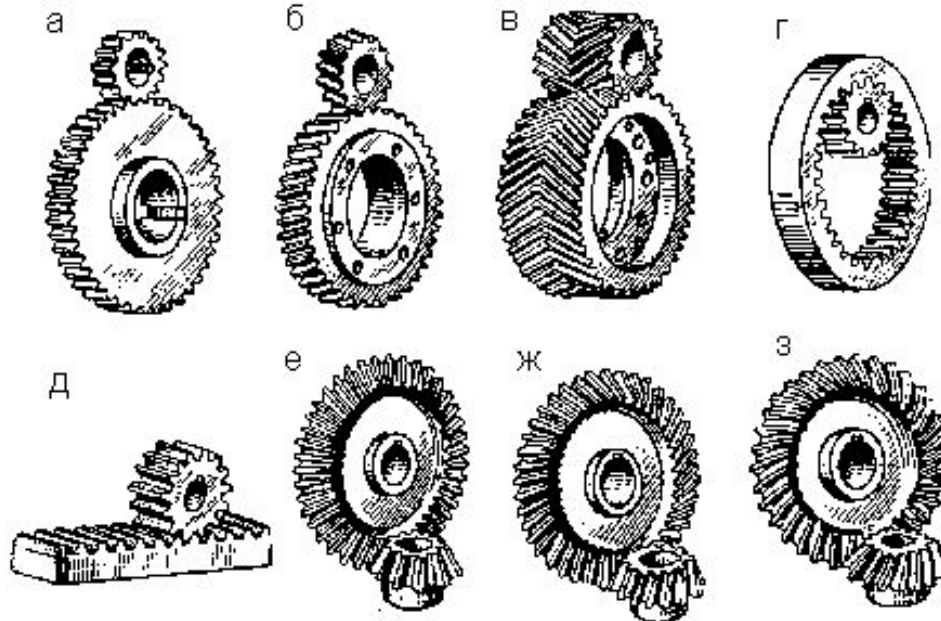
## передач

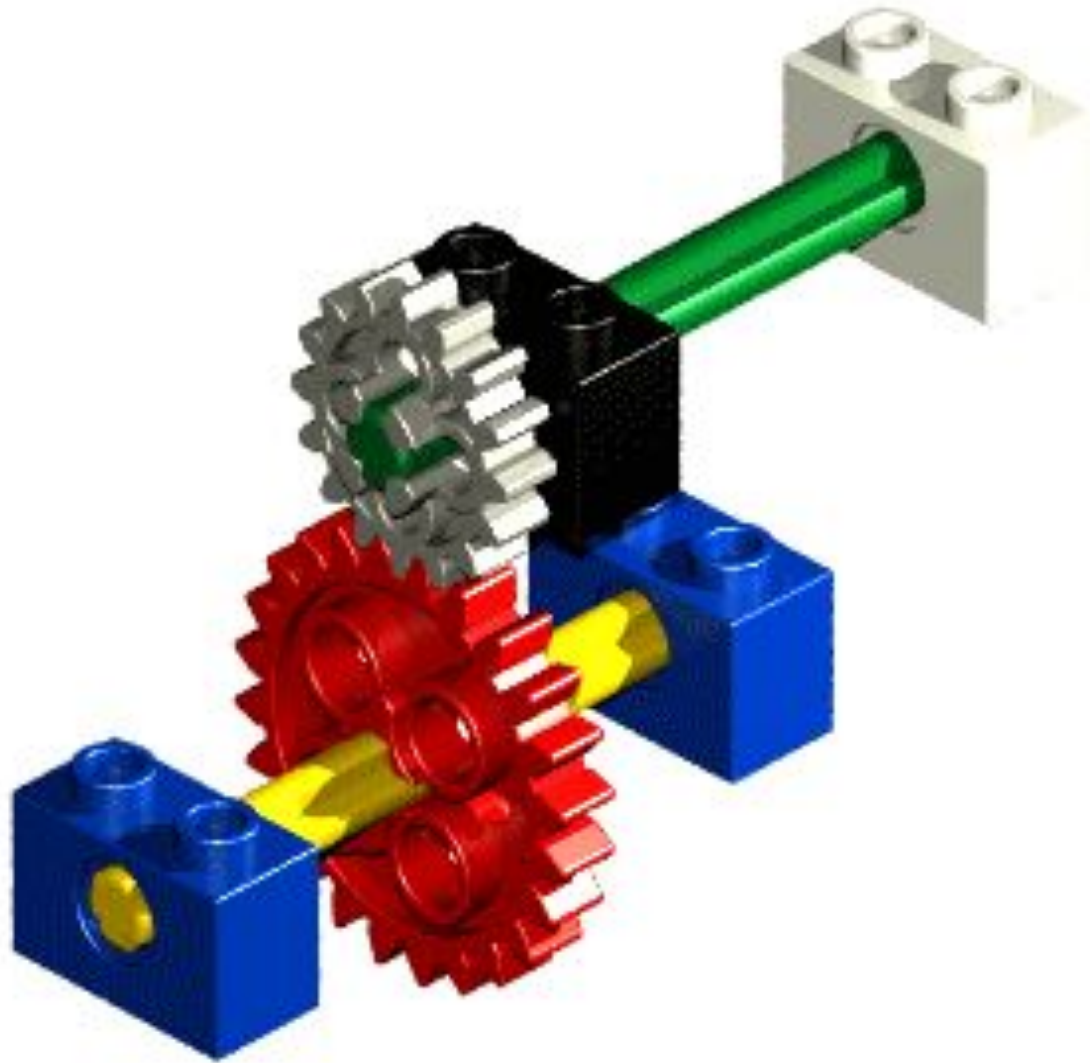
- По характеру расположения валов:

- ❖ **Цилиндрические** – имеют параллельные оси;
- ❖ **Конические** – имеют пересекающиеся оси;
- ❖ **Гиперболоидные, винтовые, гипоидные** – передачи со скрещивающимися осями.
- ❖ **Реечная передача** – применяют для преобразования вращательного движения в поступательное, и наоборот.

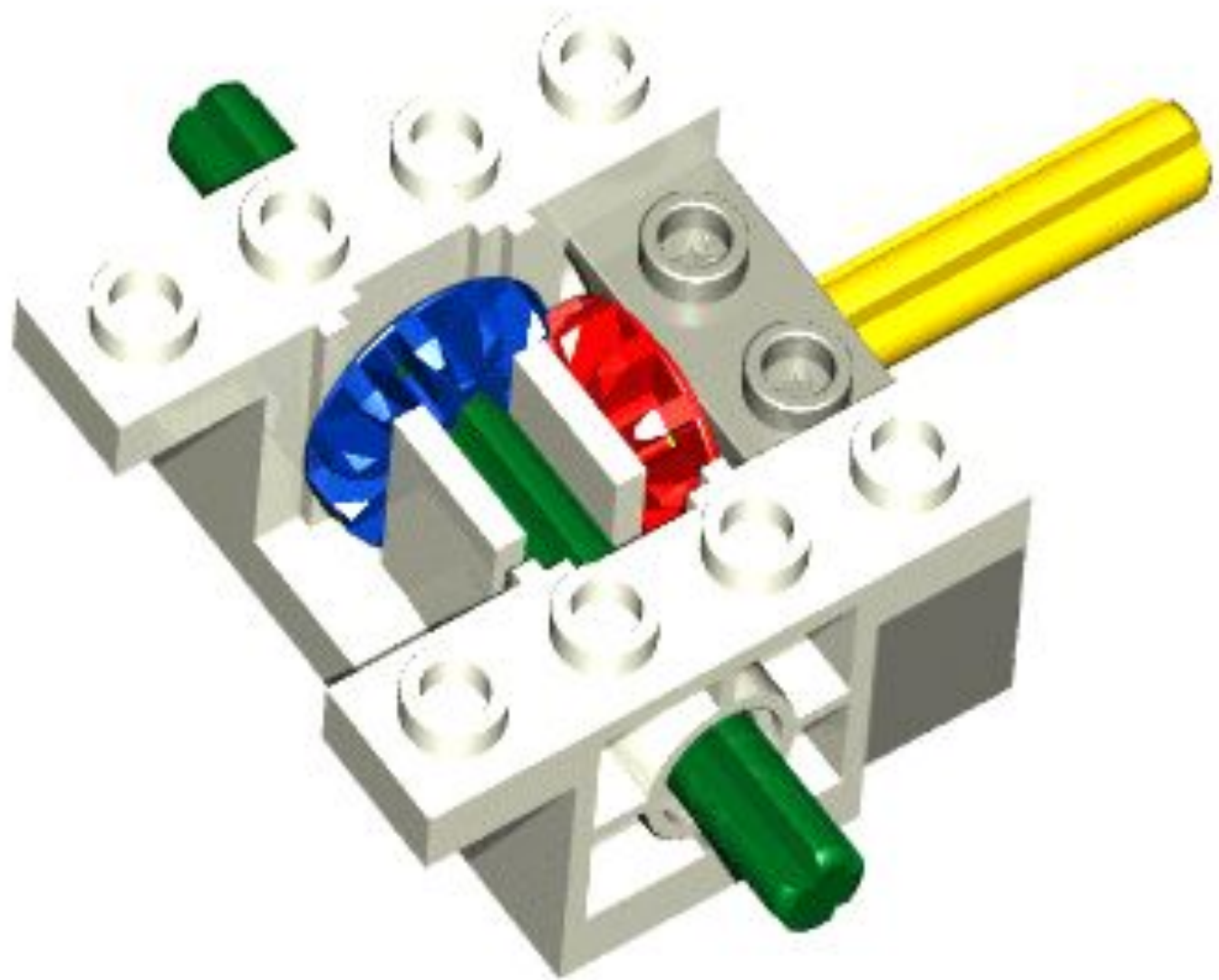
- По форме профилей зубьев:

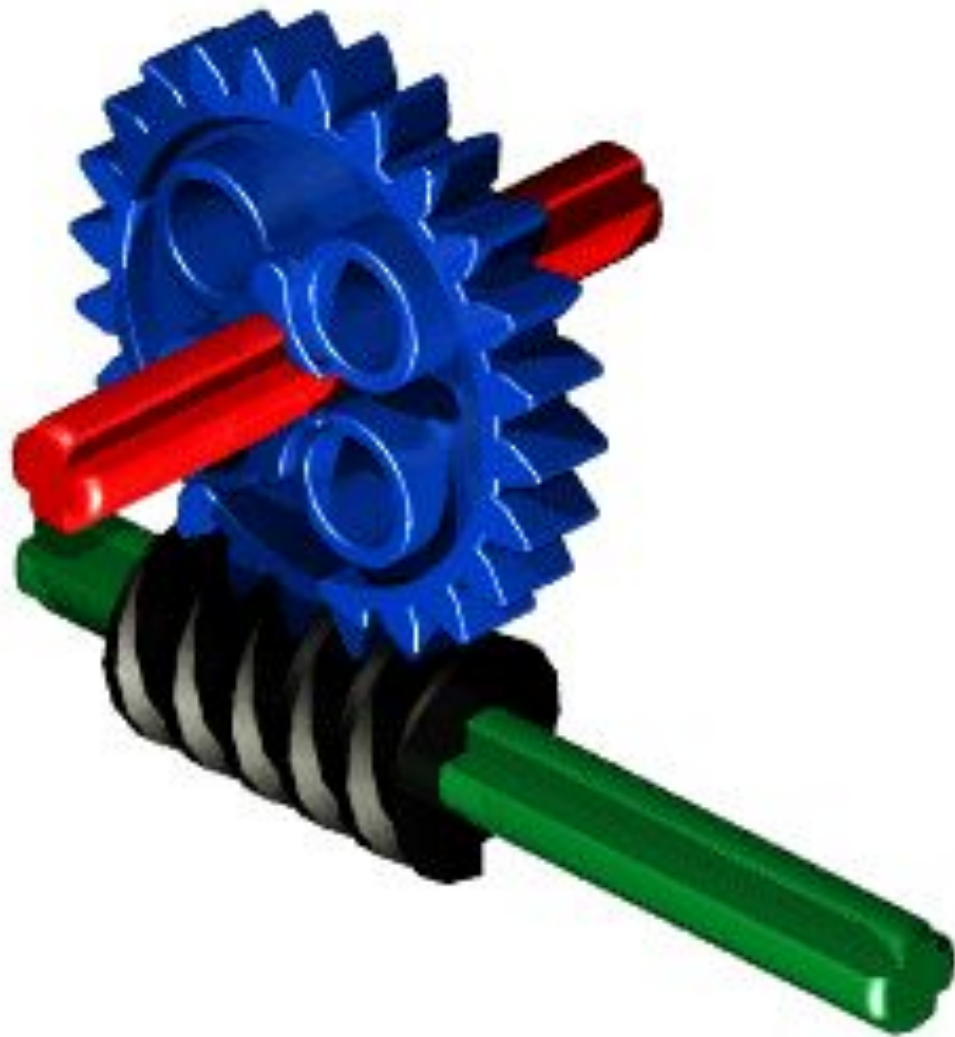
- ❖ **Эвольвентные** - рабочие профили очерчены эвольвентами окружностей;
- По расположению зубьев относительно образующих основной поверхности:
- ❖ **прямозубые, косозубые, шевронные, криволинейные;**
- По расположению осей колес относительно точки касания профилей  
– передачи внешнего и внутреннего зацепления.

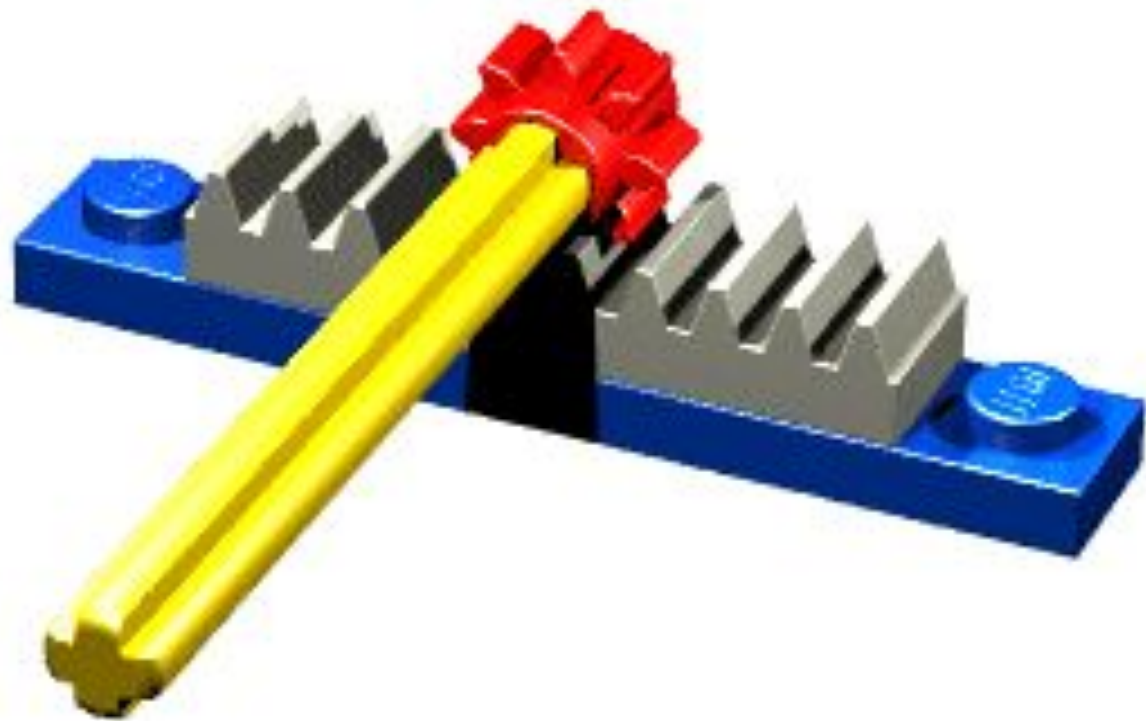
















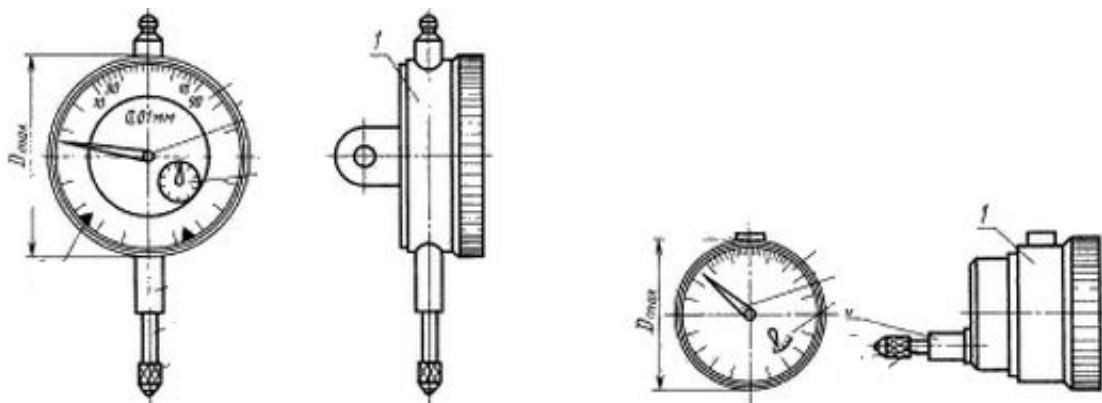
# Индикатор часового

**Индикатор часового типа** - это измерительный прибор, предназначенный для абсолютных и относительных измерений и контроля отклонений от заданной геометрической формы детали, а также взаимного расположения поверхностей.

**Измерительные головки** имеют механическое преобразующее устройство, которое обеспечивает преобразование малых перемещений наконечника инструмента в большие перемещения стрелки указателя.

Различают измерительные головки зубчатые и рычажно-зубчатые.

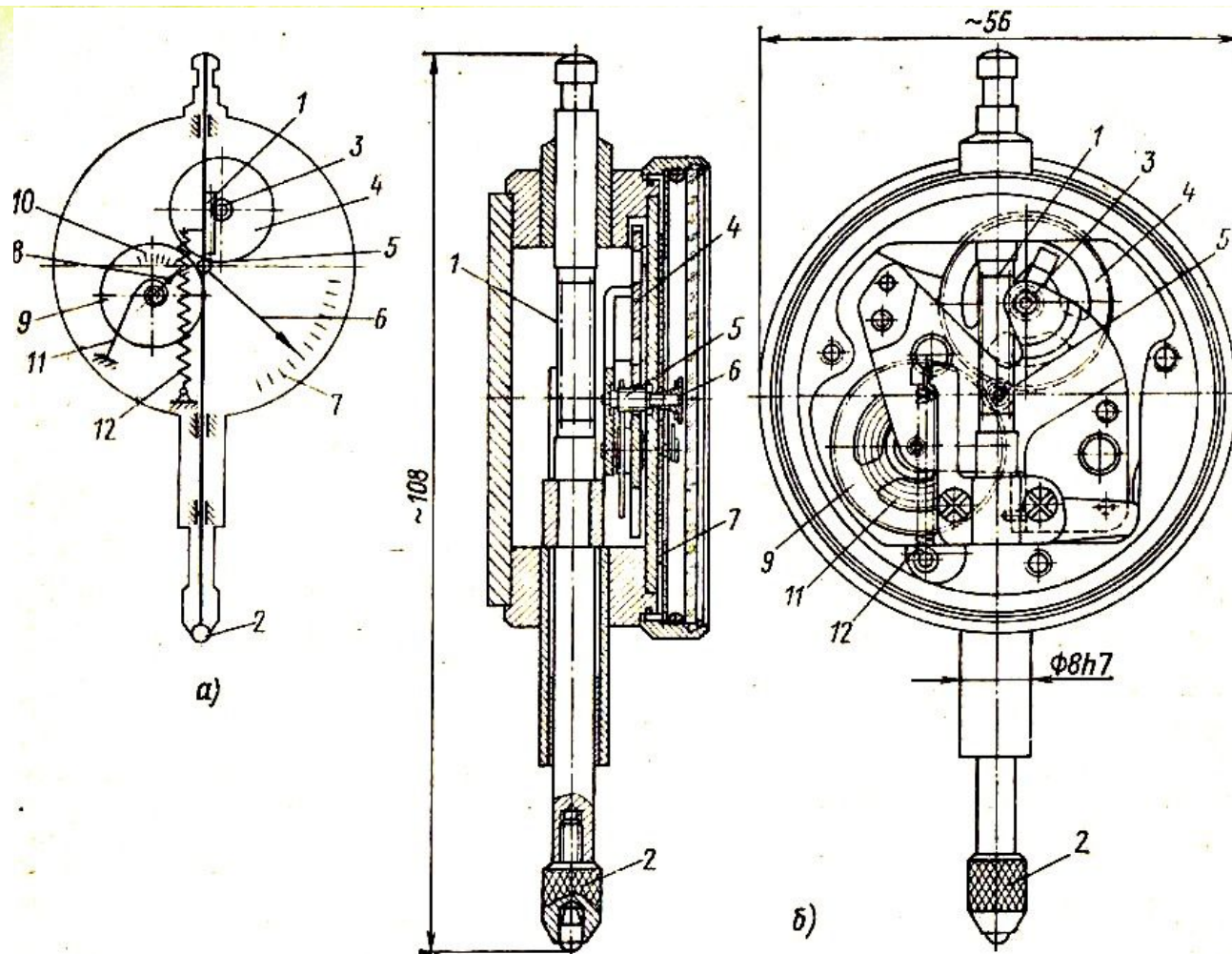
**Зубчатые измерительные головки** — индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм изготавливают следующих основных типов: ИЧ02; ИЧ05; ИЧ10; ИЧ25.



# Схема и конструкция индикатора

## часового типа

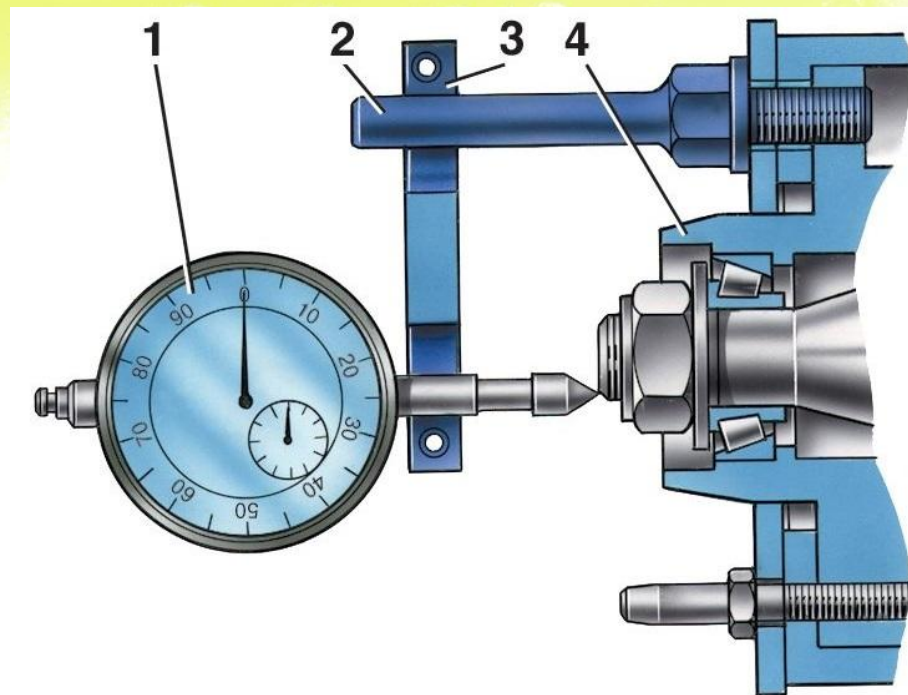
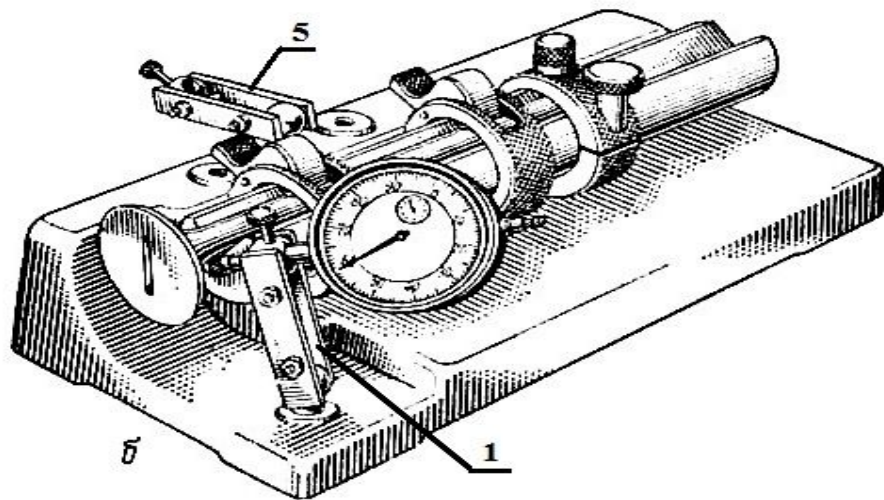
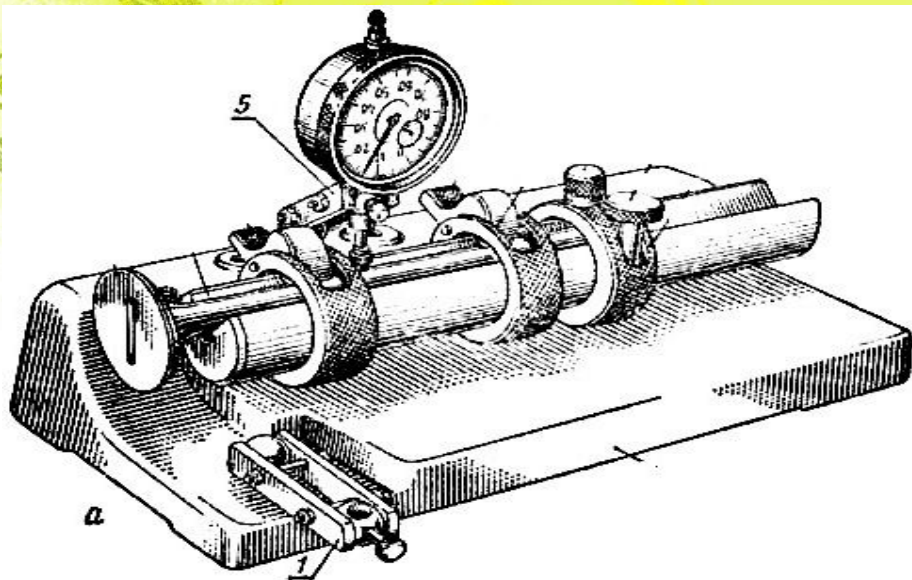
Индикатор часового типа регламентирован ГОСТ 577- 68. «Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия»



Индикатор часового типа:  
а - схема; б - конструкция индикатора ИЧ-10



# Схема и конструкция индикатора часового типа



Проверка осевого зазора подшипников ступицы переднего колеса приспособлением 02.7834.9505:

1 - индикатор, 2 - болт, 3 - кронштейн, 4 - ступица колеса.

Приспособление для проверки биения стержня (а) и тарелки (б) клапана:

1 и 5- кронштейны для установки индикатора.

# Расчет передаточного числа

**Передаточное число механизмов зубчатых передач** - отношение чисел зубьев колеса (большее по диаметру зубчатое колесо пары) к числу зубьев шестерни (меньшее зубчатое колесо пары).

$$U = R\varphi/l,$$

где  $R$  – длина стрелки от оси поворота до свободного конца;

$\varphi$  – угол поворота стрелки;

$R\varphi$  – перемещение конца стрелки индикатора (выходного звена);

$l$  – величина перемещения измерительного наконечника (перемещение рейки входного звена).

$$l = r_3\alpha,$$

где  $r_3$  - радиус делительной окружности триба;

$\alpha$  - УГОЛ ПОВОРОТА.

$$\varphi = (\alpha Z_4)/Z_5,$$

## Расчет передаточного числа

Отсюда **передаточное число индикатора**:

$$U = \frac{R(z_4\alpha)}{z_5} \div r_3\alpha = \frac{R(z_4\alpha)}{z_5 \times r_3\alpha} = \frac{Rz_4}{z_5r_3}$$

и, заменив радиус делительной окружности триба 3,  $r_3 = mz_3/2$

получим:  $U = (2R/mz_3) \times (z_4/z_5)$ .

**Условие:** при перемещении наконечника на  $l = 1$  мм стрелка совершает один оборот .

$$\alpha = 1/r_3; \varphi = 2\pi = (1/r_3) \times (z_4/z_5)$$

$$2\pi = (2/mz_3) \times (z_4/z_5)$$

$$m = (1/\pi z_3) \times (z_4/z_5)$$

Формула определения интервала деления на шкале:

$$\alpha = 2\pi R/100$$



# Погрешность измерения

## индикатором

*Погрешности индикатора* нормируются в зависимости от используемого диапазона показаний (в зависимости от перемещения измерительного стержня).

### Обычно:

- на участке в 0,1 мм – погрешность в пределах 5-8 мкм;
- на участке в 1-2 мм - погрешность 10-15 мкм;
- на участке до 3 мм - до 15 мкм;
- на участке до 5-10 мм – погрешность в пределах 18-22 мкм.

При использовании перемещения измерительного стержня до 10 мм погрешность измерения биения составит от 15 мкм (для размеров деталей 1-3 мм) до 20 мкм (для размеров 350-500 мм).

# Пример расчета параметров индикатора

## часового типа

1. Выбрать исходные данные в соответствии с номером варианта, приведенного в таблице 1.

2. Вычислить модуль ( $m$ ) зубчатых зацеплений (не округлять).

$$m = (1/\pi z_3) \times (z_4/z_5),$$

где  $z_3=16$ ,  $z_4=100$  и  $z_5=10$  зубьев.

$$m = \frac{1}{3,14 \times 16} \frac{100}{10} = 0,199 \text{ мм}$$

3. Определить с каким увеличением преобразуется перемещение измерительного наконечника индикатора в перемещение конца стрелки ( $u$ ).

Длина стрелки от оси поворота до конца равна 25 мм.

Определим передаточное число ( $u$ ):

$$U = (2R/mz_3) \times (z_4/z_5),$$

$$U = \frac{2 \times 25}{0,199 \times 16} \times \frac{100}{10} \approx 157, \quad \text{т.е.} \quad \text{перемещения} \quad \text{измерительного}$$

наконечника индикатора преобразуется в перемещения конца стрелки с увеличением в 157 раз.

## Пример расчета параметров индикатора часового типа

4. Определить интервал деления шкалы ( $a$ ).

$$\alpha = 2\pi R/100.$$

$$a = \frac{2\pi R}{100} = \frac{2 \times 3,14 \times 25}{100} = 1,57 \text{ мм}$$

5. Определить погрешность измерения.

Так как диапазон показаний выбранного индикатора часового типа 5 и 10 мм, то погрешность находится в пределах 18 - 22 мкм.

6. Результаты изложить в виде расчетов.

7. Ответить на контрольные вопросы.



# СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Марков Н.Н., Ганевский Г.М. Конструкция, расчет и эксплуатация измерительных инструментов и приборов / Марков Н.Н., Ганевский Г.М. – М.: Машиностроение, 1981. – 367 с.
2. ГОСТ 577- 68. «Индикаторы часового типа с ценой деления 0,01 мм. Технические условия»



**СПАСИБО  
ЗА  
ВНИМАНИЕ!**