

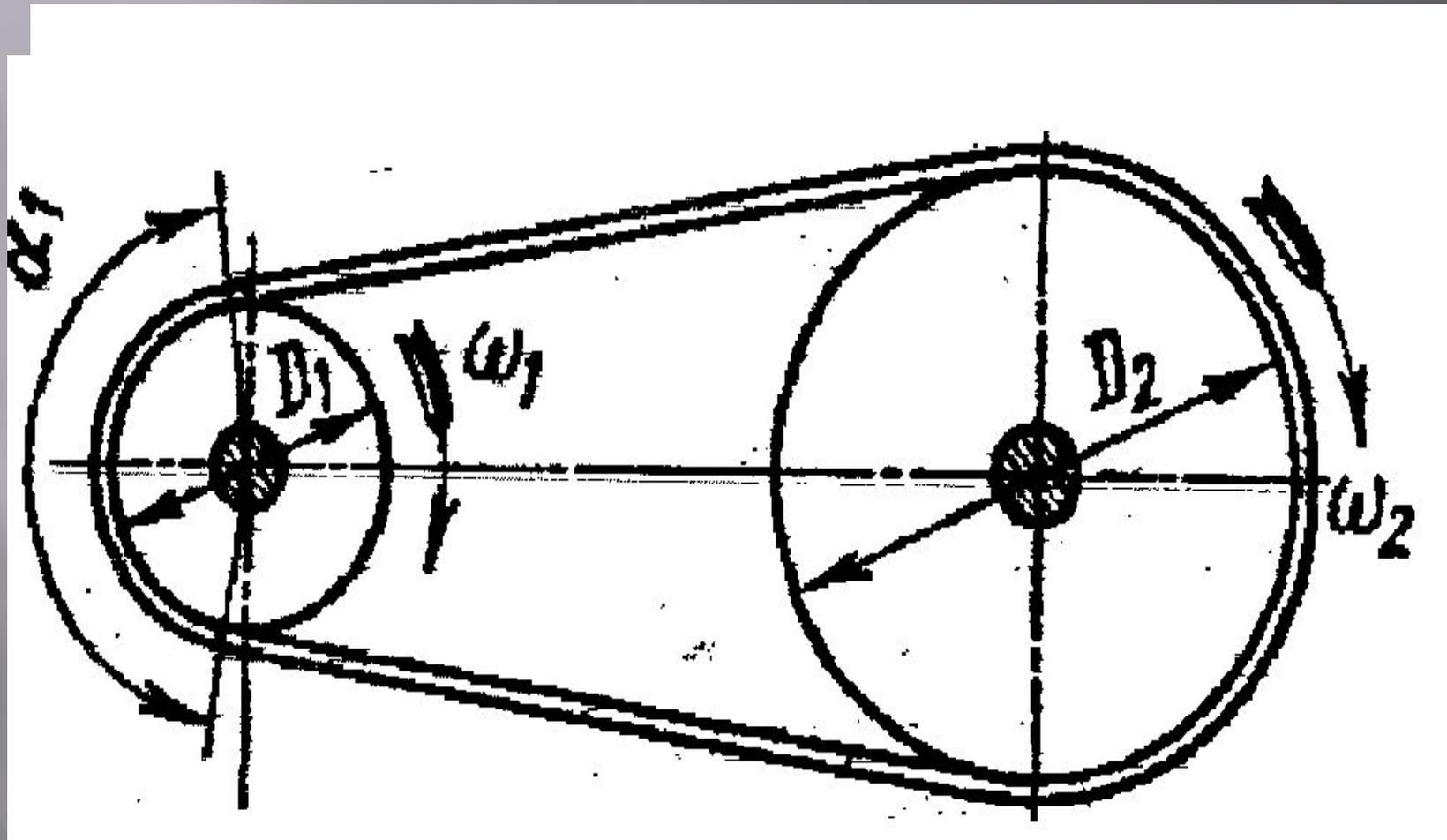
# РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Выполнил: Иванов Алгыс гр.АиАХ-14а

## Ременные передачи

Являются разновидностью фрикционных передач, где движение передаётся посредством специального кольцевого замкнутого ремня. Ременные передачи применяются для привода агрегатов от электродвигателей малой и средней мощности; для привода от маломощных двигателей внутреннего сгорания.

## Схема ременной передачи



## ОСНОВНЫЕ СЕЧЕНИЯ РЕМНЕЙ

- ▣ Ремни имеют различные сечения:
- ▣ а) плоские, прямоугольного сечения;
- ▣ б) трапециевидные, клиновые;
- ▣ в) круглого сечения;
- ▣ г) поликлиновые.

- ▣ **Достоинства ременных передач:**
- ▣ передача движения на средние расстояния;
- ▣ плавность работы и бесшумность;
- ▣ возможность работы при высоких оборотах;
- ▣ дешевизна.
- ▣ **Недостатки ременных передач:**
- ▣ большие габариты передачи;
- ▣ неизбежное проскальзывание ремня;
- ▣ высокие нагрузки на валы и опоры из-за натяжения ремня;
- ▣ потребность в натяжных устройствах;
- ▣ опасность попадания масла на ремень;
- ▣ малая долговечность при больших скоростях.

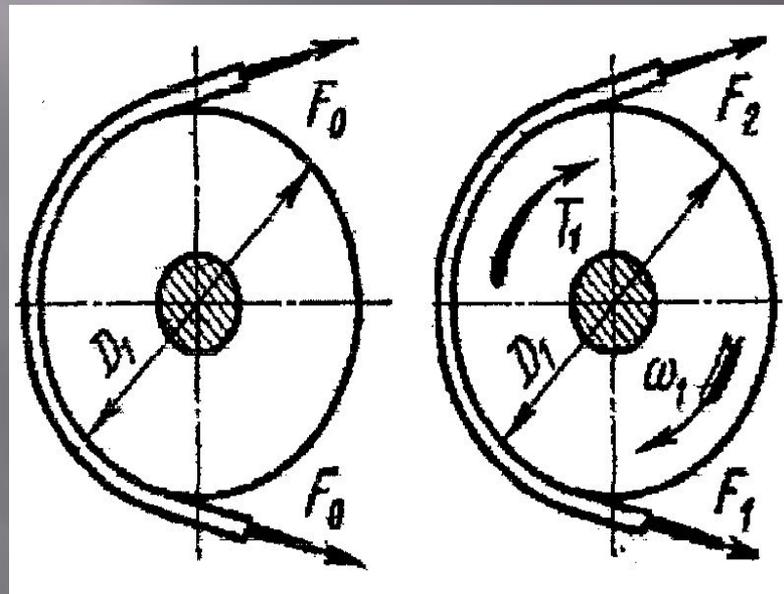
## Виды натяжения ремней

- Для создания трения ремень надевают с предварительным натяжением  $F_0$ . В покое или на холостом ходу ветви ремня натянуты одинаково. При передаче вращающего момента  $T_1$  натяжения в ветвях перераспределяются: ведущая ветвь натягивается до силы  $F_1$ , а натяжение ведомой ветви уменьшается до  $F_2$ . Составляя уравнение равновесия моментов относительно оси вращения имеем  $-T_1 + F_1 D_1 / 2 - F_2 D_2 / 2 = 0$  или  $F_1 - F_2 = F_t$ , где  $F_t$  – окружная сила на шкиве  $F_t = 2T_1 / D_1$ .

## Силы в ветвях ремня

- При холостом ходе и с нагрузкой

СИЛЫ В ВЕТВЯХ РЕМНЯ



ХОЛОСТОЙ ХОД

С НАГРУЗКОЙ

Общая длина ремня не зависит от нагрузки , следовательно, суммарное натяжение ветвей остаётся постоянным:  $F_1 + F_2 = 2F_0$ . Таким образом, получаем систему двух уравнений с тремя неизвестными:

- ▣ 
$$F_1 = F_0 + F_t/2; \quad F_2 = F_0 - F_t/2.$$
- ▣ Эти уравнения устанавливают изменение натяжения ветвей в зависимости от нагрузки  $F_t$ , но не показывают нам тяговую способность передачи, которая связана с силой трения между ремнём и шкивом. Такая связь установлена Л.Эйлером с помощью дифференциального анализа.



Рассмотрим элементарный участок ремня  $d\varphi$ . Для него  $dR$  – нормальная реакция шкива на элемент ремня,  $fdR$  – элементарная сила трения. По условию равновесия суммы моментов

$$rF + rfdR - r(F + dF) = 0.$$

- ▣ Сумма горизонтальных проекций сил:
- ▣  $dR - F\sin(d\varphi/2) - (F+dF)\sin(d\varphi/2) = 0.$
- ▣ Отбрасывая члены второго порядка малости и помня, что синус бесконечно малого угла равен самому углу, Эйлер получил простейшее дифференциальное уравнение:  $dF/F = f d\varphi.$

- Интегрируя левую часть этого уравнения в пределах от  $F_1$  до  $F_2$ , а правую часть в пределах угла обхвата ремня получаем:  $F_1 = F_2 e^{f\alpha}$ .
- Теперь стало возможным найти все неизвестные силы в ветвях ремня:
  - $F_1 = F_t e^{f\alpha} / (e^{f\alpha} - 1); \quad F_2 = F_t / (e^{f\alpha} - 1);$
  - $F_o = F_t (e^{f\alpha} + 1) / 2(e^{f\alpha} - 1).$
- При круговом движении ремня на него действует **центробежная сила**
- $F_v = \rho S v^2$ , где  $S$  - площадь сечения ремня.

## Напряжения в ремне

- **В ремне действуют следующие напряжения:**
  - предварительное напряжение (от силы натяжения  $F_o$ )  $\sigma_o = F_o / S$ ;
  - "полезное" напряжение (от полезной нагрузки  $F_t$ )  $\sigma_n = F_t / S$ ;
  - напряжение изгиба  $\sigma_u = \delta E / D$   
( $\delta$  – толщина ремня,  $E$  – модуль упругости ремня,  $D$  – диаметр шкива);
  - напряжения от центробежных сил  
 $\sigma_v = F_v / S$ .

- **Наибольшее суммарное напряжение** возникает в сечении ремня в месте его набегания на малый ШКИВ



$$\sigma_{\max} = \sigma_o + \sigma_{\text{п}} + \sigma_u + \sigma_v.$$

- При этом напряжения изгиба не влияют на тяговую способность передачи, однако являются главной причиной усталостного разрушения ремня.

## Силы натяжения ветвей ремня

- ▣ Силы натяжения ветвей ремня (кроме центробежных) воспринимаются опорами вала. Равнодействующая нагрузка на опору
- ▣ 
$$F_r \approx 2 F_o \cos(\beta/2).$$
- ▣ Обычно эта радиальная нагрузка на опору в 2 ... 3 раза больше передаваемой ремнём вращающей силы.

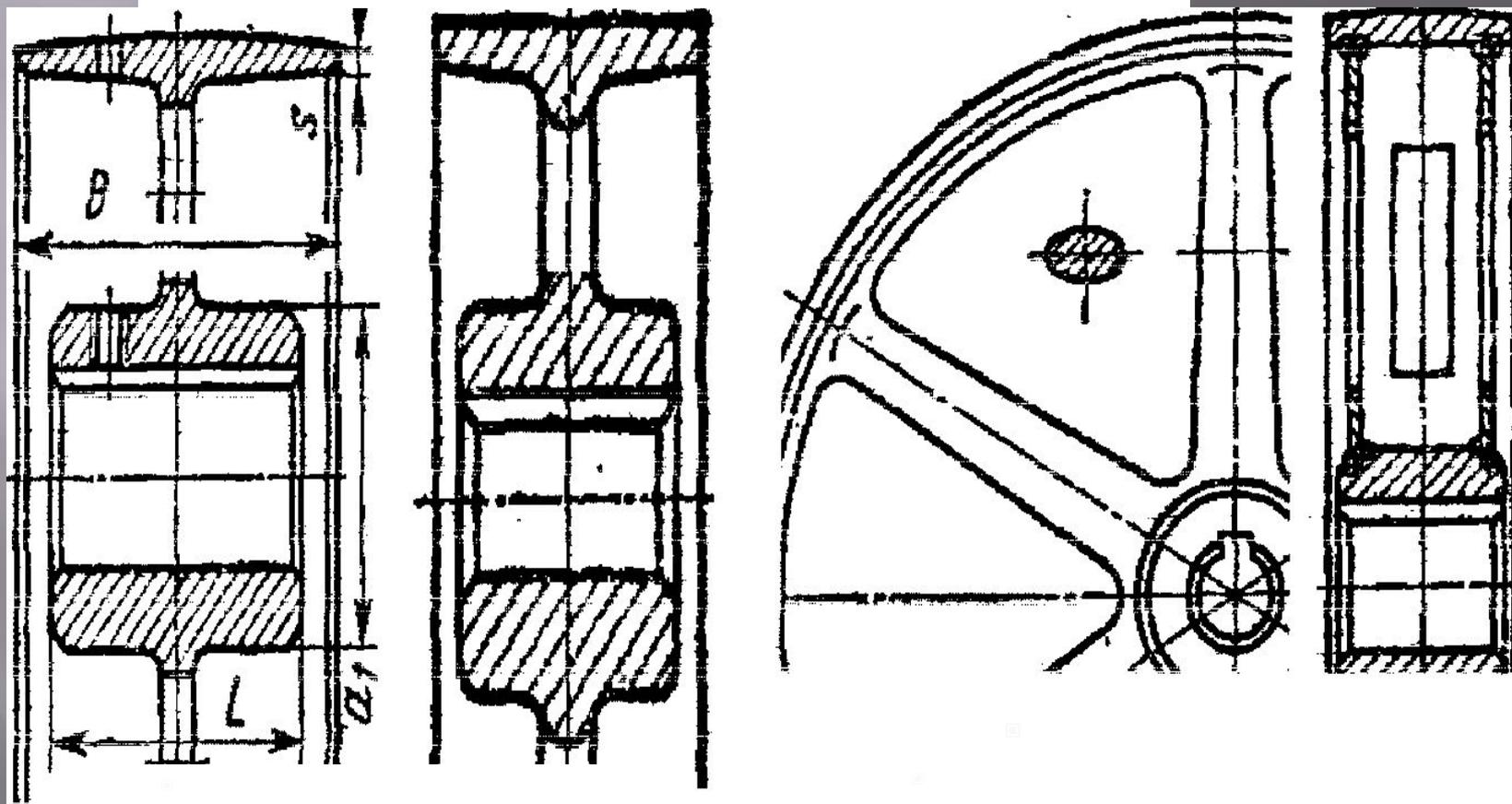
## Порядок проектного расчета плоскоременной передачи

- 1. Выбирают тип ремня.
- 2. Определяют диаметр малого шкива  $D_1 = (110 \dots 130)(N/n)^{1/3}$ , где  $N$  – мощность, *КВТ*,  $n$  – частота вращения, *об/мин*.
- 3. Выбирают межосевое расстояние, подходящее для конструкции машины  $2(D_1 + D_2) \leq a \leq 15m$ .
- 4. Проверяют угол обхвата на малом шкиве:  
 $\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ (D_2 - D_1)/a$ , рекомендуется  $[\alpha_1] \geq 150^\circ$ , при необходимости на ведомой нити ремня применяют натяжной ролик, который позволяет даже при малых межосевых расстояниях получить угол обхвата более  $180^\circ$ .

- 5. По передаваемой мощности  $N$  и скорости  $v$  ремня определяют ширину  $b \geq N / (v z [p])$  и площадь ремня  $F \geq N / (v [k])$ , где  $[p]$  – допускаемая нагрузка на 1 мм ширины прокладки,  $[k]$  – допускаемая нагрузка на единицу площади сечения ремня.
- 6. Подбирают требуемый ремень по ГОСТ .
- 7. Проверяют ресурс передачи
  - $$N = 3600 v z_{ш} T.$$
- 8. Вычисляют силы, действующие на валы передачи
  - $$F_R = F_o \cos(\beta/2).$$

- ▣ 6. Окончательно уточняют межосевое расстояние.
- ▣ 7. Определяют угол обхвата на малом шкиве  
 $\alpha_1 = 180^\circ - 57^\circ (D_2 - D_1) / a$ , рекомендуется  $[\alpha_1] \geq 120^\circ$ .
- ▣ 8. По тяговой способности определяют число ремней.
- ▣ 9. При необходимости проверяют ресурс.
- ▣ 10. Вычисляют силы, действующие на валы передачи.

# Материалы и конструкции шкивов

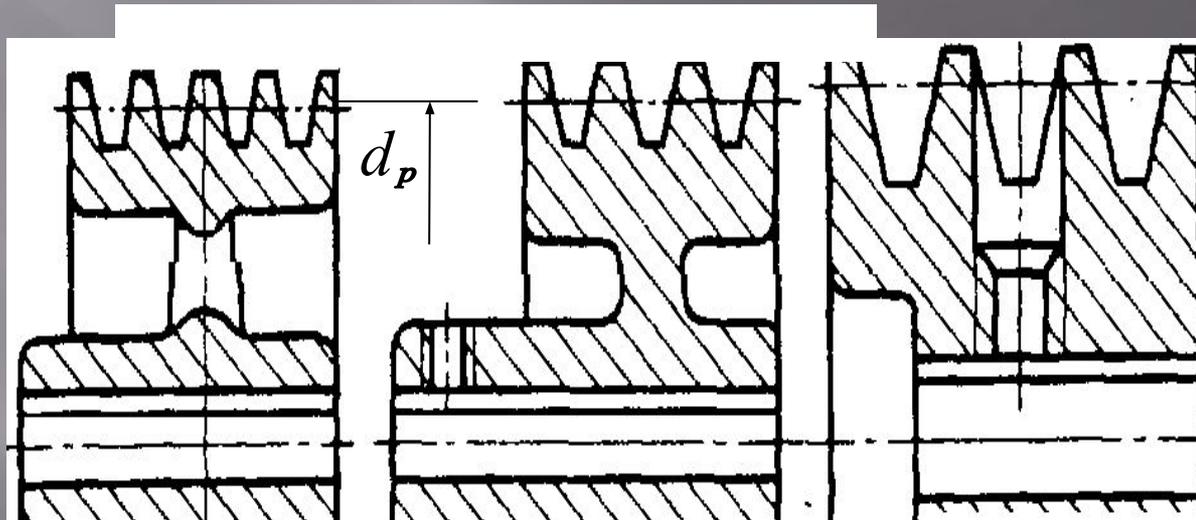


- ▣ Шкивы плоскоремennых передач имеют: обод, несущий ремень, ступицу, сажаемую на вал и спицы или диск, соединяющий обод и ступицу.
- ▣ Шкивы обычно изготавливают чугунными литыми, стальными, сварными или сборными, литыми из лёгких сплавов и пластмасс. Диаметры шкивов определяют из расчёта ременной передачи, а потом округляют до ближайшего значения из ряда *R40* . Ширину шкива выбирают в зависимости от ширины ремня.

- ▣ Чугунные шкивы применяются при скоростях до
- ▣ 30 - 45 м/с.
- ▣ Стальные сварные шкивы применяются при скоростях 60 – 80 м/с.
- ▣ Шкивы из легких сплавов перспективны для быстроходных передач до 100 м/с.
- ▣ Шкивы малых диаметров до 350 мм имеют сплошные диски.
- ▣ Шкивы больших диаметров – ступицы переменного сечения.

## Клиноременные шкивы

Клиноременные шкивы выполняются из тех же материалов, что и плоскоременные.



## Материалы клиновых ремней

- ▣ Материалы клиновых ремней в основном те же, что и для плоских. Выполняются прорезиненные ремни с тканевой обёрткой для большего трения, кордотканевые (многослойный корд) и кордошнуровые ремни (шнур, намотанный по винтовой линии), ремни с несущим слоем из двух канатиков. Иногда для уменьшения изгибных напряжений применяют гофры на внутренней и наружных поверхностях ремня. Клиновые ремни выпускают бесконечными (кольца). Угол клина ремня  $40^\circ$ .

## Ременные вариаторы

- ▣ Ременные вариаторы получили широкое применение (сельхозмашины, станки и др.) благодаря простой конструкции и невысокой стоимости.
- ▣ Промышленность выпускает мотор-вариаторы и автономные вариаторы. Их недостатки обусловлены значительными габаритами и сравнительно небольшим диапазоном регулирования.

- ▣ *В вариаторах с плоским ремнем скорость регулируется в узких пределах" за счет осевого перемещения ремня.*
- ▣ Они имеют невысокую тяговую способность, большие габариты, поэтому применяются редко.
- ▣ ***Клиноременные вариаторы более компактны, надежны в эксплуатации и имеют больший диапазон регулирования.***

- ▣ На показаны типичные схемы вариаторов, состоящих из двух раздвижных конусов {раздвижных шкивов) и клинового ремня (обычного или специального, вариаторного).
- ▣ Скорость регулируют путем изменения диаметров одного или одновременно двух шкивов при осевом смещении конических дисков.
- ▣ Если в передаче регулируется один шкив, то при этом принудительно изменяется межосевое расстояние.

## Схемы клиноременных вариаторов

