

# СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

— источник или преобразователь энергии в механическую работу.

На строительных машинах:

- двигатели внутреннего сгорания,
- электрические,
- гидравлические,
- пневматические и
- комбинированные.

# Двигатели внутреннего сгорания (ДВС):

в основном в **мобильных** машинах.

Достоинства:

- ▶ **автономность** от внешних источников энергии,
- ▶ высокая **экономичность**,
- ▶ небольшая **масса**, приходящаяся на единицу мощности,
- ▶ постоянная **готовность** к работе.

# В ДВС

**тепловая энергия** сжигаемого в смеси с  
воздухом топлива

*преобразуется в*

**механическую энергию.**

По виду топлива и способу его  
воспламенения различают двигатели:

- ▶ **бензиновые**, работающие на бензине, и
- ▶ **дизели** — на дизельном топливе.

Большее распространение получили  
**дизели:**

- **меньший расход топлива (на 35%)** и
- **более высокий КПД**
  - для дизеля **40%**,
  - для бензиновых двигателей **30%**.

Выхлопные газы дизелей содержат меньше  
**токсичных веществ.**

## Недостатки **дизелей**:

- ▶ затрудненный запуск при низких температурах
- и
- ▶ большая масса.

## Недостатки **ДВС**:

- ▶ необходимость применения коробки передач для изменения крутящегося момента и реверсирования,
- ▶ большая чувствительность к перегрузкам,
- ▶ сравнительно малый срок службы,
- ▶ высокая стоимость эксплуатации.

**Электродвигатели** используют в машинах, **не** требующих **автономности от внешнего источника энергии.**

Наибольшее распространение получили **общепромышленные асинхронные электродвигатели трехфазного тока**, питающиеся от электросети напряжением **220...380 В** с частотой **50 Гц.**

Асинхронные двигатели используют в машинах с **непрерывным режимом работы** (конвейеры и т.п.).

Допускают кратковременную перегрузку, просты в управлении, но скорость их не регулируется.

Кроме **ДВС** и **э/д** используют **комбинированные силовые установки.**

Их составными элементами являются **гидронасосы** и **компрессоры.**

**Компрессор** — источник сжатого воздуха.

Используют для

- ▶ привода пневмодвигателей механизированного инструмента,
- ▶ питания оборудования при отделочных работах и т.д.

С двигателем и вспомогательной аппаратурой они образуют **компрессорные установки**.

Наибольшее применение имеют **передвижные прицепные компрессоры** с приводом от **ДВС**.



В строительстве применяют **поршневые компрессоры.**

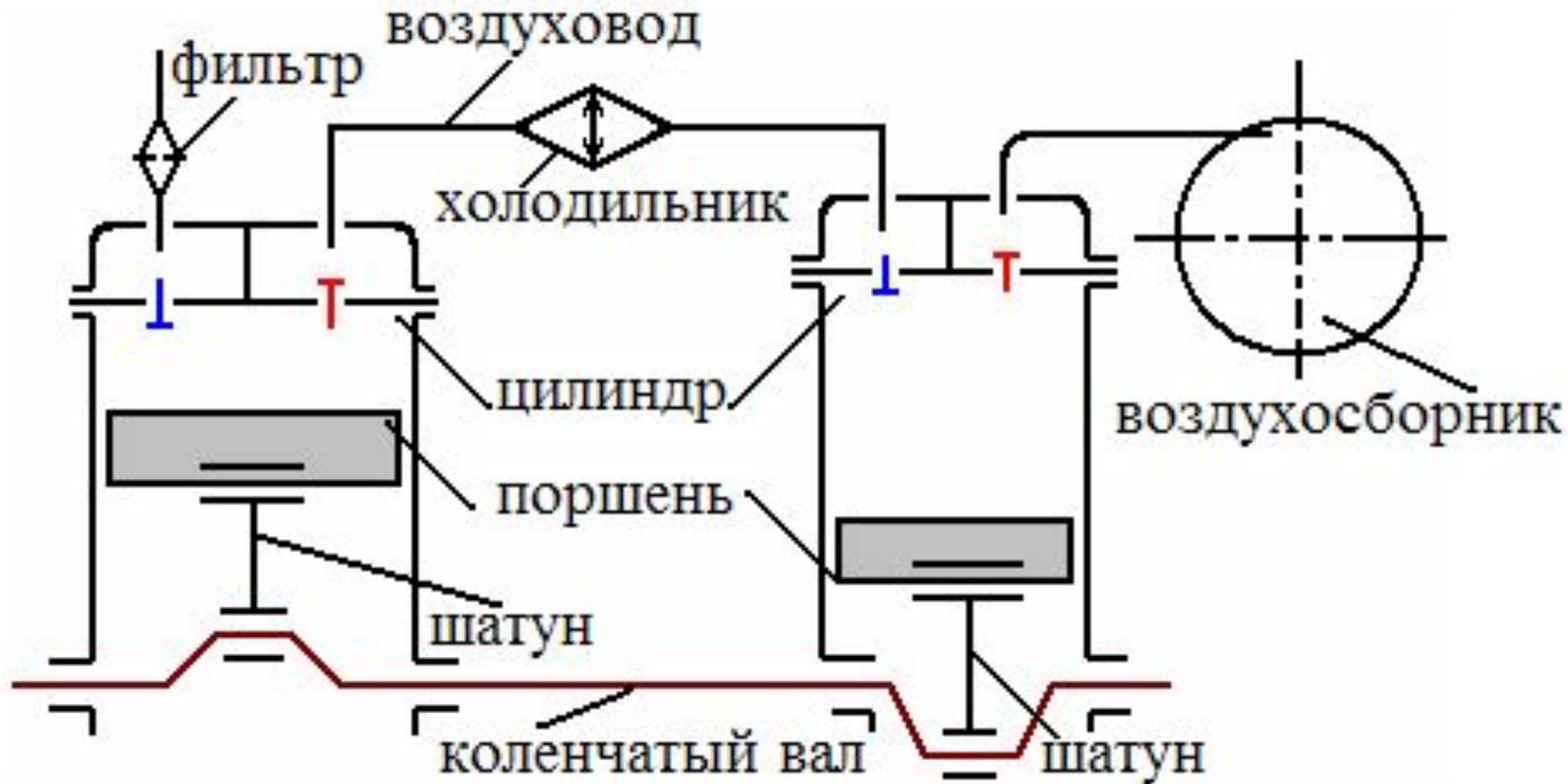
При производительности

▶ до **1 м<sup>3</sup>/мин** компрессоры

изготавливают с **одноступенчатым сжатием**, а

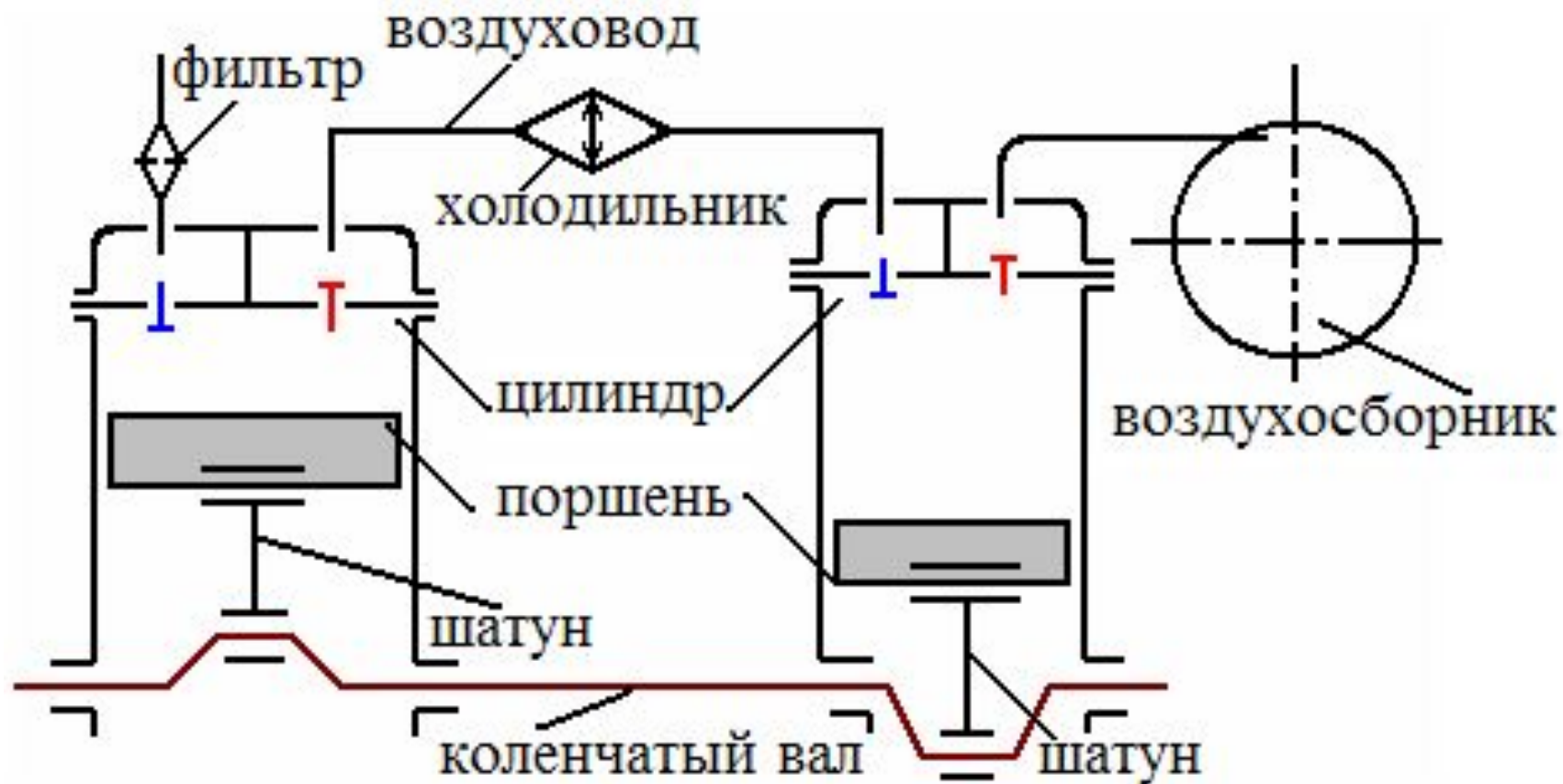
▶ при более высокой производительности — с **двухступенчатым.**

**В двухступенчатых компрессорах коленчатый вал** получает вращение от ДВС

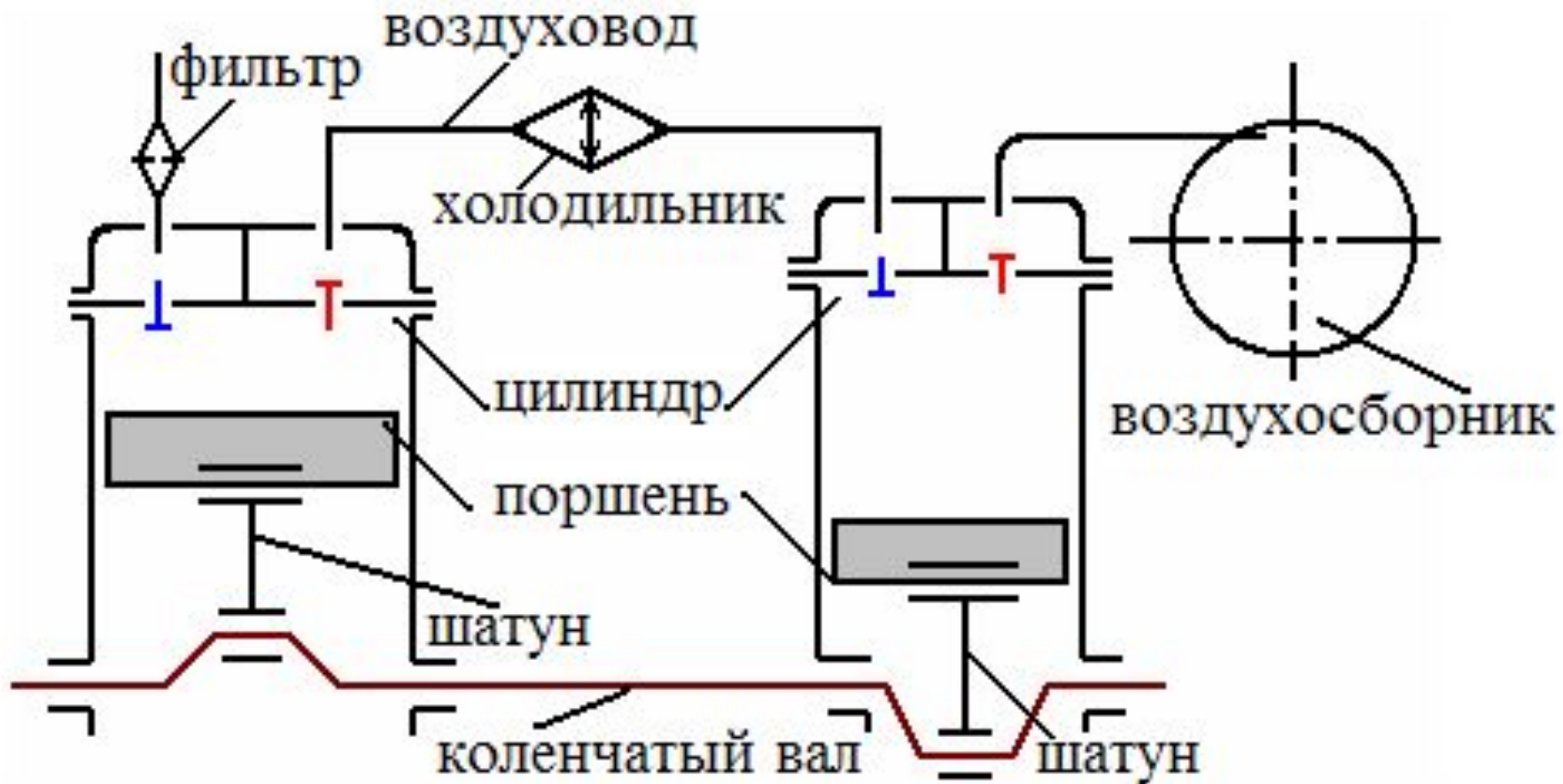


Вращение от **коленчатого вала** при помощи **шатун** преобразуется в возвратно-поступательное движение **поршней** в **цилиндрах**.

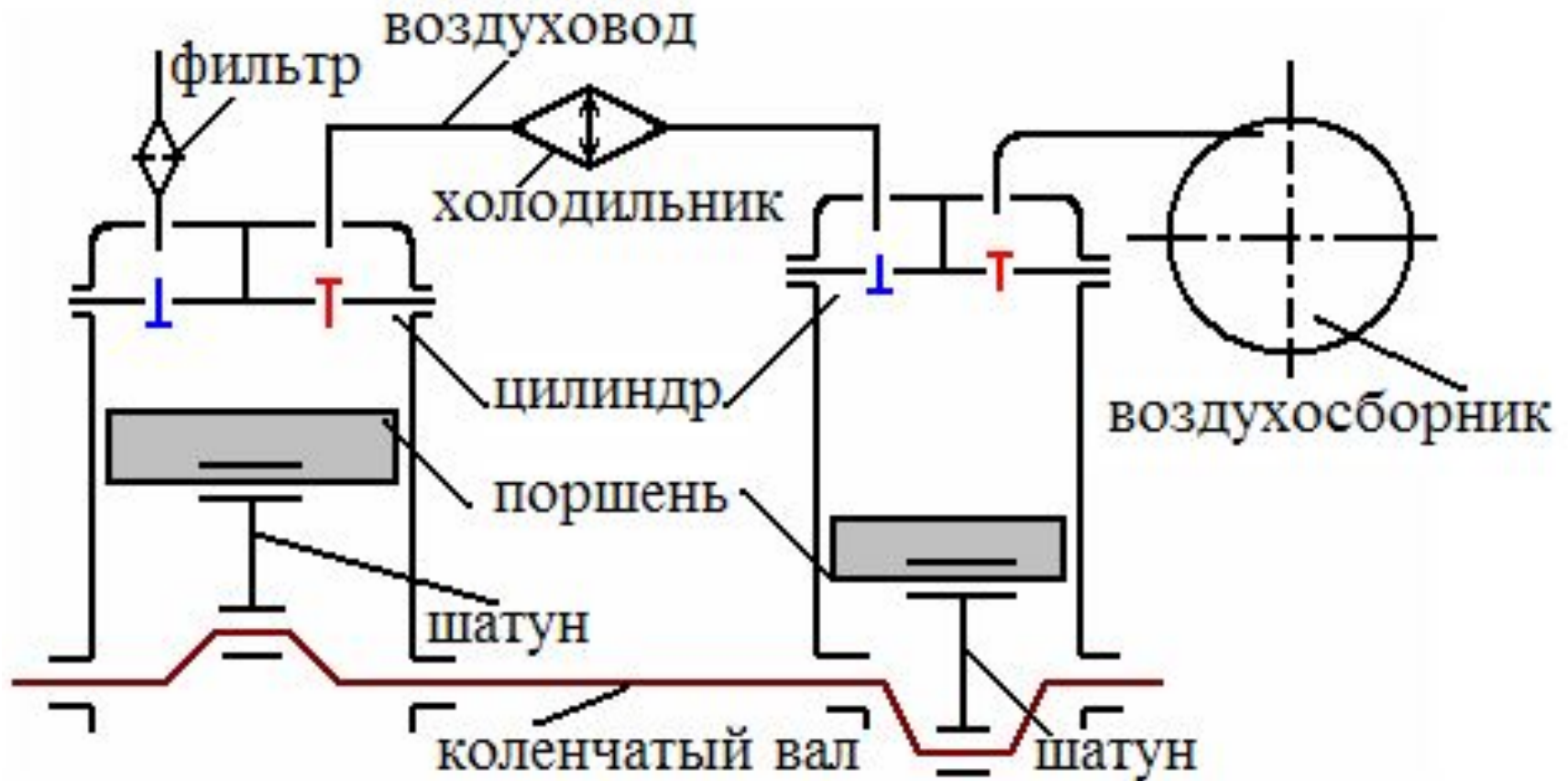
На крышках цилиндров установлены **всасывающие** и **нагнетательные** клапаны.



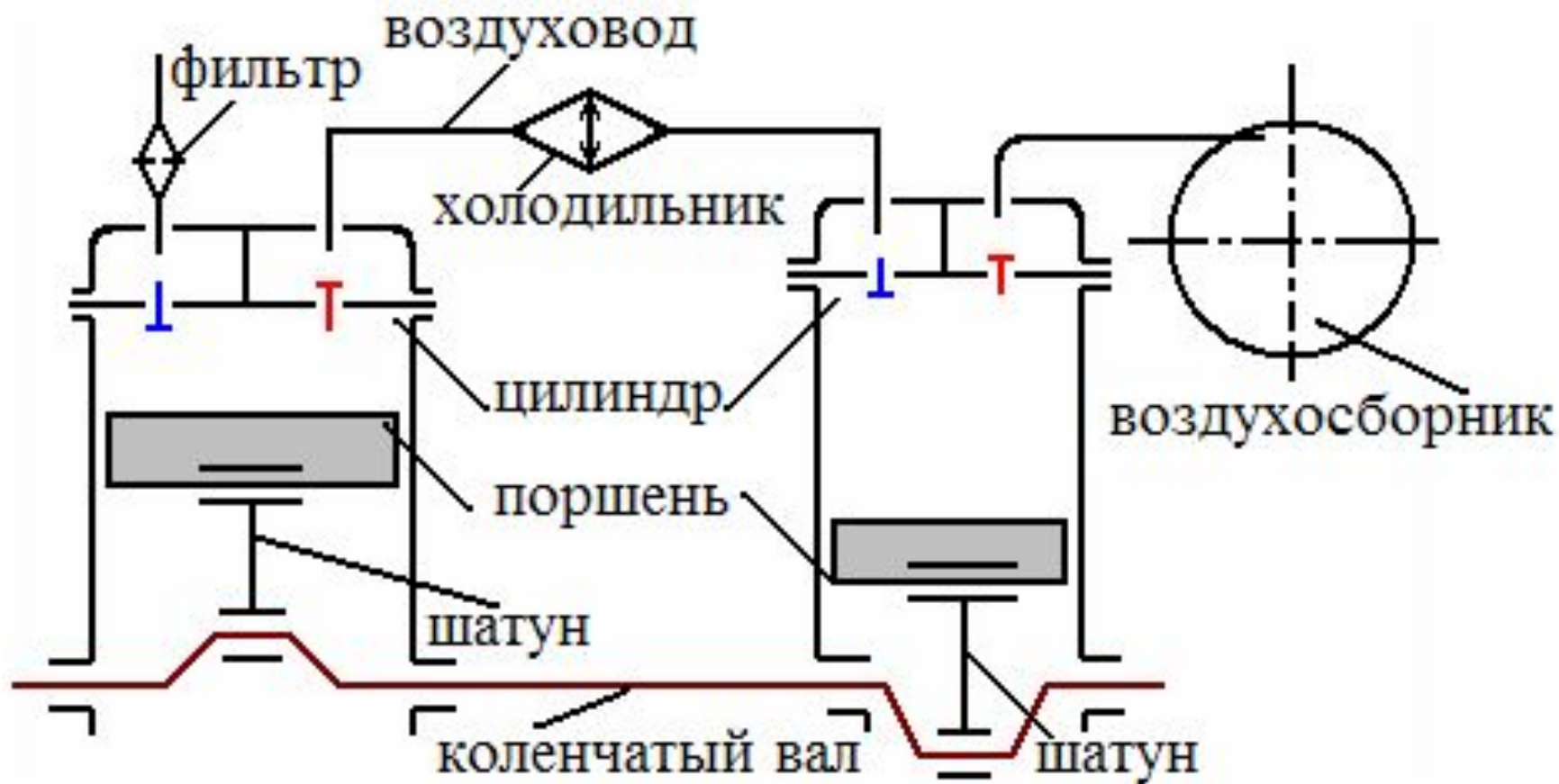
При движении **поршня вниз** создается **разрежение** и атмосферный воздух через **фильтр** и открытый **впускной клапан** всасывается в цилиндр.



Затем через **выпускной клапан**, открывающийся при определенном давлении, сжатый воздух поступает в **ВОЗДУХОВОД**.



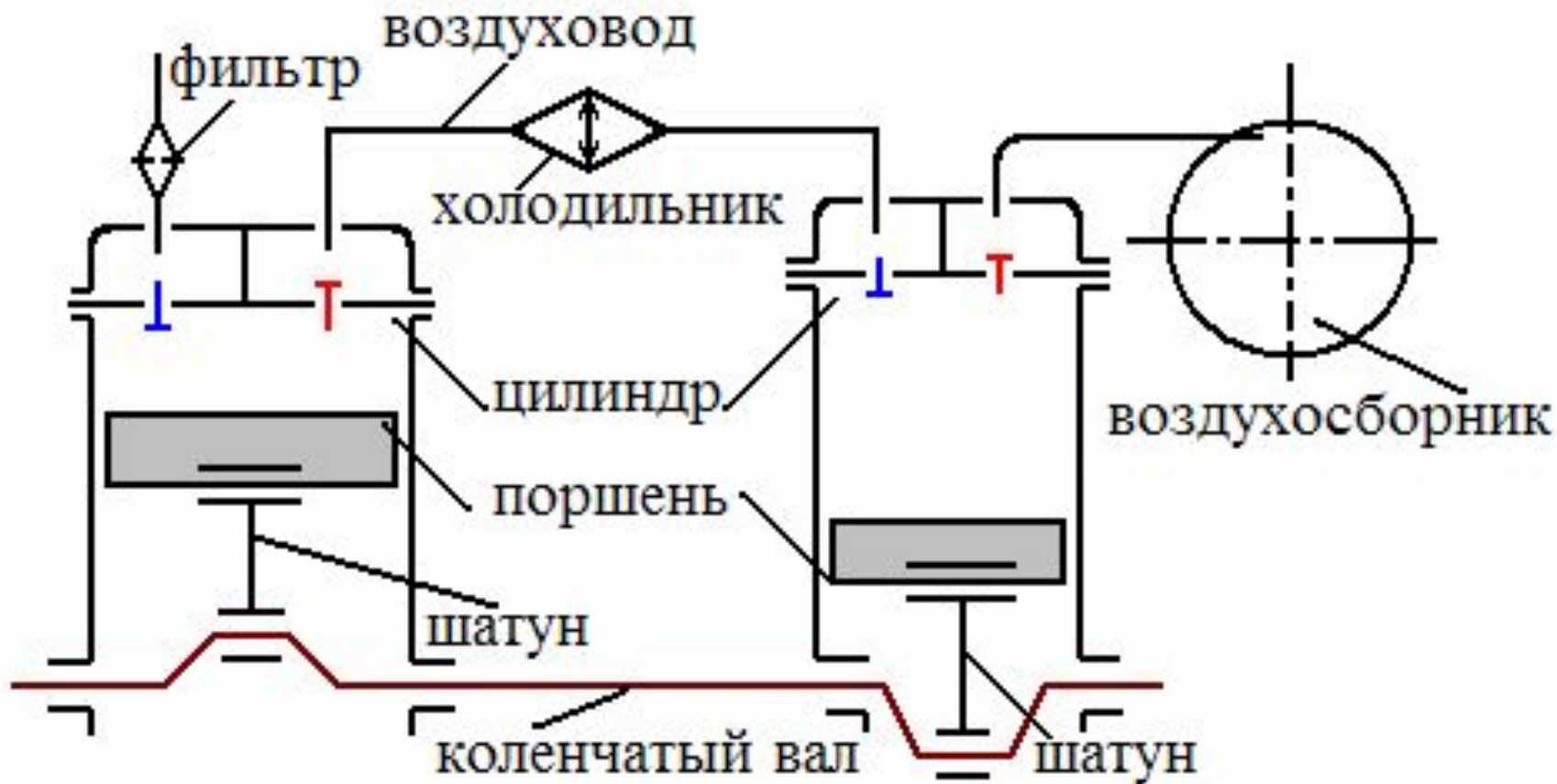
После сжатия в первой ступени до **0,2 МПа** (цилиндр низкого давления) воздух поступает по **воздуховоду** в **ХОЛОДИЛЬНИК** и затем в цилиндр второй ступени (цилиндр высокого давления).





Сжатый до **0,4...0,8 МПа** воздух направляют в **воздухосборник** (создания запаса сжатого воздуха).

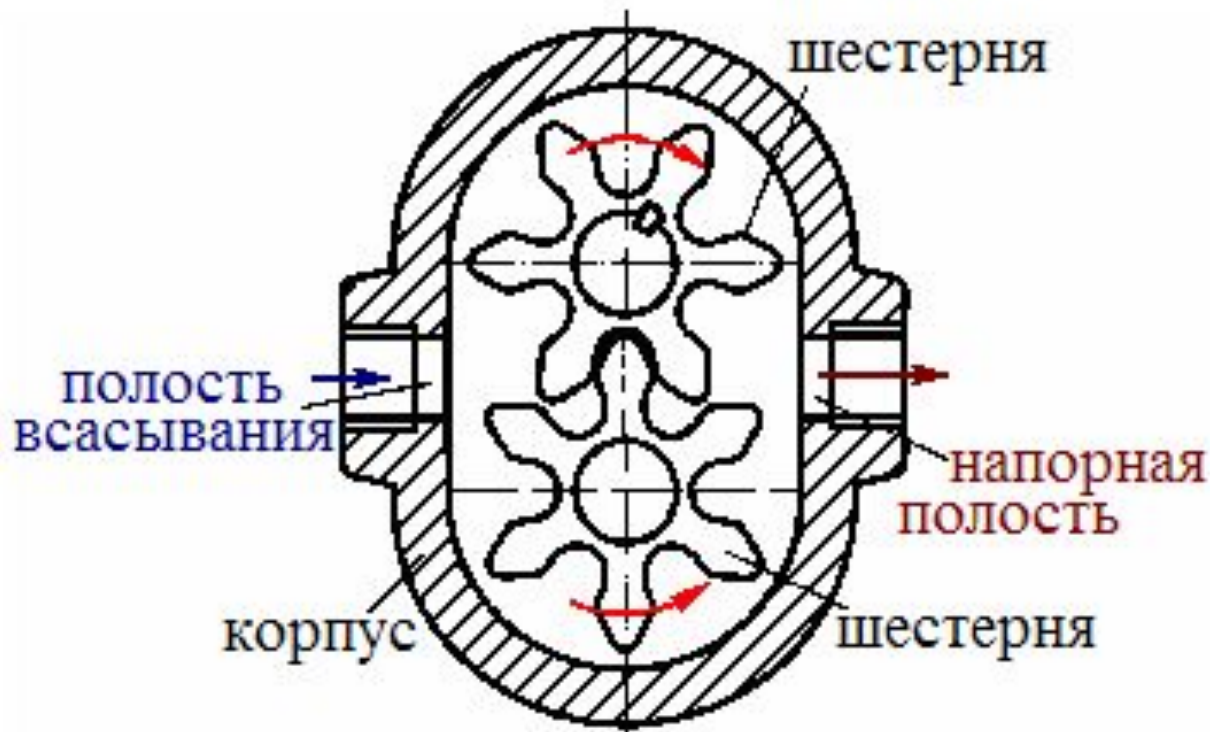
Производительность **компрессорных установок** - **20 м<sup>3</sup>/мин.**



**Гидронасосы** различают

- шестеренчатые,
- лопастные (пластинчатые),
- и др.

**Шестеренчатый насос** состоит из **корпуса** и **двух шестерен**.

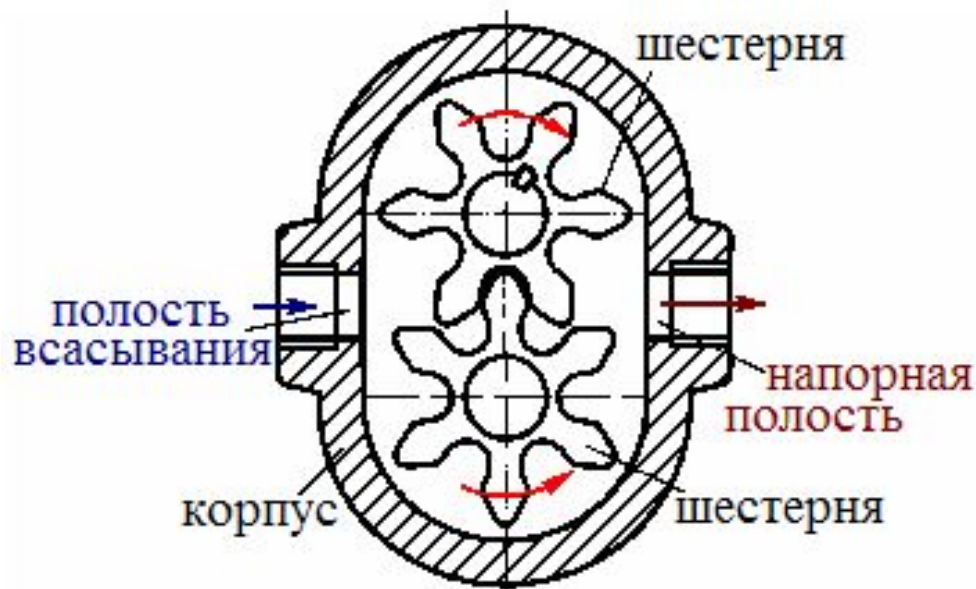




Одна из шестерен (**приводная**) получает вращение от двигателя,

вторая — вращается свободно на оси.

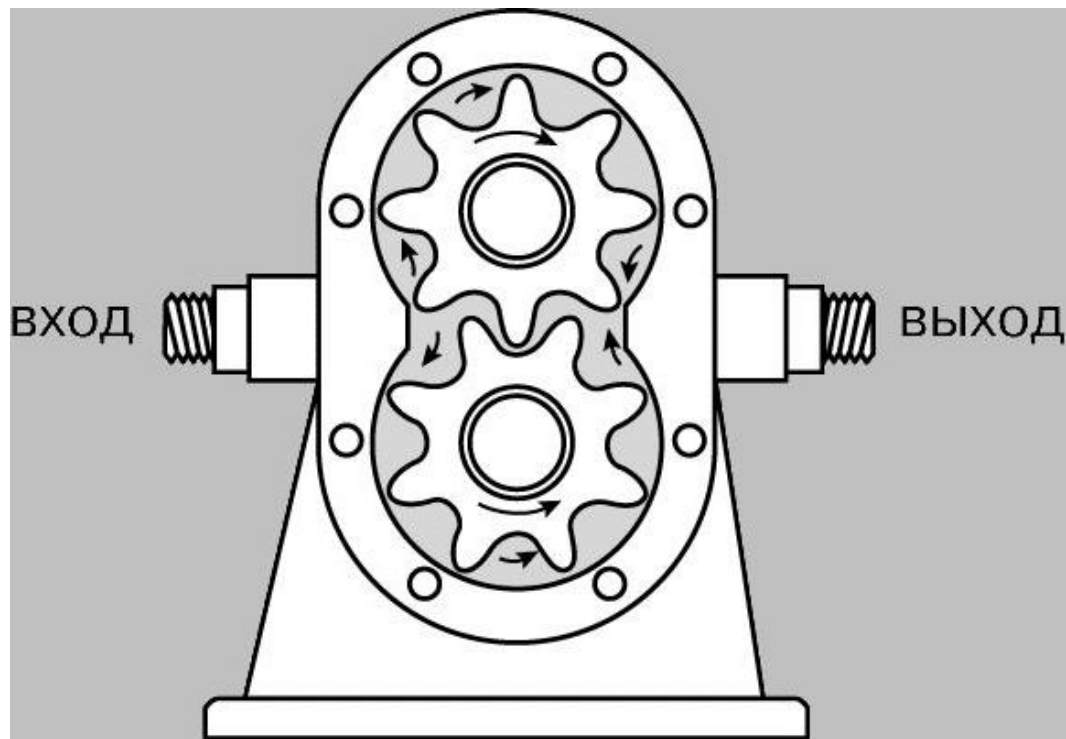
При вращении шестерен жидкость, находящаяся между зубьями, переносится вдоль стенок корпуса из **ПОЛОСТИ всасывания** в **напорную полость**.



Насосы имеют **постоянную подачу** жидкости и работают в диапазоне **частот вращения 500-2500 мин<sup>-1</sup>**.

Давление, развиваемое насосом, достигает **15 МПа**, мощность — **50 кВт**.

КПД насосов составляет **0,65...0,85**.



# ТРАНСМИССИИ

**Трансмиссия** — система,

- ▶ **связывает** узлы машины,
- ▶ **передает движение** от силового оборудования к рабочим органам,
- ▶ **изменяет** величину и направление
  - скорости и
  - крутящих моментов.

## Трансмиссии:

- ▶ механические,
- ▶ гидравлические,
- ▶ пневматические,
- ▶ электрические и т.д.

## Наибольшее распространение:

- ▶ механические,
- ▶ гидравлические.

**Механические  
трансмиссии**

**редукторные**

**канатные**

**Редукторные** — это

▶ **механические передачи:**

- зубчатые,
- червячные,
- цепные,
- ременные и др.

в сочетании с

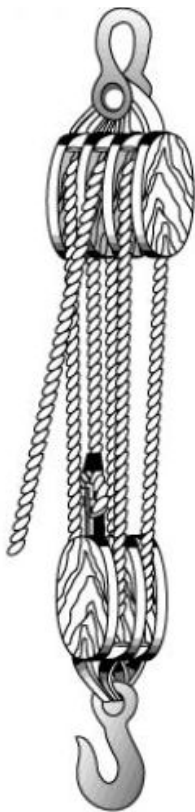
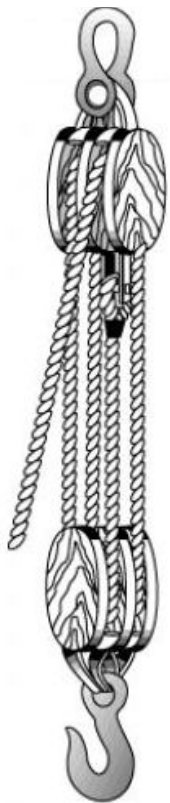
• **муфтами,**

• **тормозами** и

др. элементами.

# Составные части канатных:

- ▶ лебедки и
- ▶ канатные полиспасты с направляющими блоками.



## **Достоинства** механических трансмиссий:

- ▶ простота конструкции,
- ▶ небольшая масса и стоимость,
- ▶ надежность в работе.

## **Недостатки:**

- ▶ потеря энергии в муфтах и тормозах, зубчатых и других передачах,
- ▶ ступенчатое изменение скоростей и моментов,
- ▶ затруднительность автоматизации управления рабочим процессом машины.



# Механические передачи

делят на передачи

## ■ трением:

- **ременные** и т.д.

## ■ зацеплением:

- **зубчатые,**
- **червячные** и т.д.

В передаче элемент,

▶ передающий мощность, называют **ведущим**, а

▶ воспринимающий ее, — **ведомым**.

Частота вращения ведущего  $n_1$  и ведомого  $n_2$  элементов различна;

их отношение называют **передаточным числом**

$$i = n_1 / n_2$$

Передачи:

- понижающие (**редукторы**),

$$i > 1 \text{ и } n_1 > n_2, \text{ И}$$

- повышающие (**мультипликаторы**),

$$i < 1 \text{ и } n_1 < n_2.$$

Общее передаточное число машины определяют как произведение передаточных чисел пар последовательных передач:

$$i_{\text{общ}} = i_1 \cdot i_2 \cdot i_3 \cdot \dots \cdot i_n$$

# Потери мощности

на преодоление сопротивлений  
от ведущего элемента к ведомому  
определяет **КПД передачи**:

$$\eta = \frac{P_2}{P_1}$$

где  $P_1$  — мощность на ведущем элементе;

$P_2$  — мощность на ведомом элементе.

**Мощность  $P$ , кВт, выражают через**

**▶ окружное усилие  $F_o$ , Н, элемента  
передачи**

**и**

**▶ его окружную скорость  $v$ , м/с:**

$$P = \frac{F_o \cdot v}{10^3}$$

**Крутящий момент  $M_k$  (Н • м) определяют через мощность  $P$ , Вт, и**

**частоту вращения  $n$ , с<sup>-1</sup>:**

$$M_k = 159 P/n$$

**Крутящие моменты**

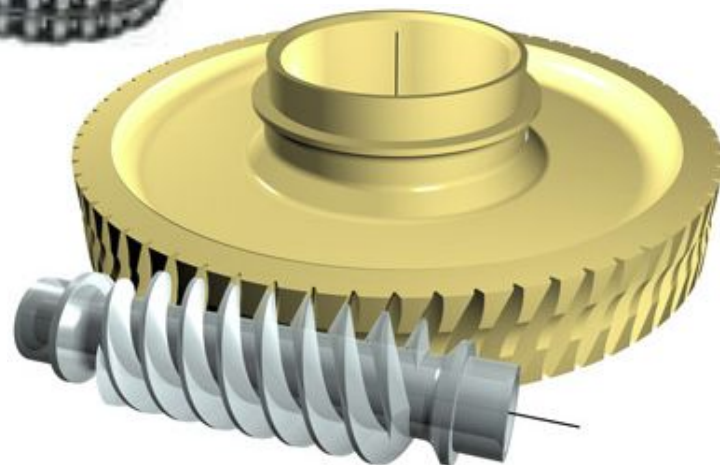
**на ведущем  $M_{k1}$  и**

**ведомом  $M_{k2}$  валах передачи определяются соотношением**

$$M_{k2} = M_{k1} \cdot i \cdot \eta$$

В строительных машинах наибольшее применение получили передачи

- ▶ **ременные,**
- ▶ **зубчатые,**
- ▶ **червячные,**
- ▶ **цепные .**



**Ременные передачи** служат для передачи вращения от одного вала к другому, находящихся на значительном расстоянии.

Состоят из закрепленных на валах

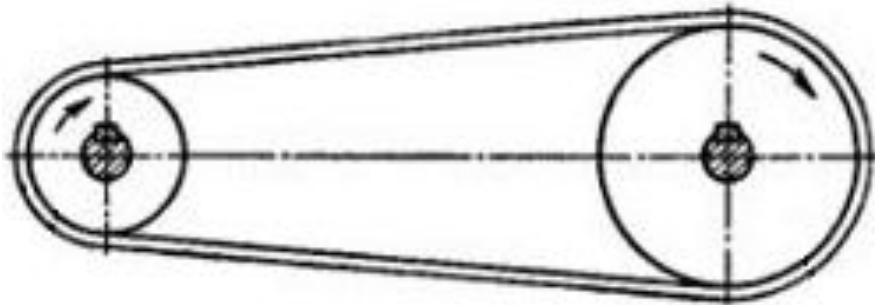
- ведущего и
- ведомого

**шкивов**, охваченных **ремнями**.

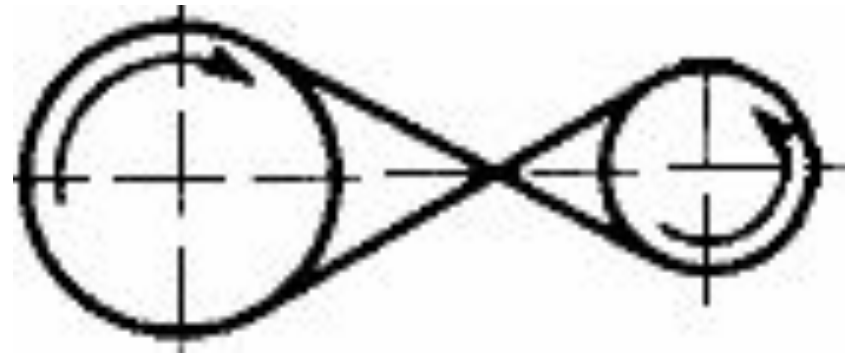
Передача энергии происходит благодаря **силам трения**, возникающим между шкивами и ремнем.



**Открытую  
ременную передачу**  
применяют при  
параллельном  
расположении валов и  
одинаковом  
направлении вращения  
ведущего и ведомого  
шкивов.



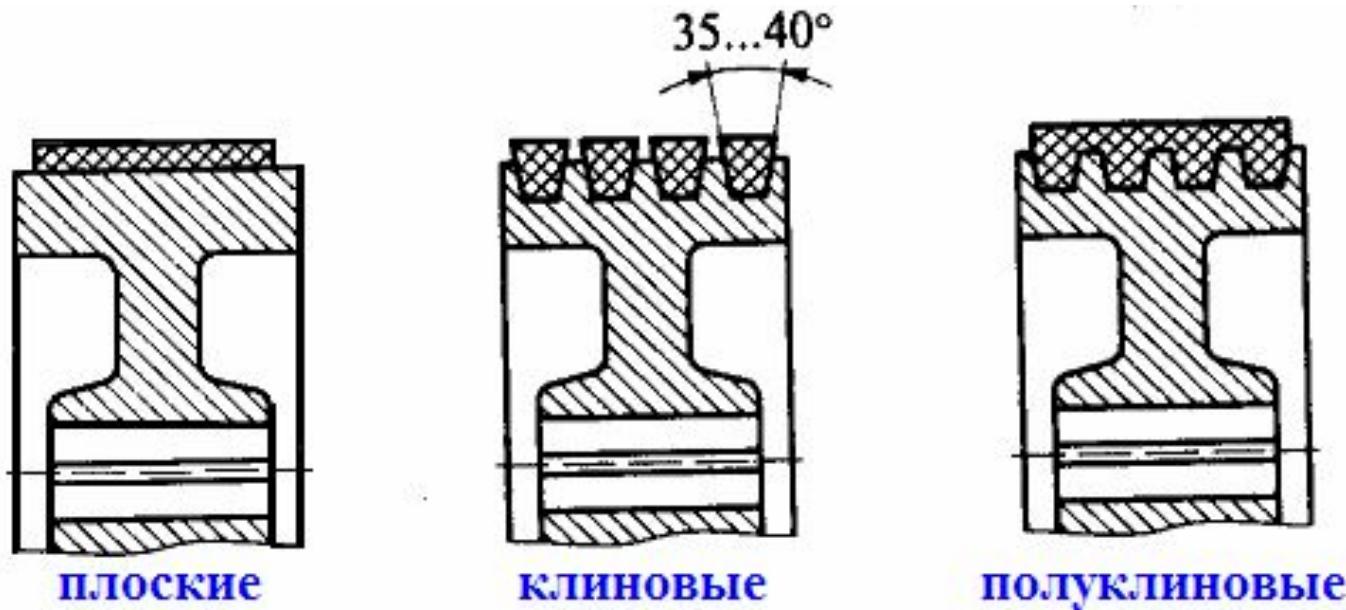
**Перекрестную  
ременную передачу**  
используют при  
параллельных валах и  
противоположном  
направлении вращения  
шкивов.



**По форме поперечного сечения различают**

- плоские,
- клиновые,
- полуклиновые и
- круглые ремни.

Ремни изготавливают из кожи, хлопчатобумажных прорезиненных и полиамидных тканей.

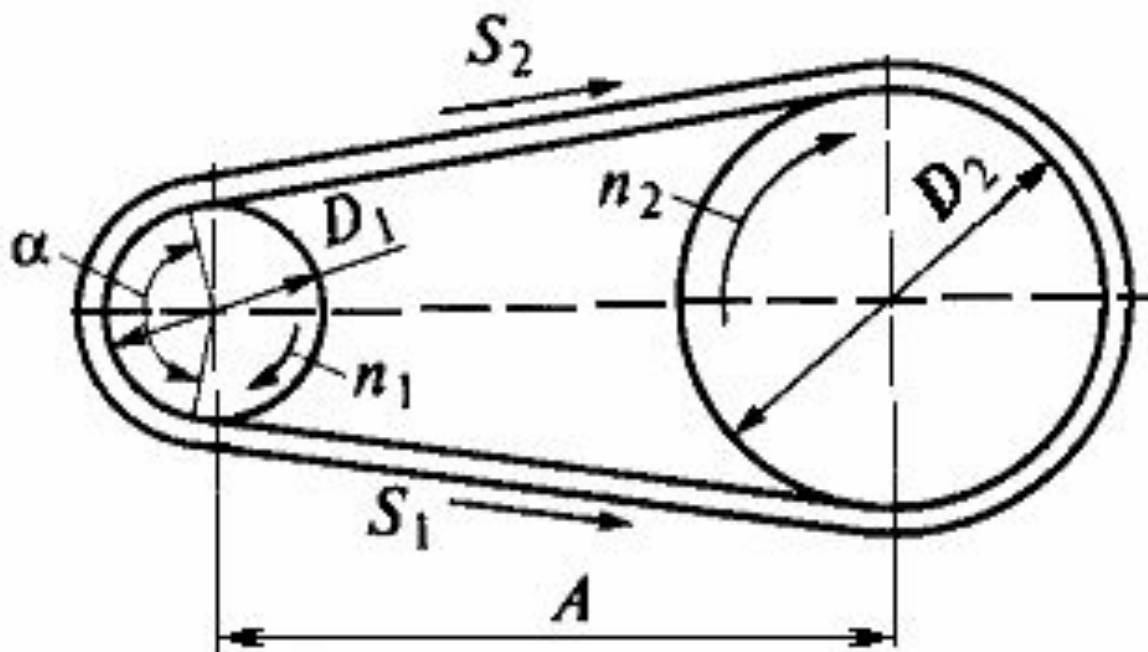


**Окружное усилие  $F$** , передаваемое  
ременной передачей, равно разности между  
натяжениями

$S_1$  (набегающей) и

$S_2$  (сбегающей) ветвей ремня:

$$F = S_1 - S_2$$



**Необходимое число ремней** вычисляют:

$$Z = P/P_0 k_1 k_2$$

где  $P$  — мощность, передаваемая передачей, кВт;

$P_0$  — мощность, передаваемая одним ремнем, кВт;

$k_1$  — коэффициент, учитывающий значение угла обхвата ремнем малого шкива (0,56 - 1);

$k_2$  — коэффициент, учитывающий влияние режима работы передачи (0,61 - 0,92).

# Передаточное число ременных передач

определяют:

$$i = n_1/n_2 = D_2/eD_1$$

где  $n_1$  и  $n_2$  — частота вращения ведущего и ведомого шкивов;

$e$  — коэффициент, учитывающий относительное упругое скольжение ремня ( $e = 0,98 - 0,99$ ).

Для **плоскоремennых** передач  $i = \leq 5$ , а для **клиноремennых**  $i = \leq 10$ .

## **Преимущества** ременных передач:

- ▶ простота конструкции,
- ▶ возможность передачи движения на большое расстояние,
- ▶ способность выдерживать перегрузки,
- ▶ плавность хода и бесшумность.

## **Недостатки:**

- ▶ большие габаритные размеры,
- ▶ непостоянство передаточного числа из-за проскальзывания ремня.

**Зубчатая передача** предназначена для

▶ **передачи** вращательного движения между валами с параллельными и перекрещивающимися осями;

▶ **трансформации** вращательного движения в поступательное и наоборот.

Состоит из пар зубчатых колес, находящихся в зацеплении.

**Ведущее** (меньшее) колесо называют **шестерней**, а

**ведомое** (большее) — **зубчатым колесом**.

Термин «зубчатое колесо» является общим

В передачах с **параллельными валами** используют **цилиндрические зубчатые колеса:**



**ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ  
ПРЯМОЗУБЫМИ  
КОЛЕСАМИ**

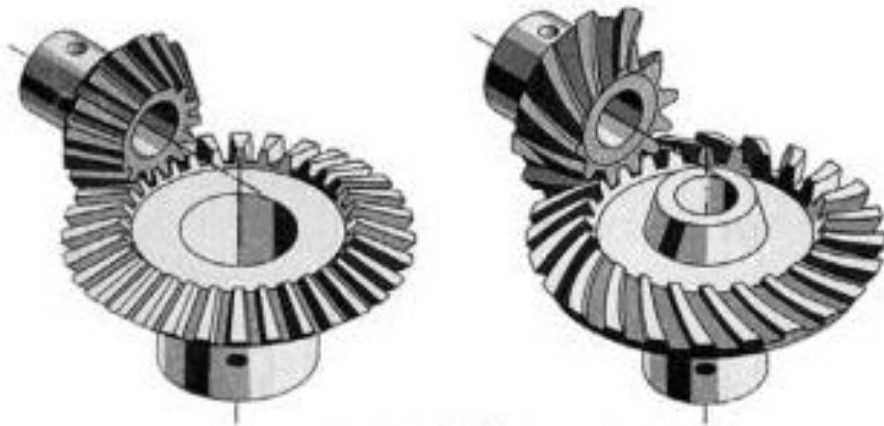


**ЦИЛИНДРИЧЕСКИЕ  
КОСОЗУБЫМИ  
КОЛЕСАМИ**



В передачах, у которых *геометрические оси валов пересекаются* или *перекрещиваются*, применяют **конические** и **винтовые зубчатые колеса**.

ОСИ КОЛЕС ПЕРЕСЕКАЮТСЯ



КОНИЧЕСКИЕ

ПРЯМОЗУБЫМИ КОЛЕСАМИ

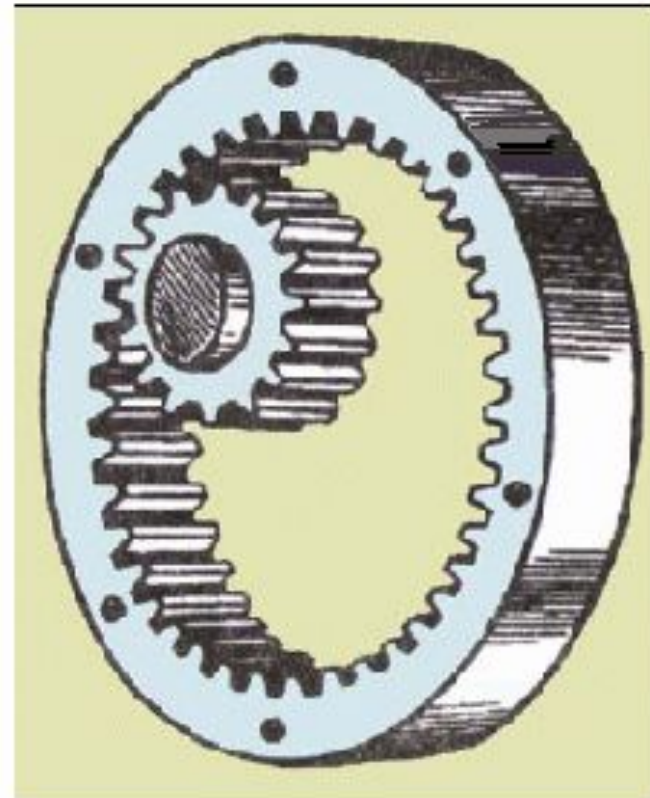
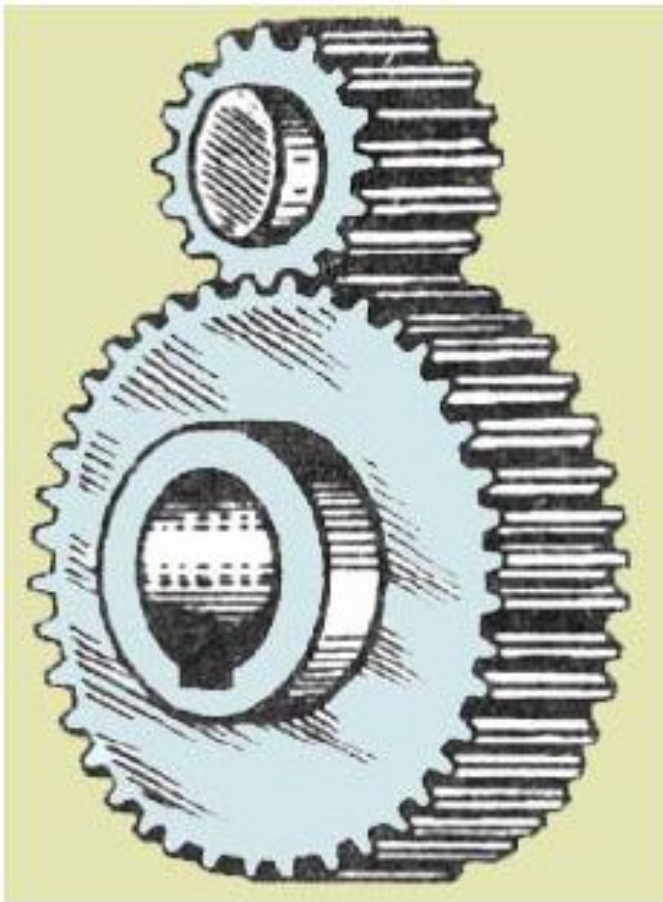
КРИВОЗУБЫМИ КОЛЕСАМИ

ОСИ КОЛЕС СКРЕЩИВАЮТСЯ

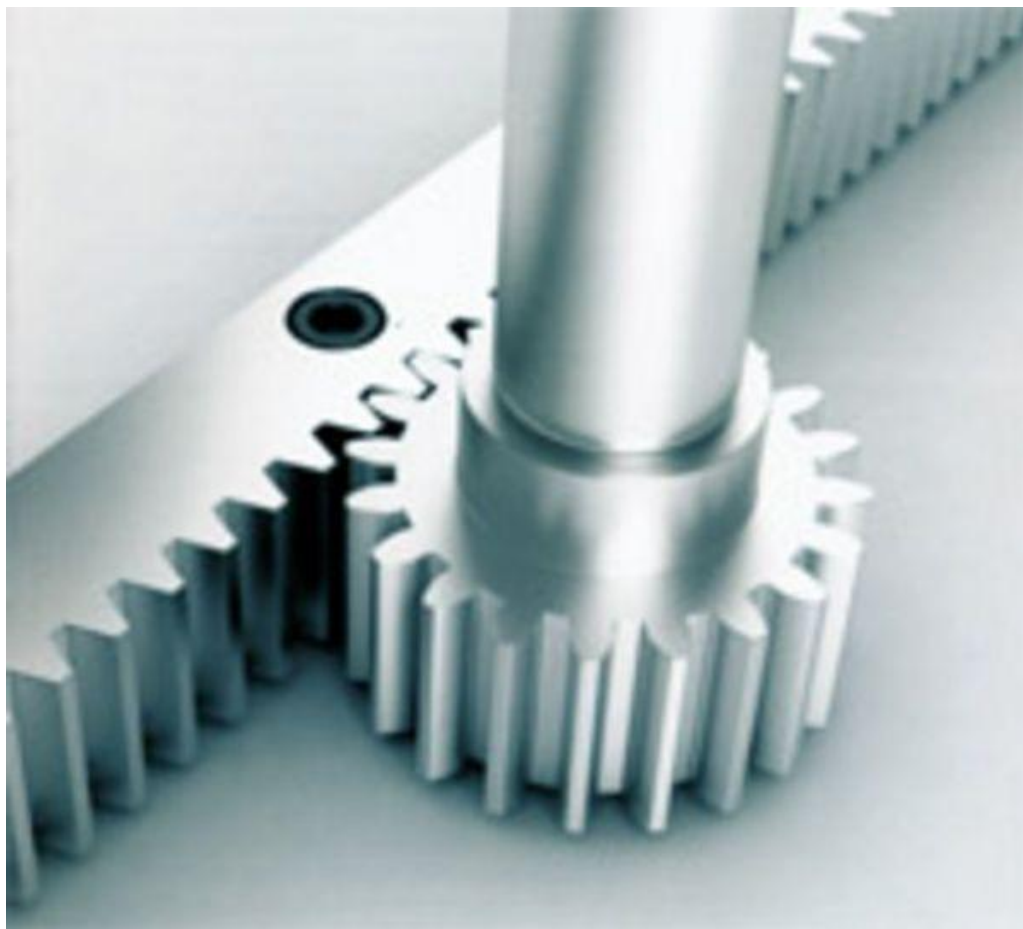


ВИНТОВАЯ

Зубчатые передачи могут быть  
**с внешним** и  
**с внутренним** зацеплением.



Для преобразования вращательного движения в поступательное и наоборот применяют **зубчато-реечную передачу**



**По расположению зубьев** на колесах различают передачи



**прямозубые**



**косозубые**



**шевронные**



**криволинейные**

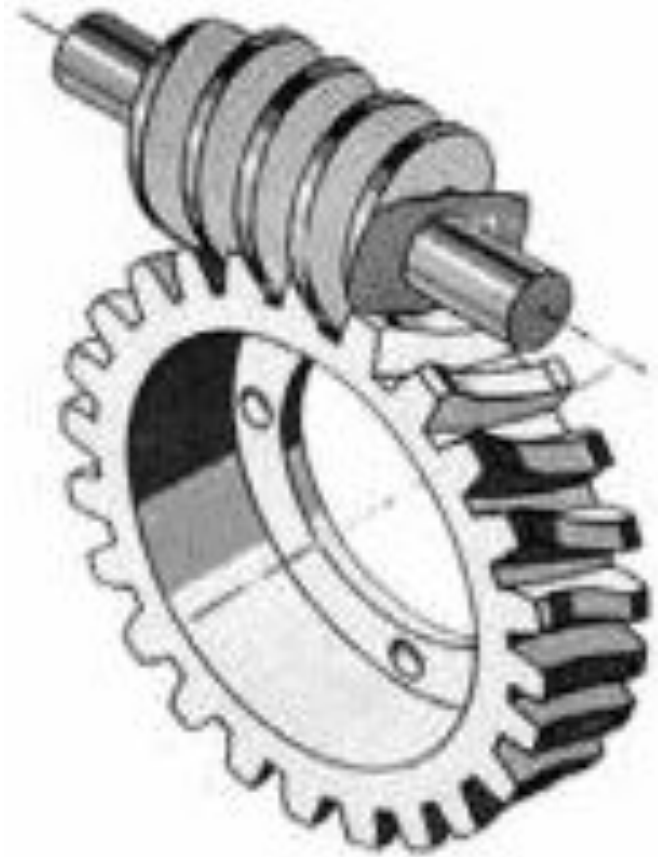
Колеса с наклонными зубьями обладают **большей несущей способностью**, работают плавно и с меньшим шумом.

# Червячные передачи

передают вращение между перекрещивающимися валами и относятся к зубчато-винтовым передачам.

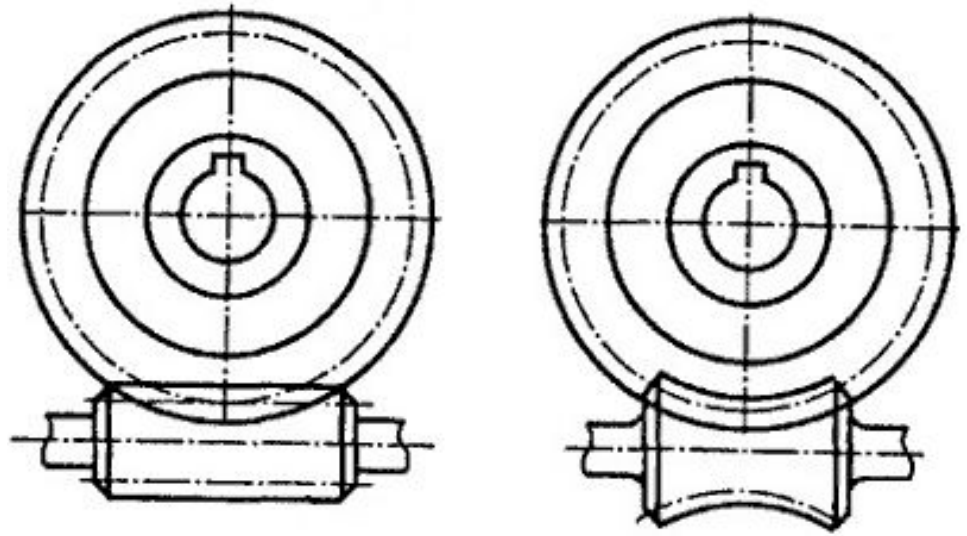
Они состоят из

**винта - червяка** и косозубого **червячного колеса** с зубьями особой формы.





Кроме **прямых** червяков изготавливают **вогнутые** или **глобоидные**, охватывающие зубья колеса на некоторой дуге. Передачи обладают **высокой несущей способностью** из-за большого числа зубьев, находящихся в зацеплении.



**Передаточное число** определяется из условия:

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1}$$

где  $n_1$  и  $n_2$  — частоты вращения червяка и колеса,  $\text{мин}^{-1}$ ;

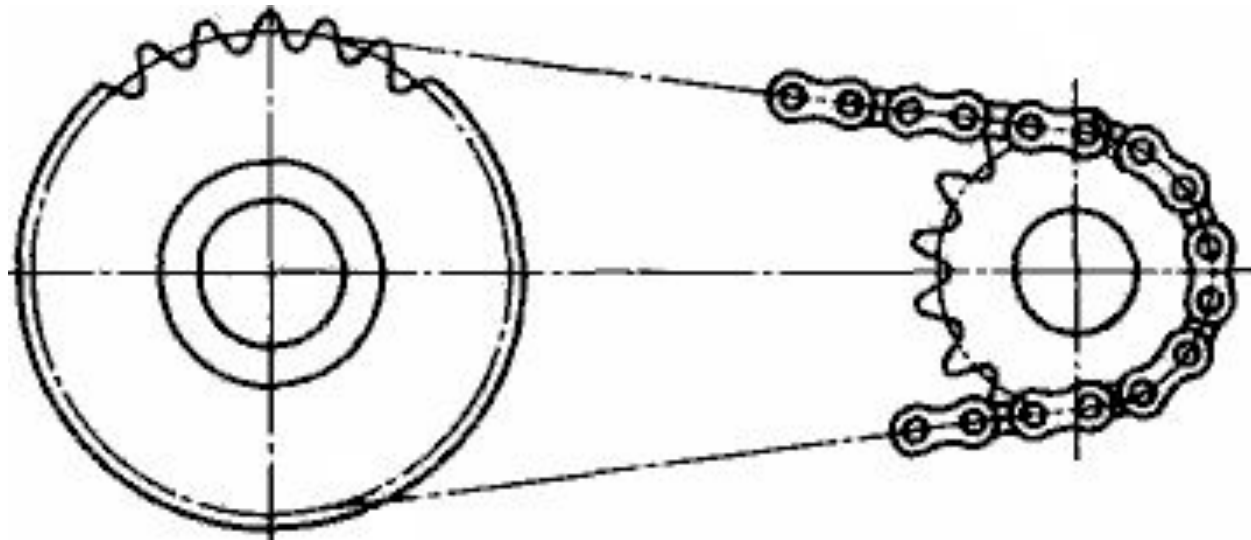
$z_1$  и  $z_2$  — число заходов червяка и число зубьев колеса.

В строительных машинах червячные передачи применяют с  $i = 8...60$  при количестве заходов червяка  $4...1$ .

# Цепные передачи

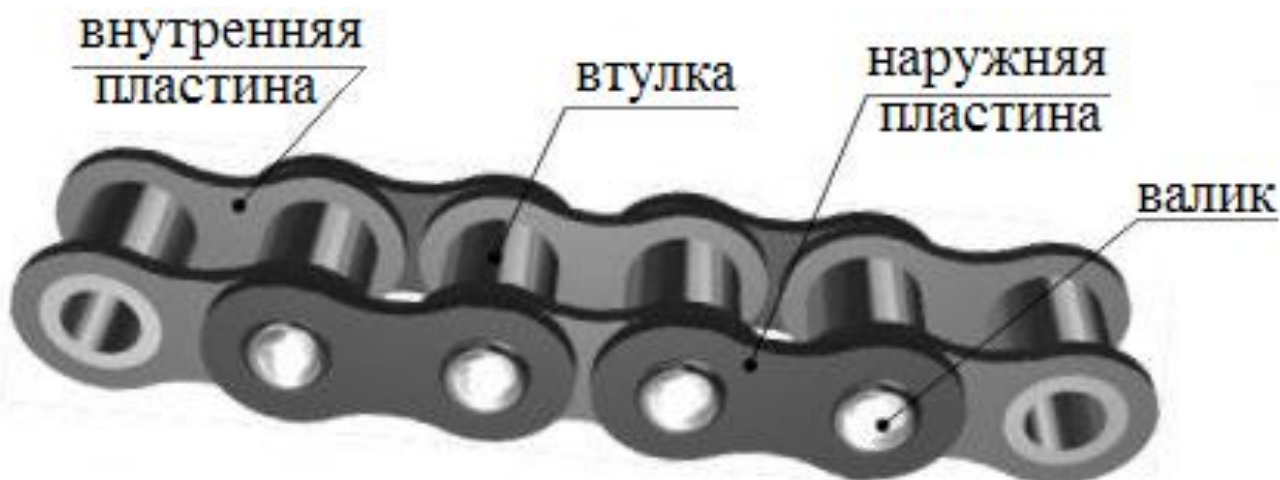
предназначены для **передачи движения** между двумя параллельными валами при большом расстоянии между ними (до **8 м**).

Передача состоит из ведущей и ведомой звездочек и цепи, охватывающей их.





В строительных машинах применяют **втулочно-роликовые цепи**. Состоящие из **валиков**, на которых насажены **наружные пластины** и поворачивающиеся **втулки**. На втулки напрессованы **внутренние пластины** и посажены **ролики**.

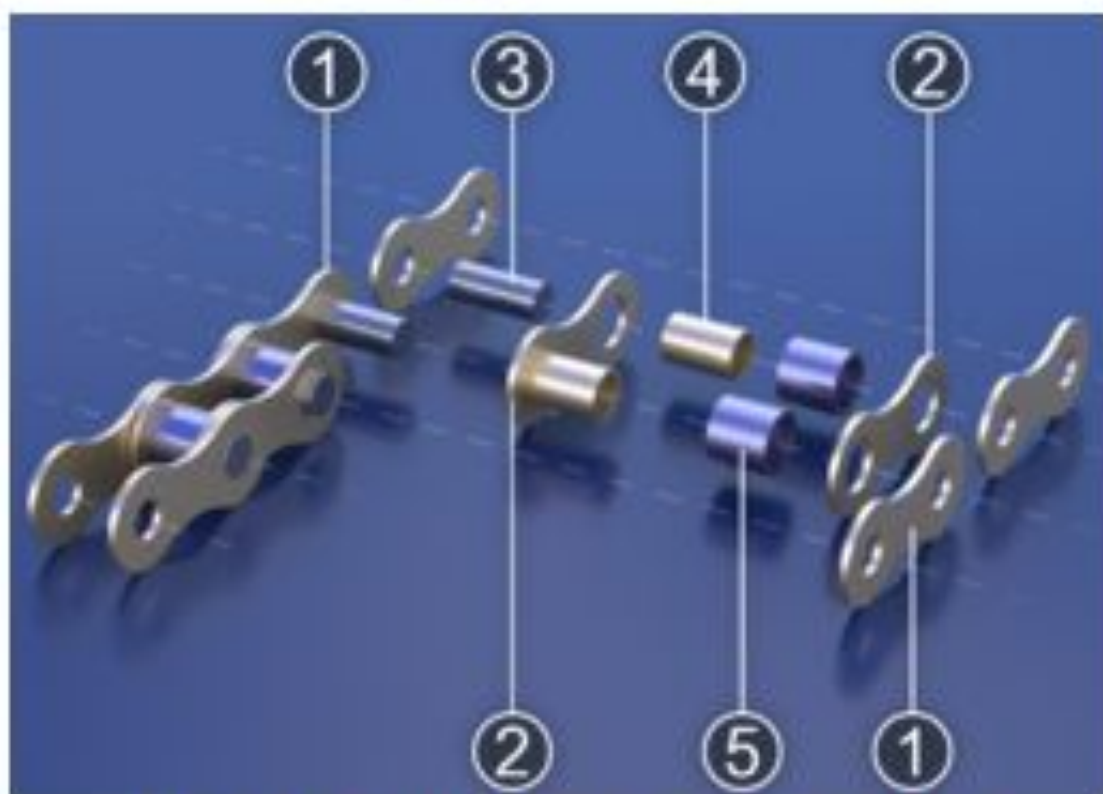


**Пример условного обозначения цепи:**

**2 ПВ - 9,525 - 20,0 ГОСТ 13568-97**

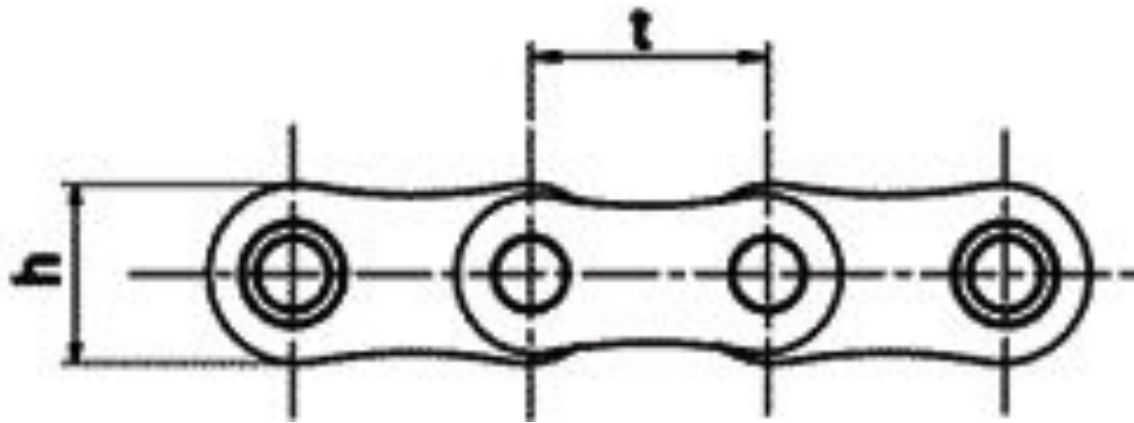
рядность цепи      приводная втулочная      шаг цепи, мм      разрушающая нагрузка, кН      нормативный документ

## Конструкция цепи

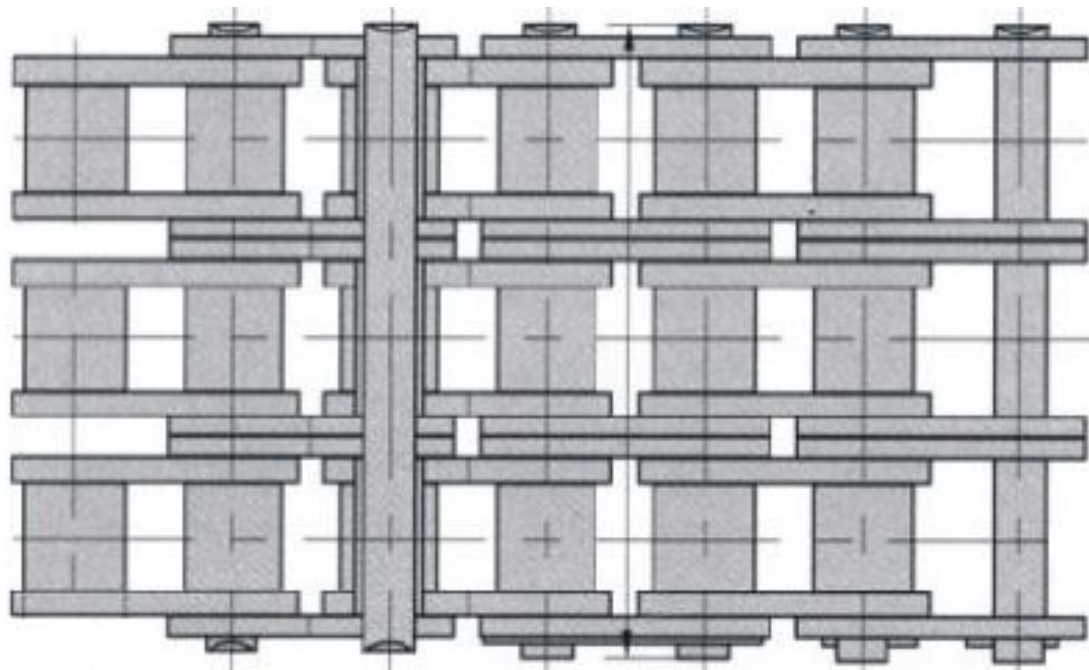


1. Наружная пластина
2. Внутренняя пластина
3. Валик
4. Втулка
5. Ролик

В конвейерах, рабочих  
органах цепных  
экскаваторов  
используют  
**длиннозвенные  
втулочные цепи.**



Параметры цепи  
определяют из **шага  $t$** ,  
по которому они  
приводятся в ГОСТах.  
Применяют  
**однорядные** и  
**многорядные**  
передачи.



## Достоинства цепных передач:

- возможность передачи движения на **значительные** расстояния;
- меньшие, чем у ременных передач, **габариты**, отсутствие **скольжения**;
- высокий **КПД**, легкая замена цепи.

## Недостатки:

- быстрый **износ** шарниров, работающих в условиях попадания абразива;
- требуют более сложного ухода – **смазки**, регулировки в сравнении с клиноременными передачами;
- **вибрации** и **шум** при высоких скоростях и невысокая точность элементов конструкции.