

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.**

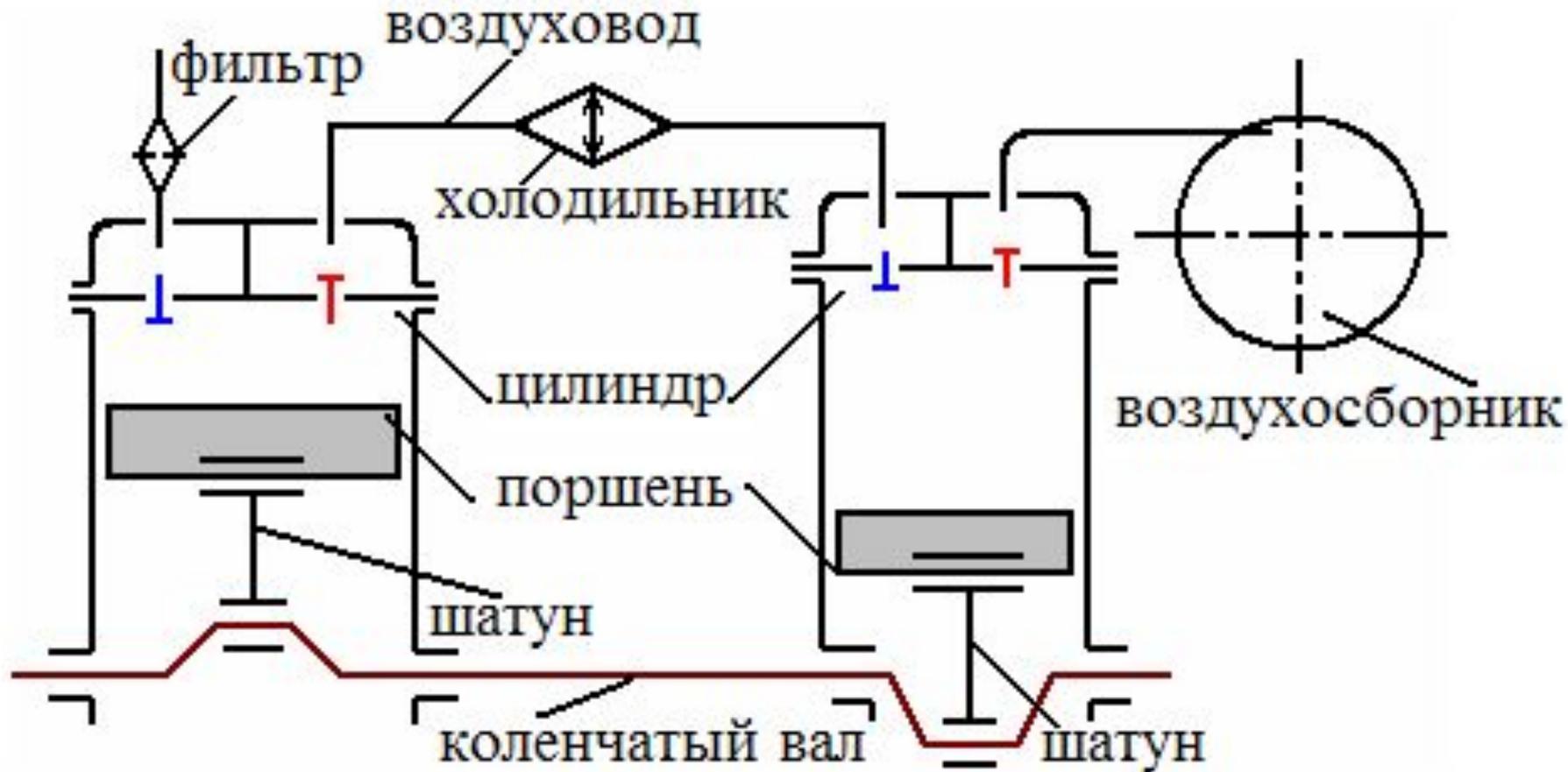
При производительности

▶ до **1 м³/мин** компрессоры

изготавливают с **одноступенчатым сжатием**, а

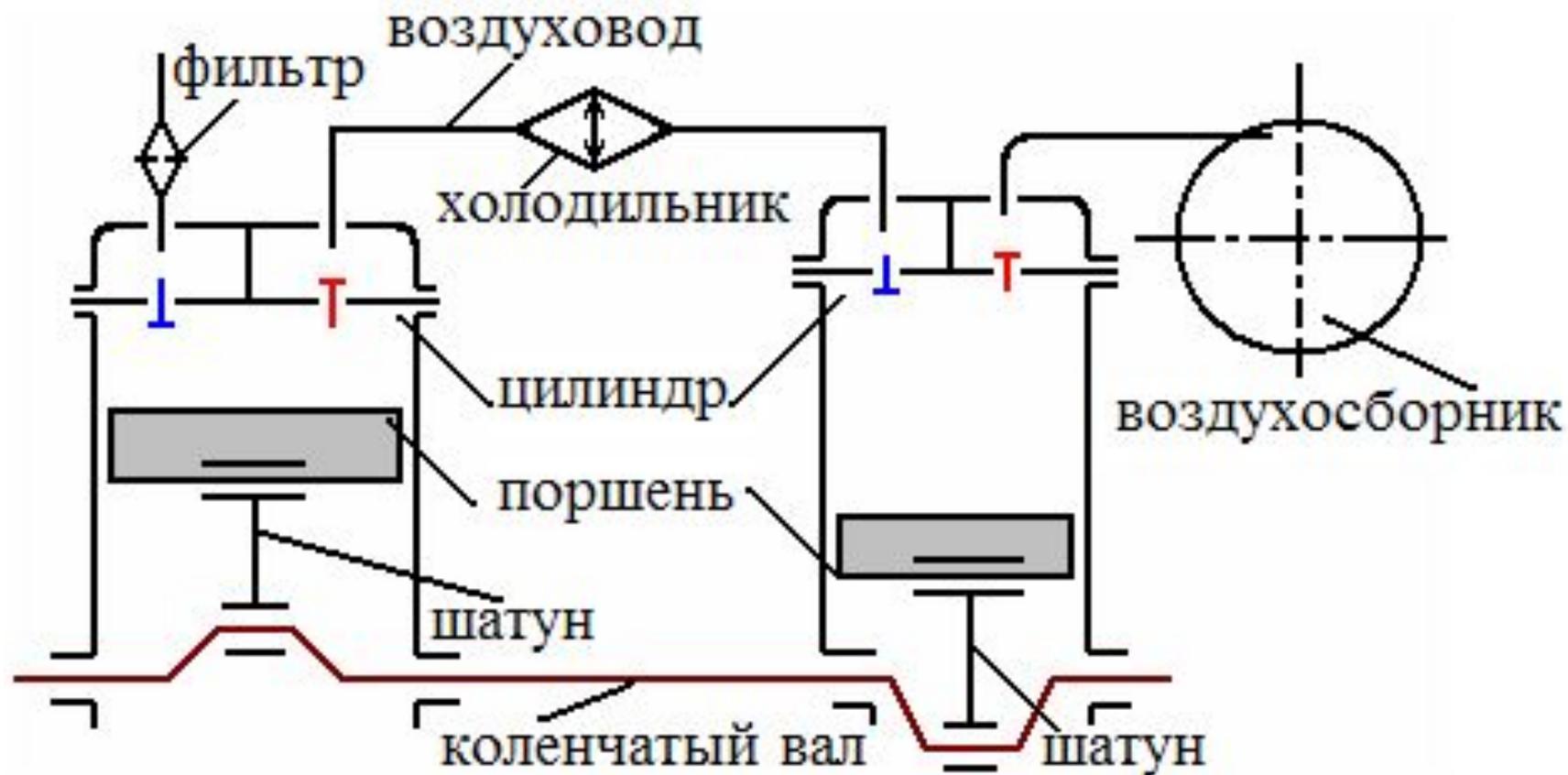
▶ при более высокой производительности — с **двухступенчатым.**

В двухступенчатых компрессорах коленчатый вал получает вращение от ДВС

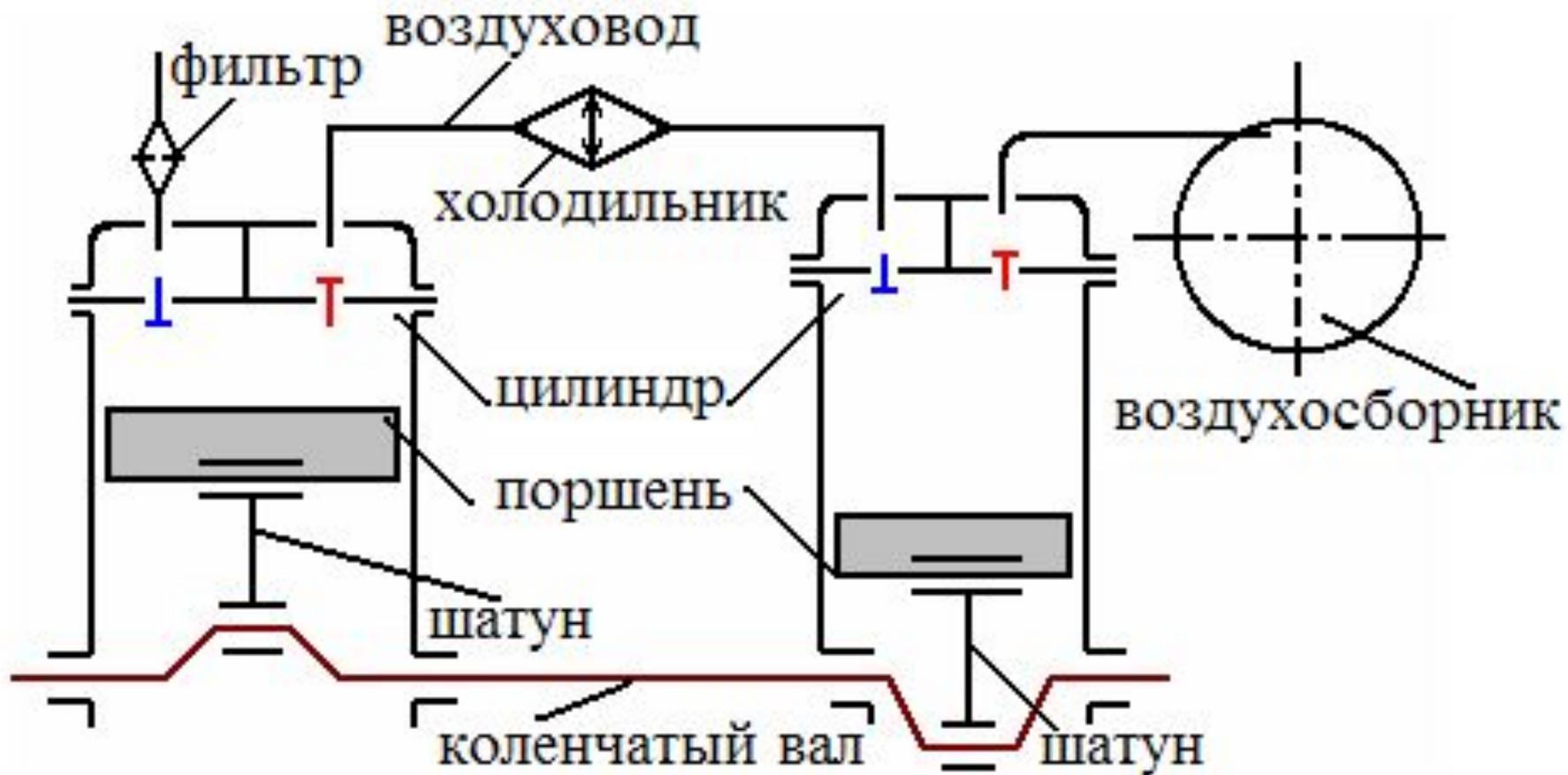


Вращение от **коленчатого вала** при помощи **шатун** преобразуется в возвратно-поступательное движение **поршней** в **цилиндрах**.

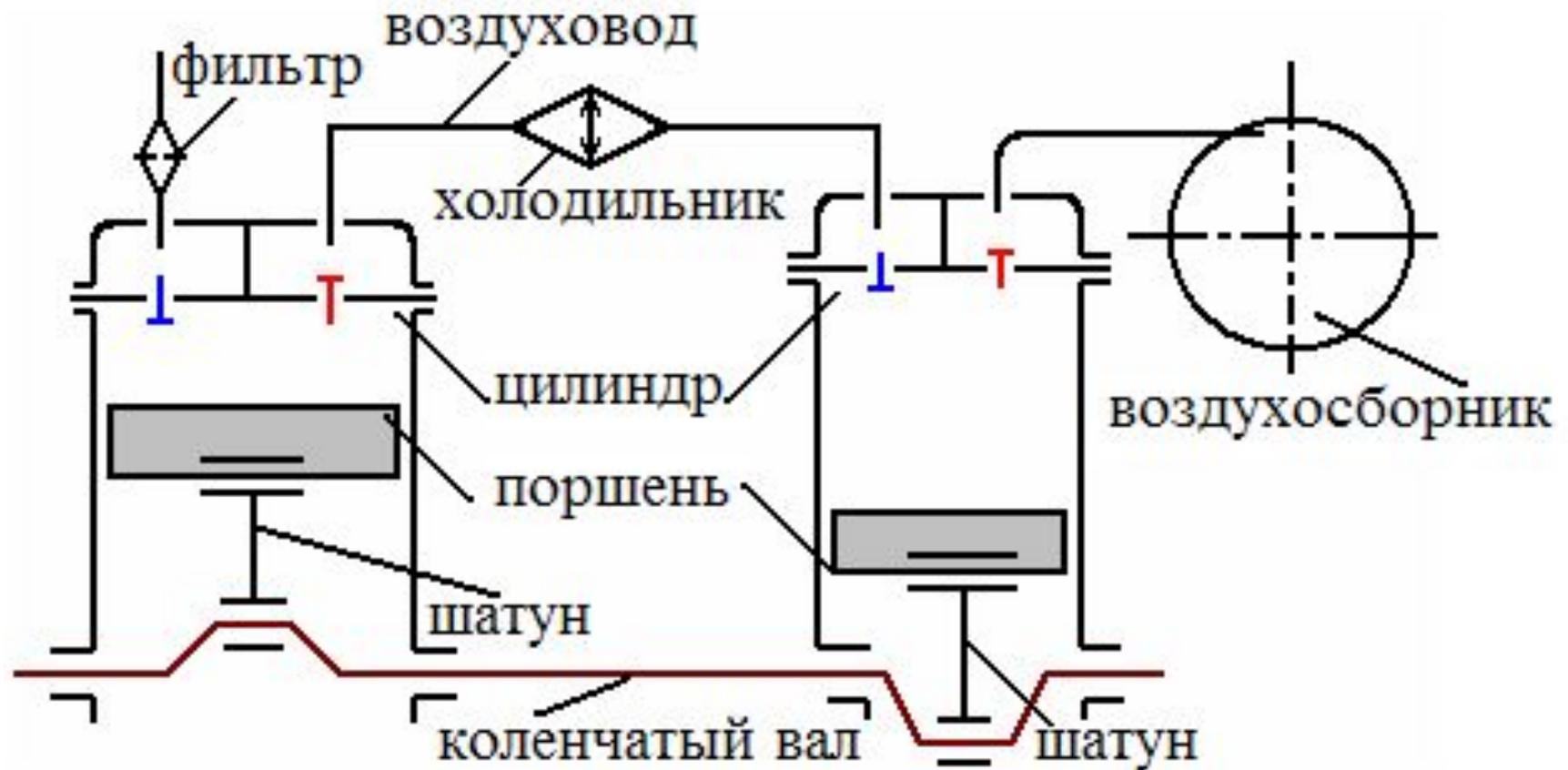
На крышках цилиндров установлены **всасывающие** и **нагнетательные** клапаны.



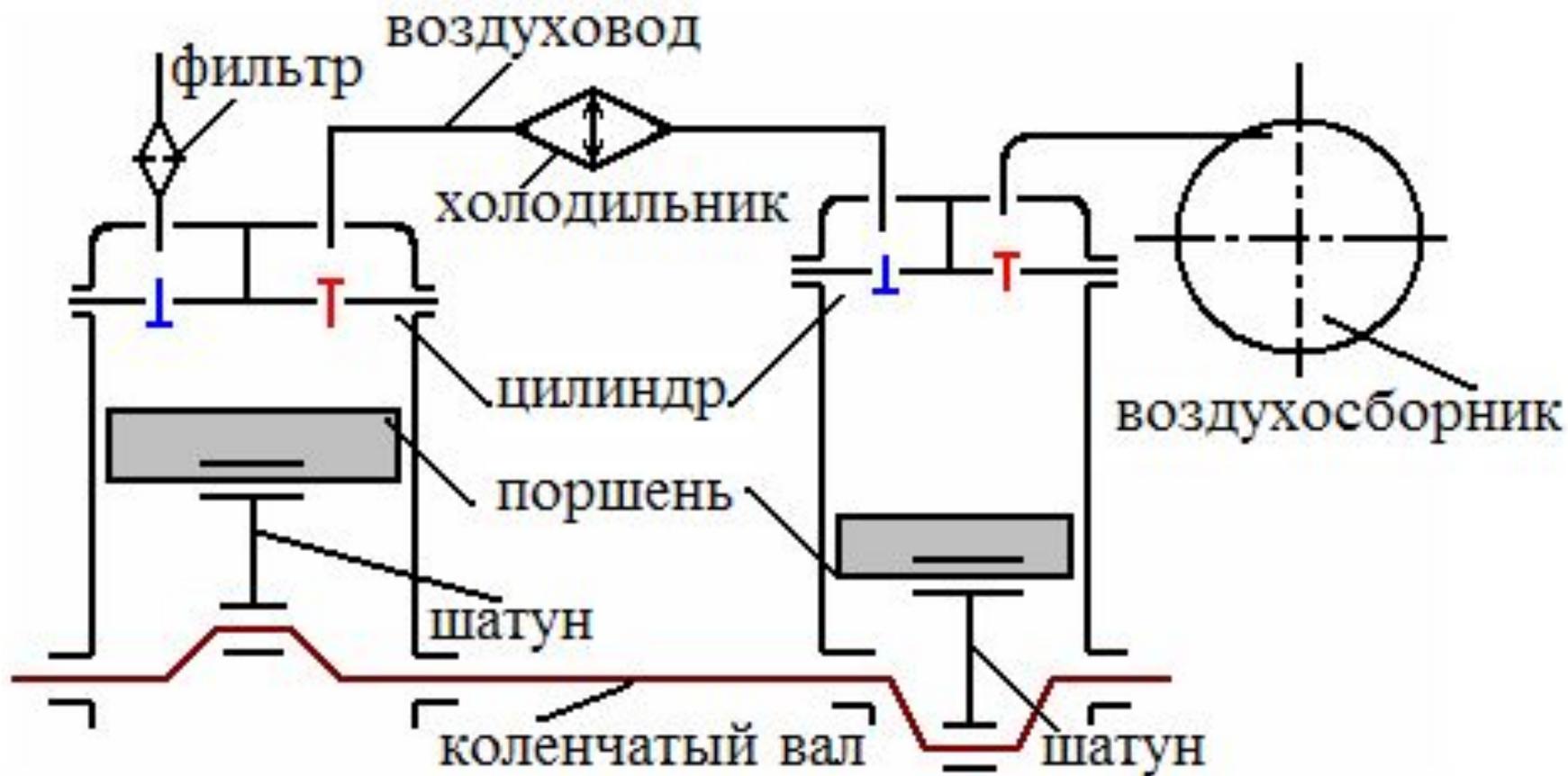
При движении **поршня вниз** создается **разрежение** и атмосферный воздух через **фильтр** и открытый **впускной клапан** всасывается в цилиндр.



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

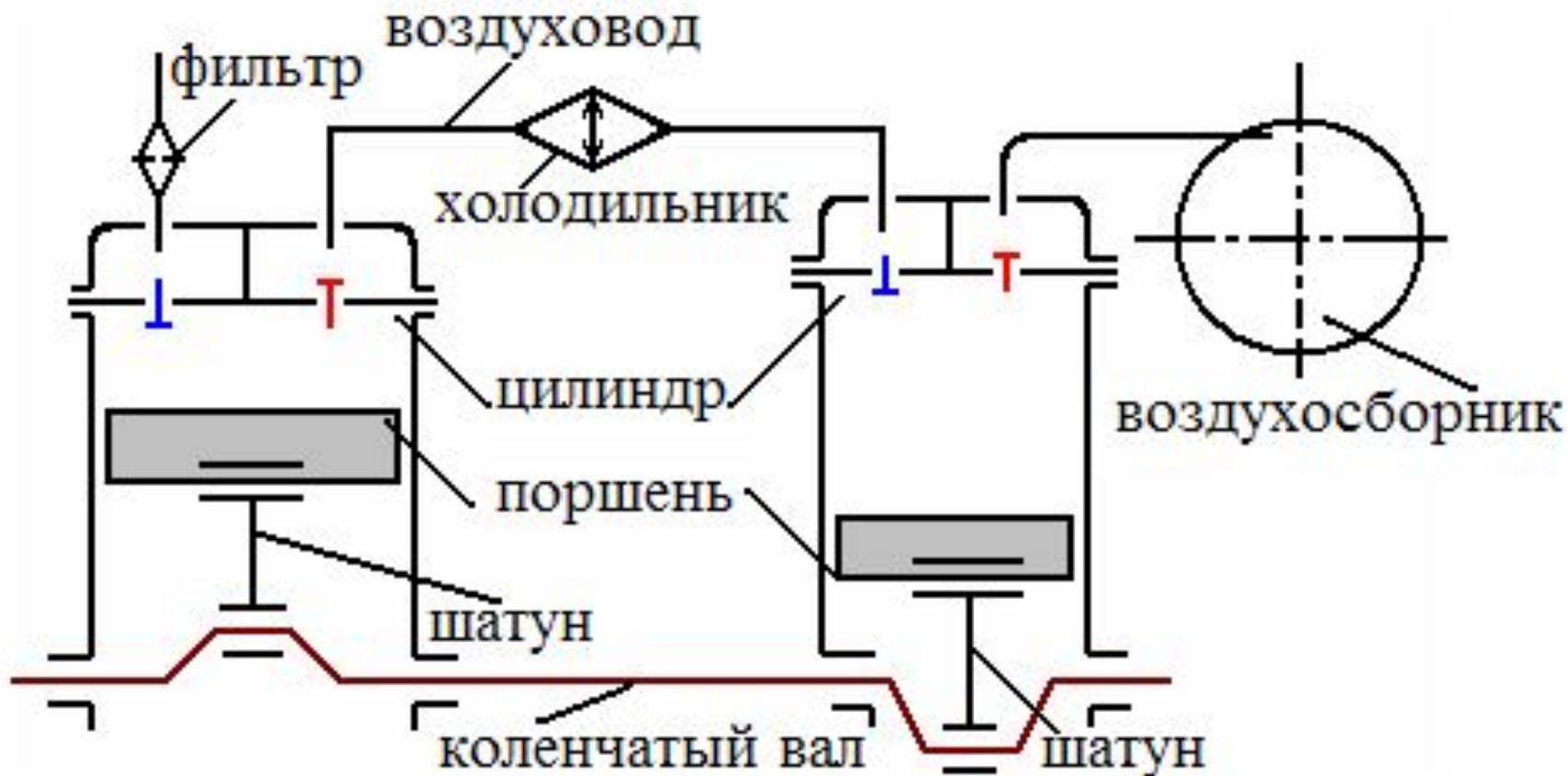


После сжатия в первой ступени до **0,2 МПа** (цилиндр низкого давления) воздух поступает по **воздуховоду** в **ХОЛОДИЛЬНИК** и затем в цилиндр второй ступени (цилиндр высокого давления).



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

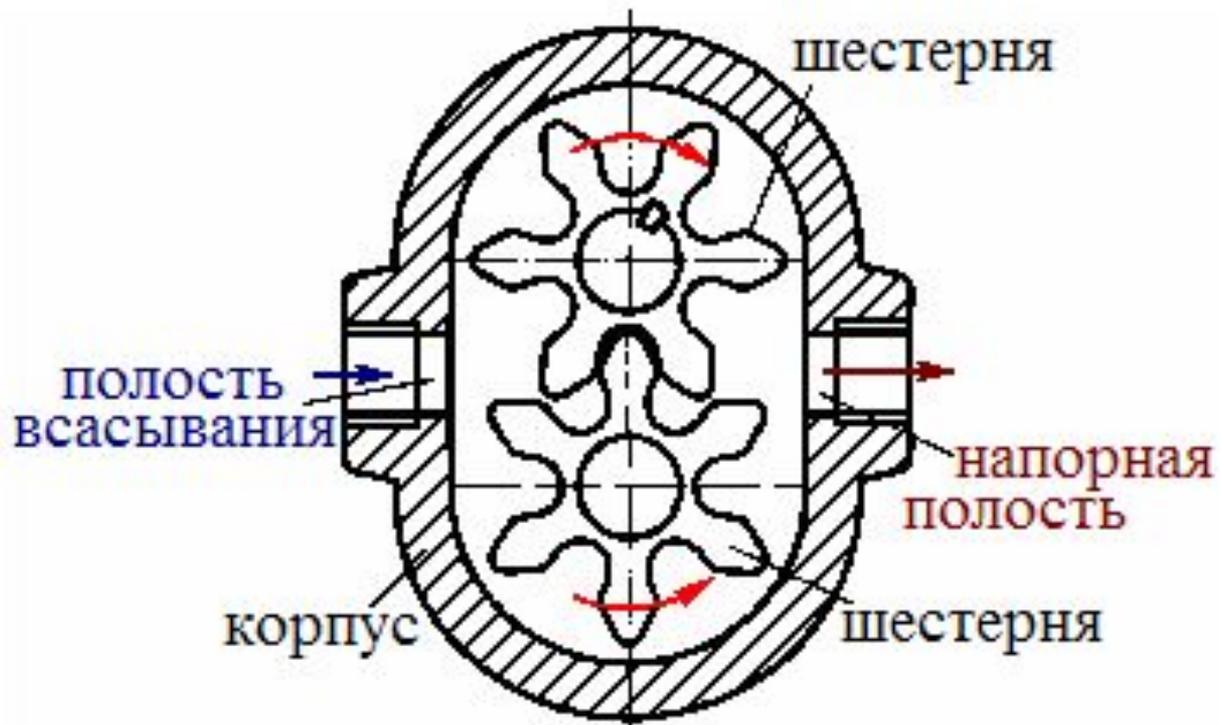
Производительность **компрессорных установок** - **20 м³/мин.**



Гидронасосы различают

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

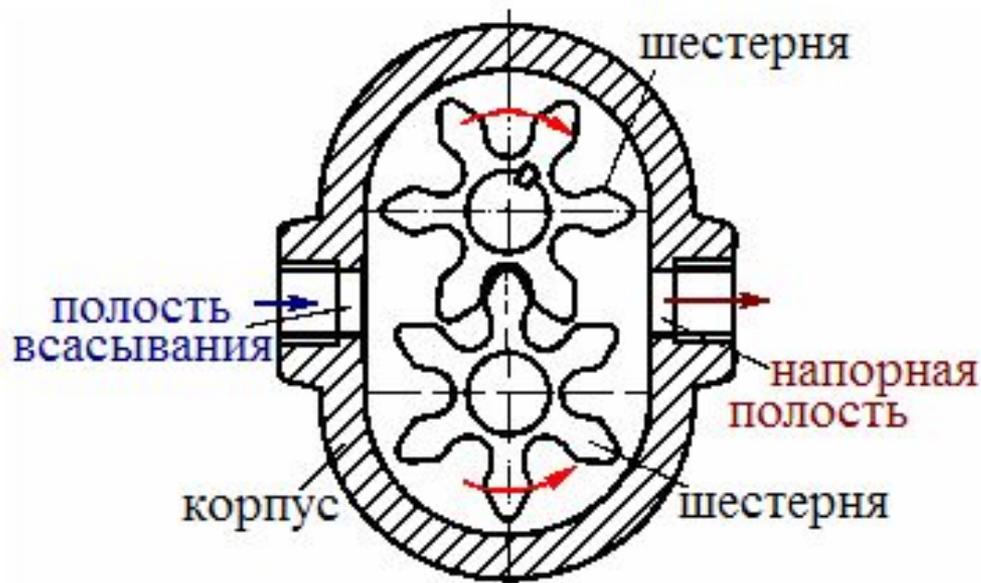
Шестеренчатый насос состоит из **корпуса** и **двух шестерен**.



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

вторая — вращается свободно на оси.

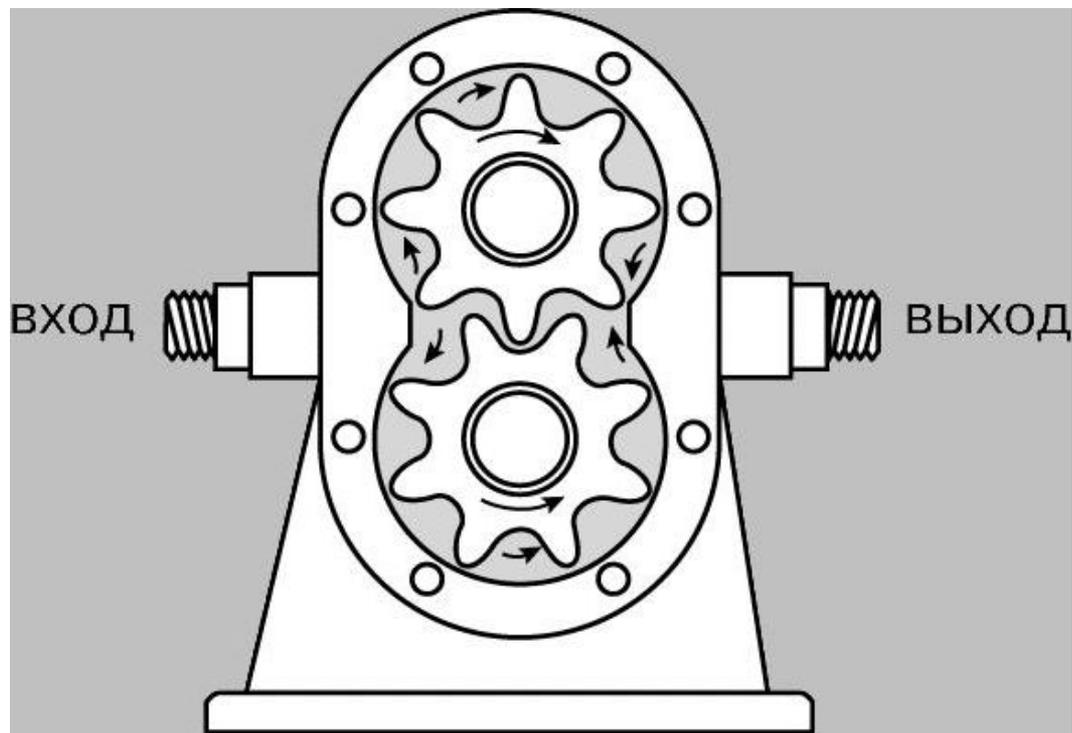
При вращении шестерен жидкость, находящаяся между зубьями, переносится вдоль стенок корпуса из **ПОЛОСТИ всасывания** в **напорную полость**.



Насосы имеют **постоянную подачу** жидкости и работают в диапазоне **частот вращения 500-2500 мин⁻¹**.

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

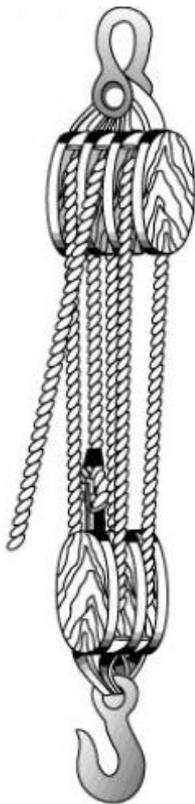
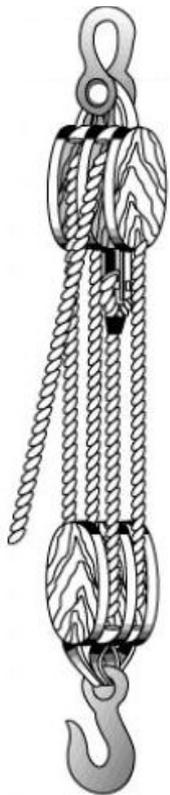
• **муфтами,**

• **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⁻¹:

$$M_k = 159 P/n$$

Крутящие моменты

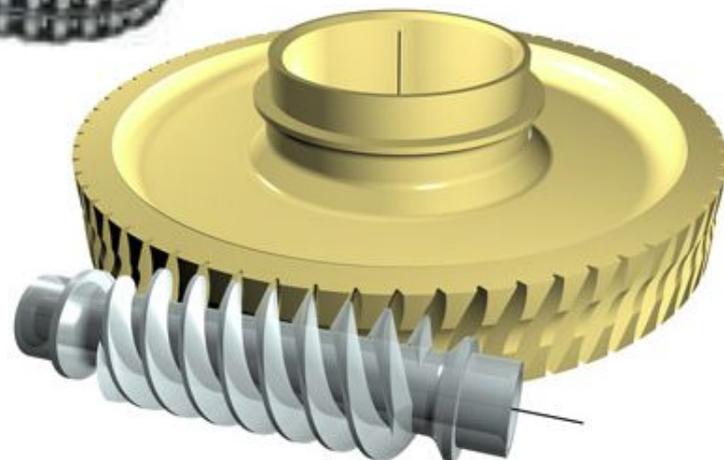
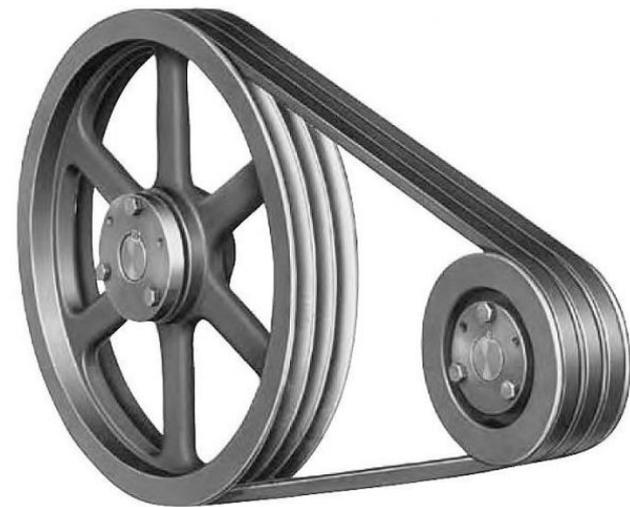
на ведущем M_{k1} и

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, находящимся на значительном расстоянии.

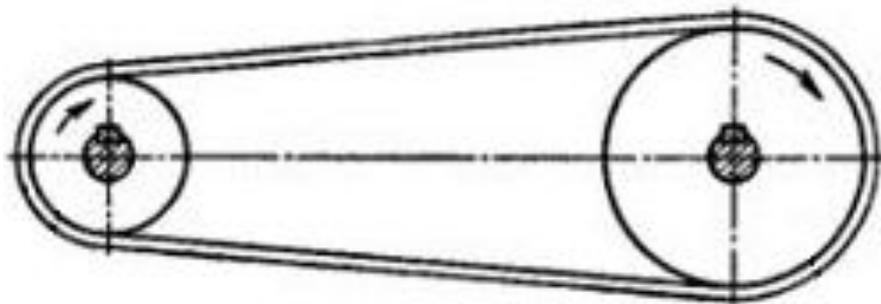
Состоят из закрепленных на валах

- ведущего и
- ведомого

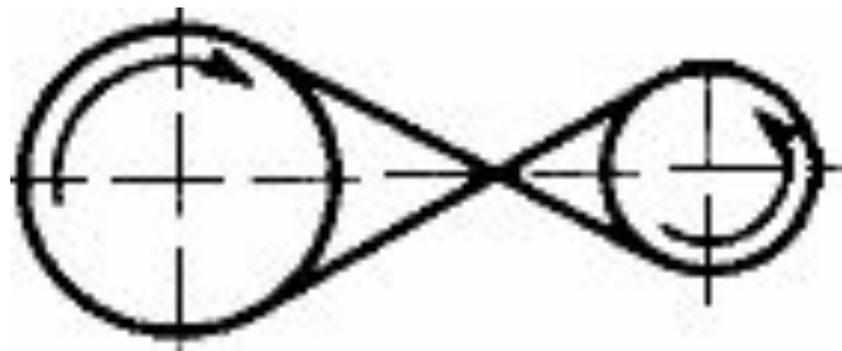
шкивов, охваченных **ремнями**.

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.

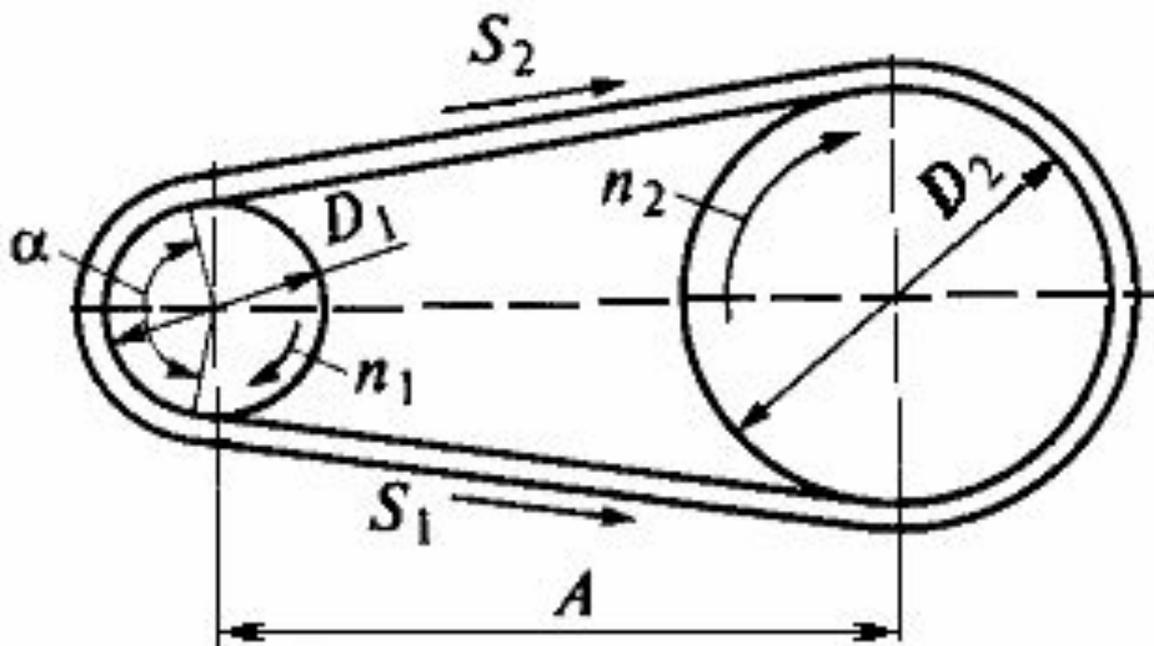


Окружное усилие F , передаваемое
ременной передачей, равно разности между
натяжениями

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.

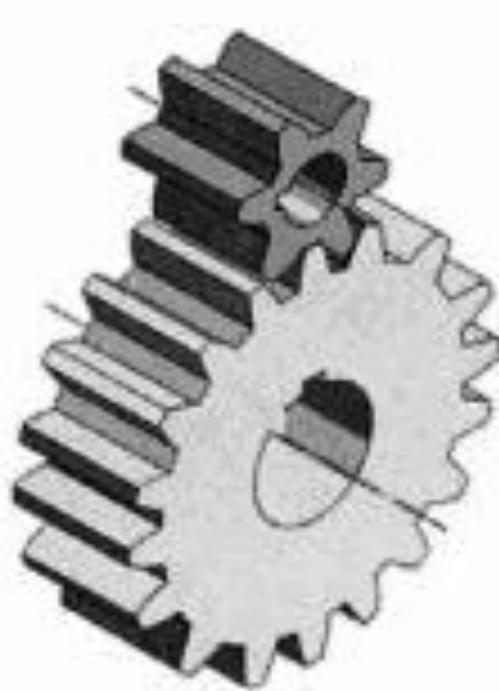
Состоит из пар зубчатых колес, находящихся в зацеплении.

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

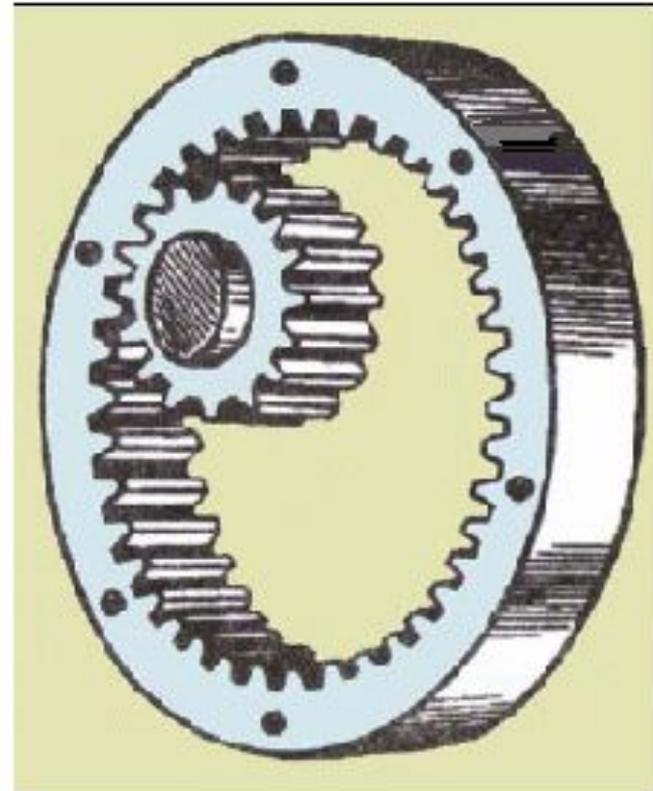
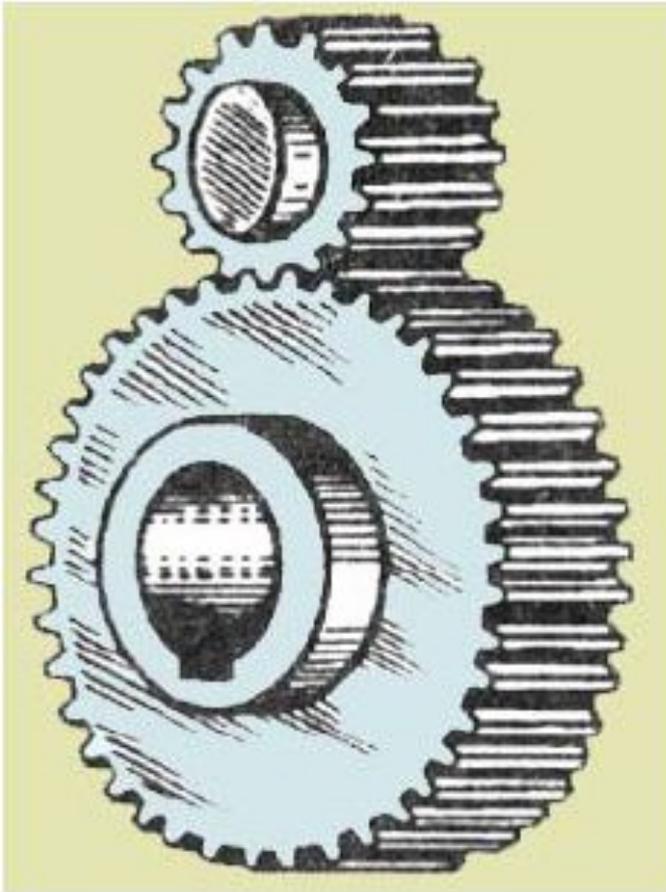
КРИВОЗУБЫМИ КОЛЕСАМИ

ОСИ КОЛЕС СКРЕЩИВАЮТСЯ

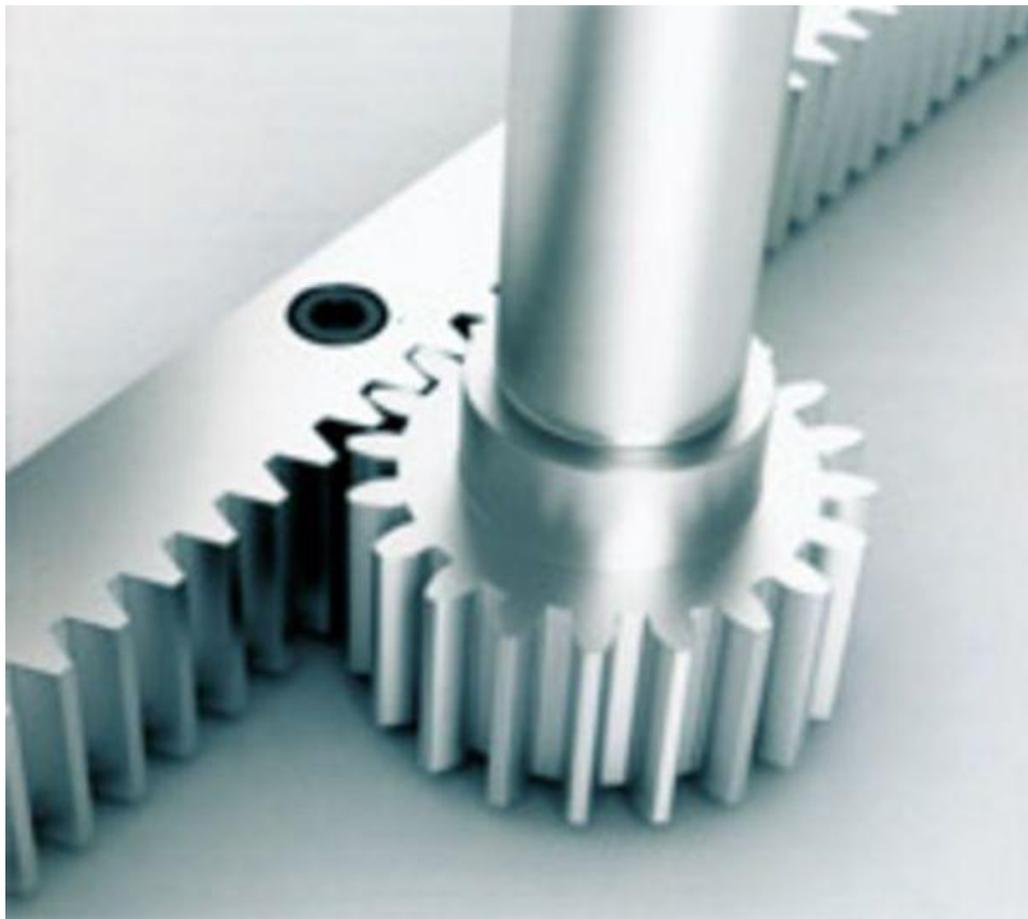


ВИНТОВАЯ

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

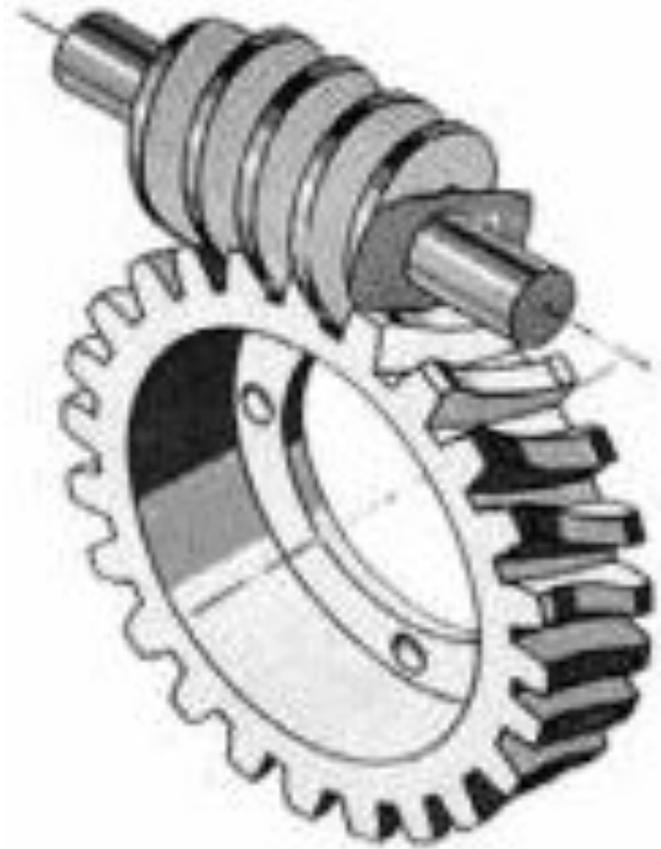
Колеса с наклонными зубьями обладают **большей несущей способностью**, работают плавно и с меньшим шумом.

Червячные передачи

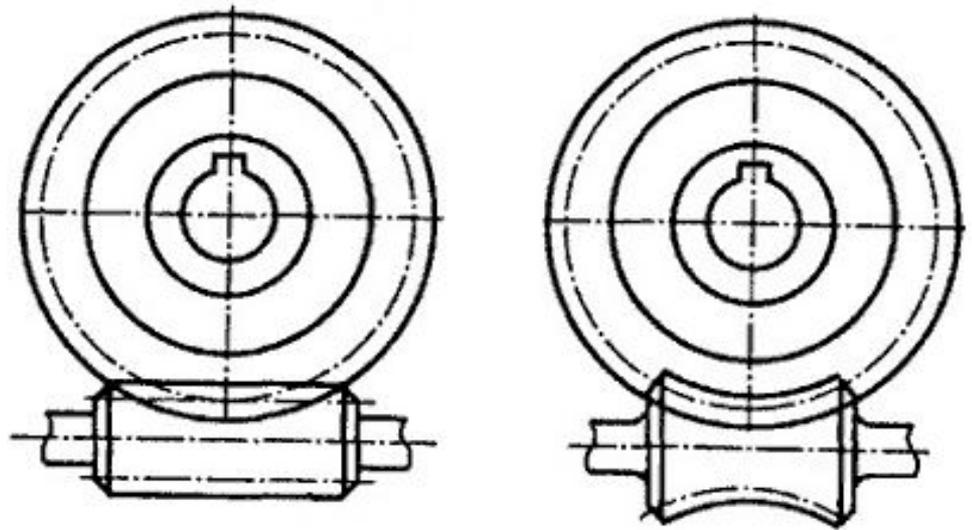
передают вращение между перекрещивающимися валами и относятся к зубчато-винтовым передачам.

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, мин^{-1} ;

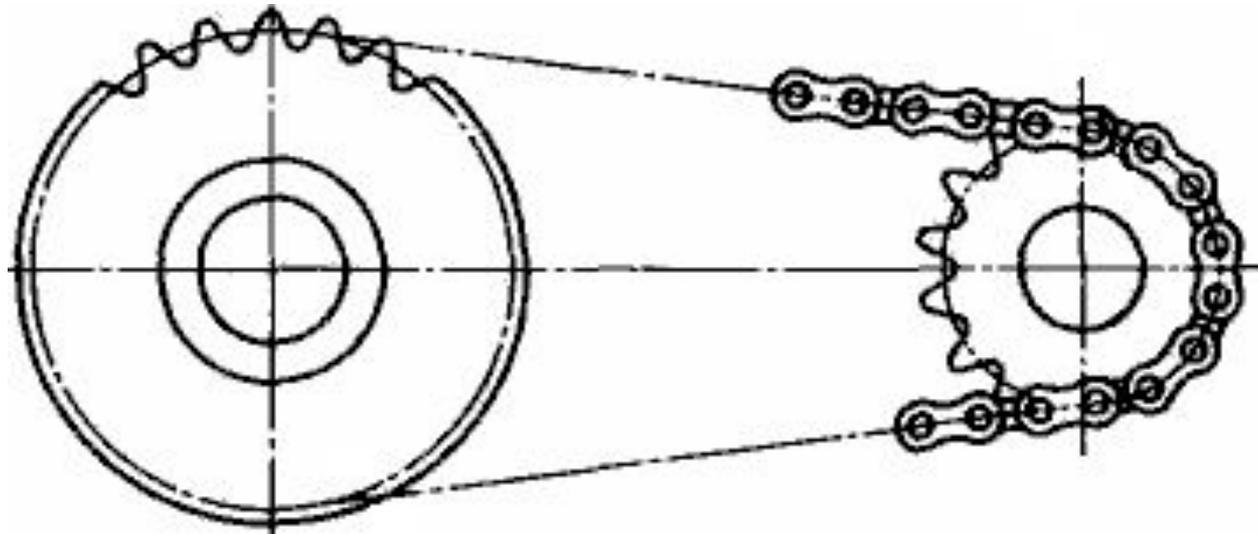
z_1 и z_2 — число заходов червяка и число зубьев колеса.

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

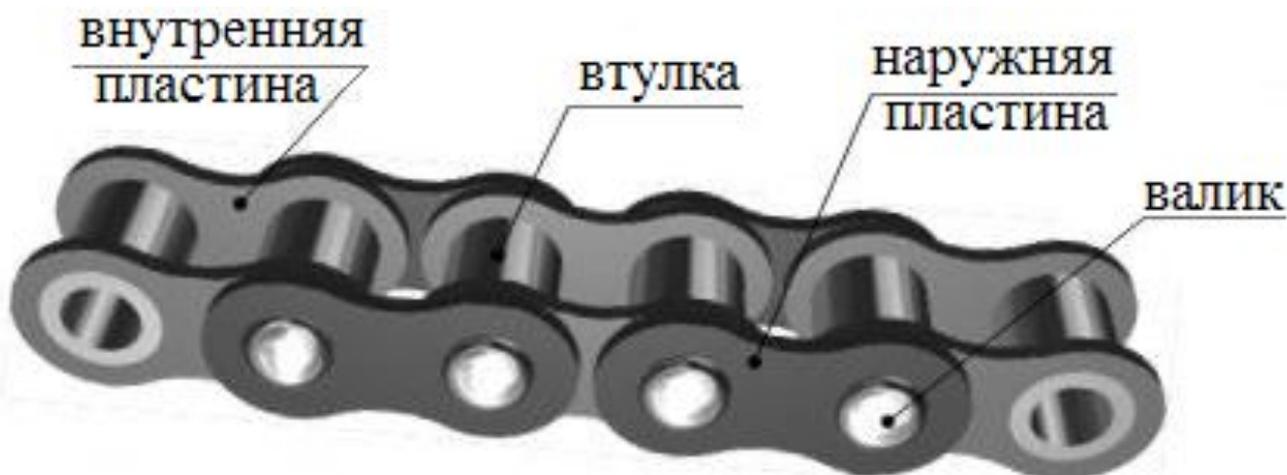
Цепные передачи

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**.

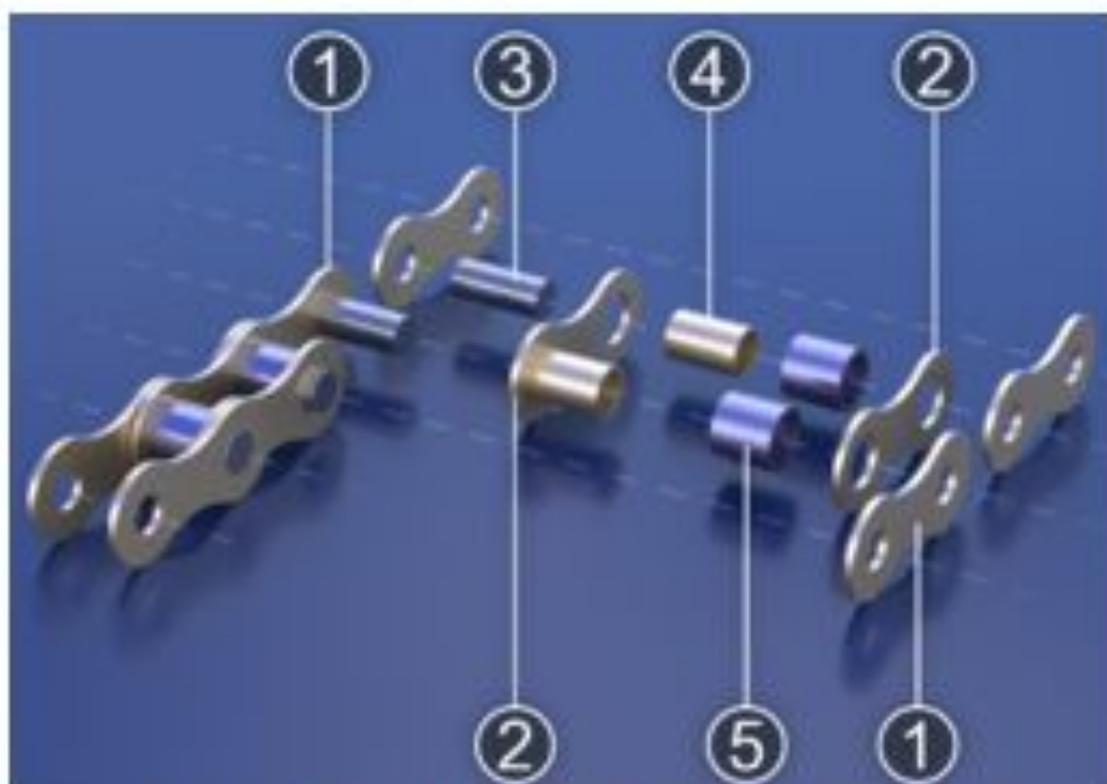


Пример условного обозначения цепи:

2 ПВ - 9,525 - 20,0 ГОСТ 13568-97

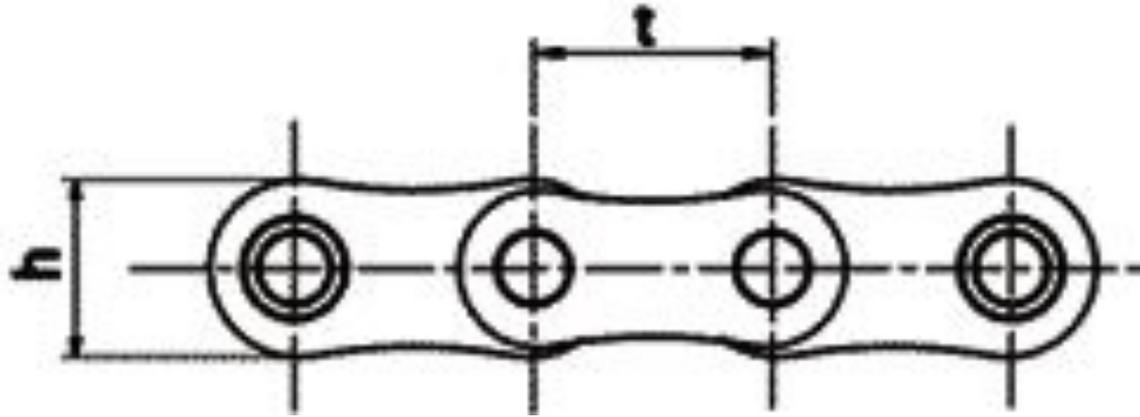
рядность цепи приводная втулочная шаг цепи, мм разрушающая нагрузка, кН нормативный документ

Конструкция цепи

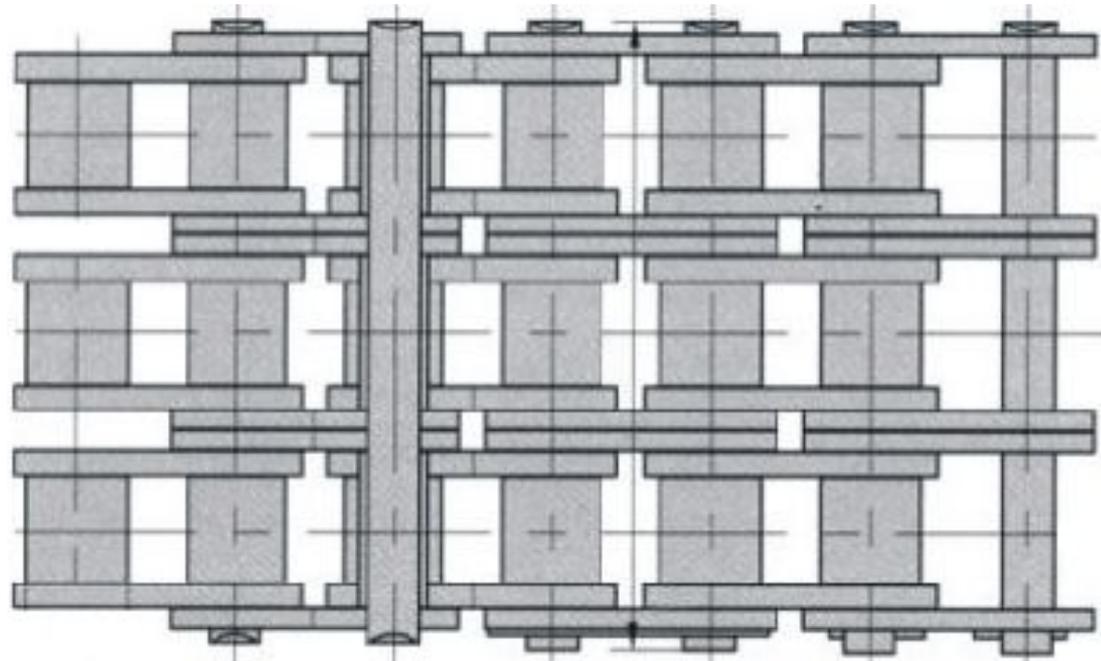


1. Наружная пластина
2. Внутренняя пластина
3. Валик
4. Втулка
5. Ролик

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.