

Рассмотрена и одобрена  
на методической комиссии  
от 04.02.2022г. Протокол № 47  
Председатель МК  
Николаева Е.В.

**МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ  
ПРАКТИЧЕСКОЙ РАБОТЫ**

**ПО УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЕ ОП.03 «ТЕХНИЧЕСКАЯ МЕХАНИКА С  
ОСНОВАМИ ТЕХНИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ» ДЛЯ ПРОФЕССИЙ И  
СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОФИЛЯ**

Залари. 2022г

Методические рекомендации по выполнению практической работы обучающихся по учебной дисциплине ОП.03 «Техническая механика с основами технических измерений» для профессий и специальностей технологического профиля составлена в соответствии с Федеральным Государственным образовательным стандартом среднего профессионального образования.

Методические рекомендации направлены на оказание методической помощи обучающимся при выполнении практической работы по дисциплине.

Выполнение практической работы обучающимися в процессе изучения дисциплины является важнейшим этапом обучения, который способствует систематизации и закреплению полученных теоретических знаний; формированию навыков работы с различными видами информации, развитию познавательных способностей и активности обучающихся, формированию таких качеств личности, как ответственность и организованность, самостоятельность мышления, способность к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации.

**Организация разработчик:** Государственное автономное профессиональное образовательное учреждение Иркутской области «Заларинский агропромышленный техникум»

**Разработчик:**

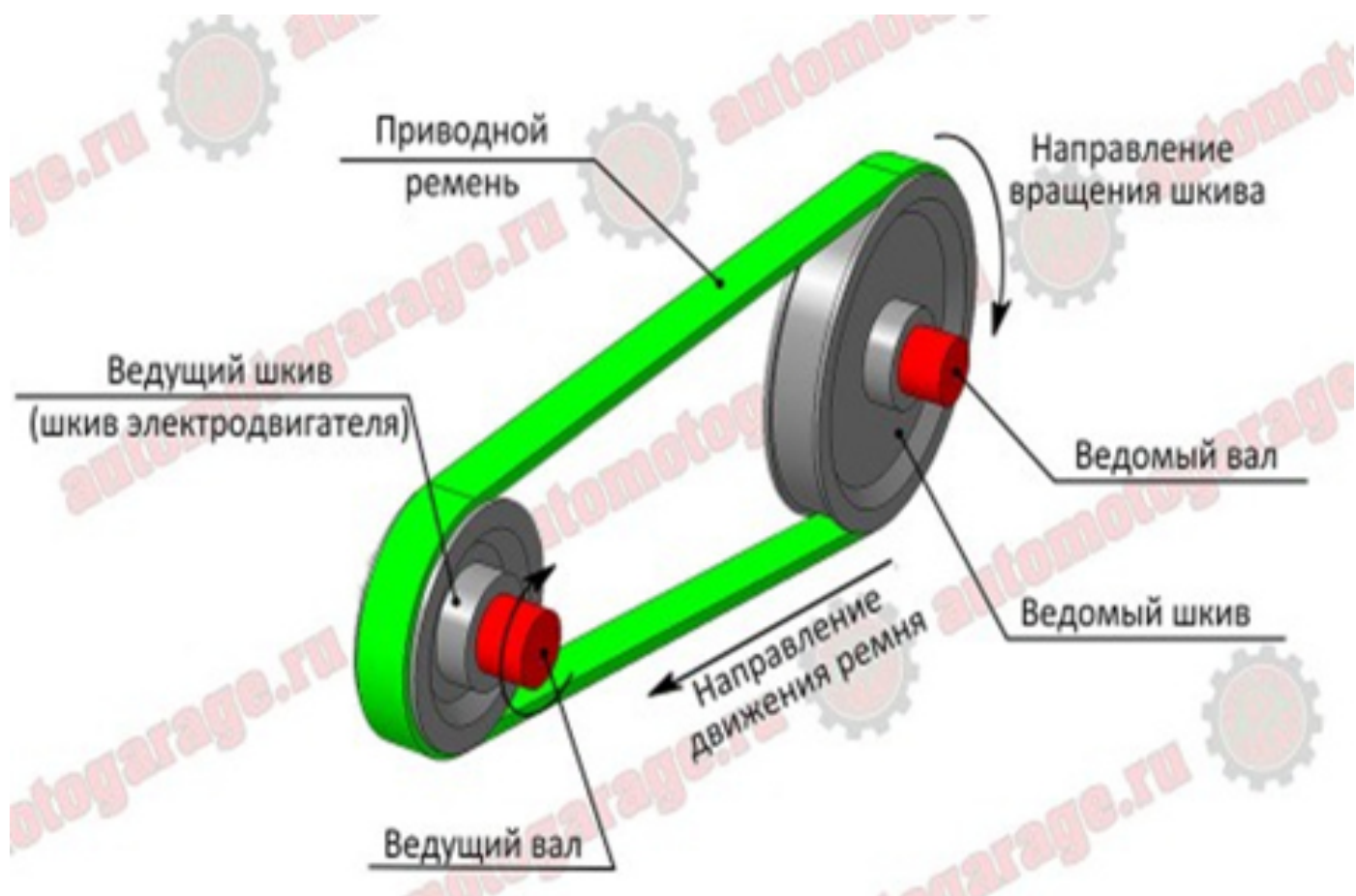
Муканин Александр Александрович, преподаватель ГАПОУ ИО «ЗАПТ»

## **Общие методические указания и рекомендации по выполнению практических работ.**

1. Прежде чем приступить к выполнению задания, прочтите рекомендации по работе с данным пособием.
2. Ознакомьтесь с перечнем рекомендуемой литературы.
3. Повторите теоретический материал, относящийся к теме работы.
4. Закончив выполнение практической работы, Вы должны сдать результат преподавателю.
5. Если возникнут затруднения в процессе работы, обратитесь к преподавателю.
6. Практические работы выполняются индивидуально каждым студентом.
7. Оценка практических работ учитывает полноту ответов на поставленные задания и сроки сдачи работы.
8. В случае несвоевременного выполнения практических работ, конечный срок сдачи работы устанавливается предпоследней неделей семестра. В противном случае студент будет не допущен к промежуточной аттестации по дисциплине.

## РЕМЕННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Ременная передача состоит из ведущего и ведомого шкивов, расположенных на расстоянии друг от друга и соединённых гибкой связью – ремнём, надетым на эти шкивы с натяжением. Вращение от ведущего шкива к ведомому передаётся за счёт сил трения, возникающих между ремнём и шкивом.



# Ременные передачи

**Ременная передача** – это механизм, предназначенный для передачи вращательного движения посредством фрикционного взаимодействия или зубчатого зацепления замкнутой гибкой связи (ремня) с жесткими звеньями (шкивами), закрепленными на входном и выходном валах механизма.

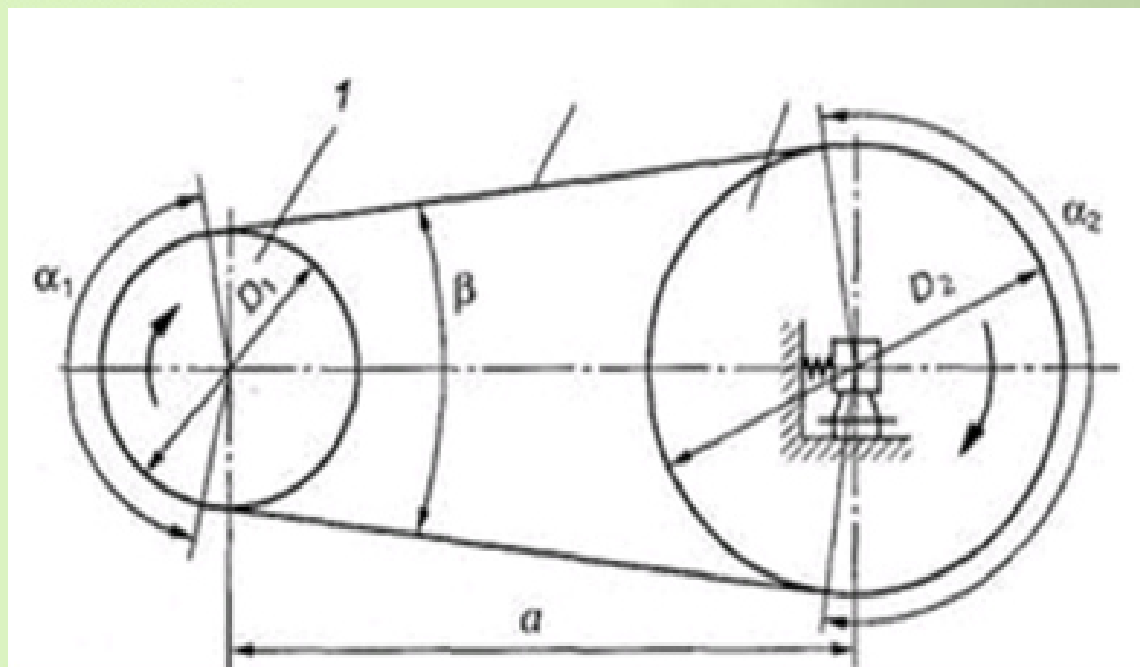


Рисунок 1 – Принципиальная схема ременной передачи

## Ременные передачи. Классификация

1 По форме поперечного сечения ремня:

- 1.1 Плоскоременные (рисунок 2 а).
- 1.2 Клиноременные (рисунок 2 б).
- 1.3 Поликлиноременные (рисунок 2 г).
- 1.4 Круглоременные (рисунок 2 в).
- 1.5 Зубчатоременная (рисунок 2 д).

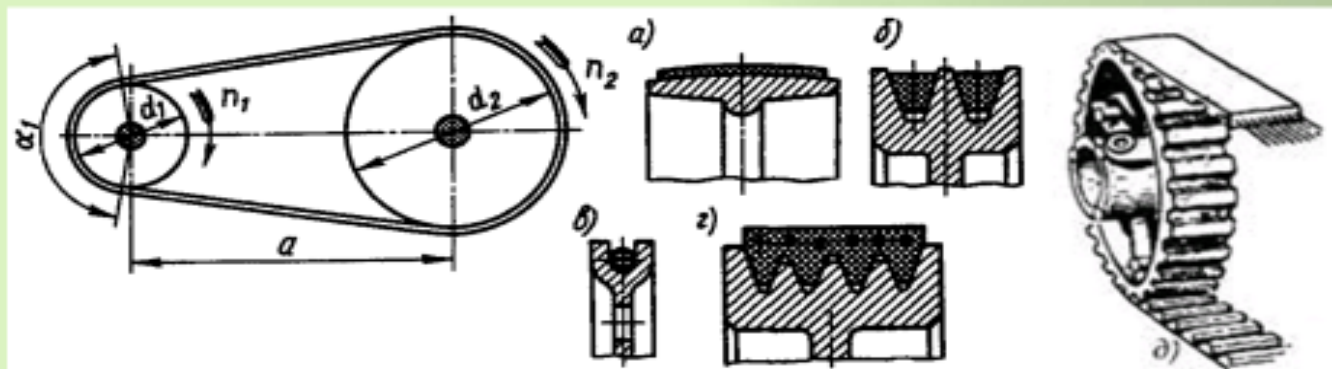


Рисунок 2 – Основные виды фрикционных ремней:

а) плоский; б) клиновидный; в) круглый; г) поликлиновидный; д) зубчатый.

## Ременные передачи. Классификация

### 2 По взаимному расположению валов и ремня.

2.1 *Открытая* передача – передача с параллельными геометрическими осями валов и ремнем, охватывающим шкивы в одном направлении (шкивы вращаются в одном направлении) (рисунок 3 а).

2.2 *Перекрестная* передача – передача с параллельными валами и ремнем, охватывающим шкивы в противоположных направлениях (шкивы вращаются во встречных направлениях) (рисунок 3 б).

2.3 *Полуперекрестная* передача – оси валов которой перекрещиваются под некоторым углом (чаще всего  $90^\circ$ ) (рисунок 3 в).

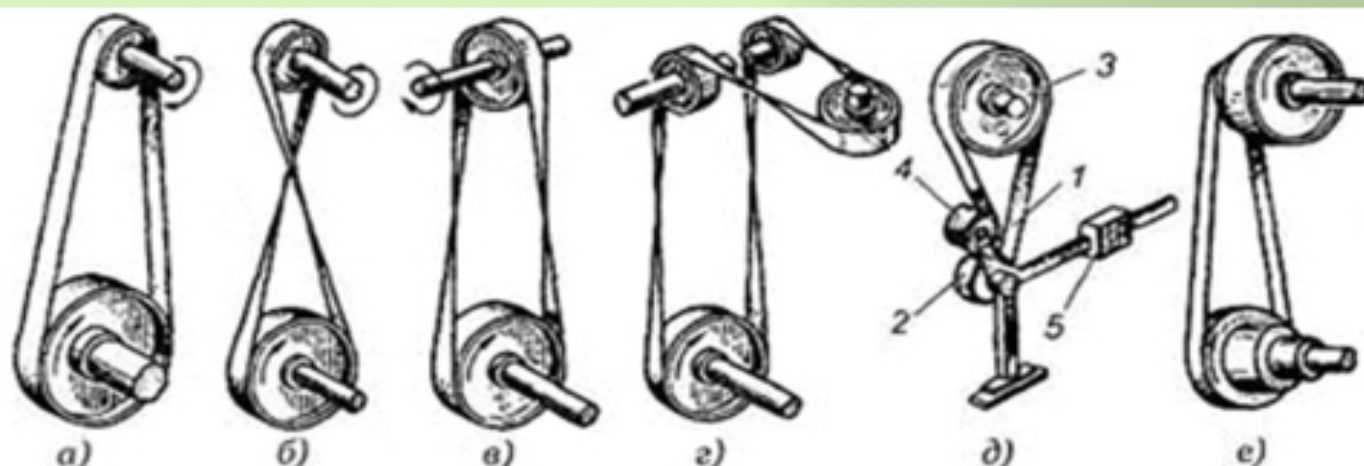


Рисунок 3 – Виды ременной передачи

## Ременные передачи. Классификация

### 3 По числу и виду шкивов, применяемых в передаче:

3.1 С *одношкивными* валами.

3.2 С *двухшкивным* валом, один из шкивов которого холостой.

3.3 С валами, несущими *ступенчатые шкивы* для изменения передаточного числа (для ступенчатой регулировки скорости ведомого вала).

### 4 По количеству валов, охватываемых одним ремнем:

*двухвальная, трех-, четырех- и многовальная* передача.

### 5 По окружной скорости ремня:

5.1 *Тихоходные* ( $V \leq 10$  м/с).

5.2 *Среднескоростные* ( $10 < V \leq 30$  м/с).

5.3 *Быстроходные* ( $V > 30$  м/с).

### 6 По наличию вспомогательных роликов:

6.1 Без *вспомогательных* роликов.

6.2 С *натяжными* роликами.

6.3 С *направляющими* роликами.

# Материалы и конструкция ремней РП

## Общие требования к материалам приводных ремней:

- износостойкость и прочность при циклических нагрузках;
- высокий коэффициент трения со шкивами;
- малый модуль упругости и изгибная жесткость.

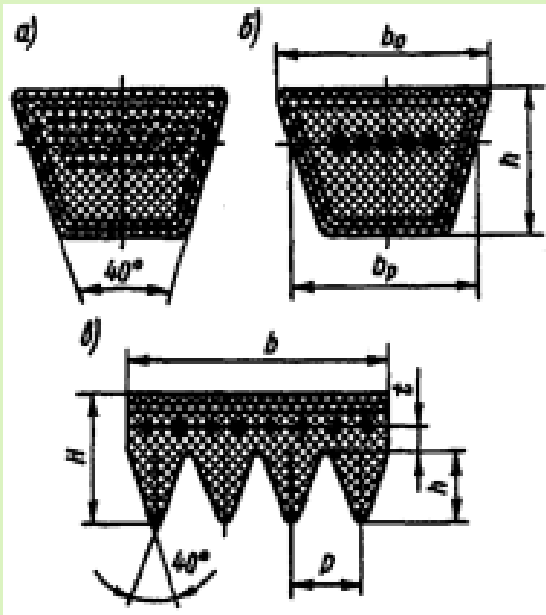


Рисунок 8 – Сечения клиновых ремней: а) кордтканевый; б) кордшнуровой; в) поликлиновой.

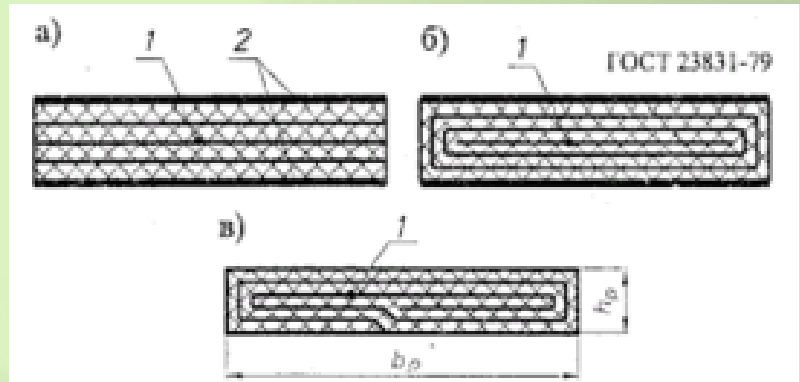


Рисунок 9 – Сечения плоских резиноканевых ремней: 1 – слои кордткан; 2 – обкладки.

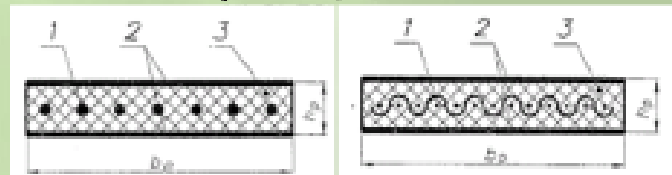
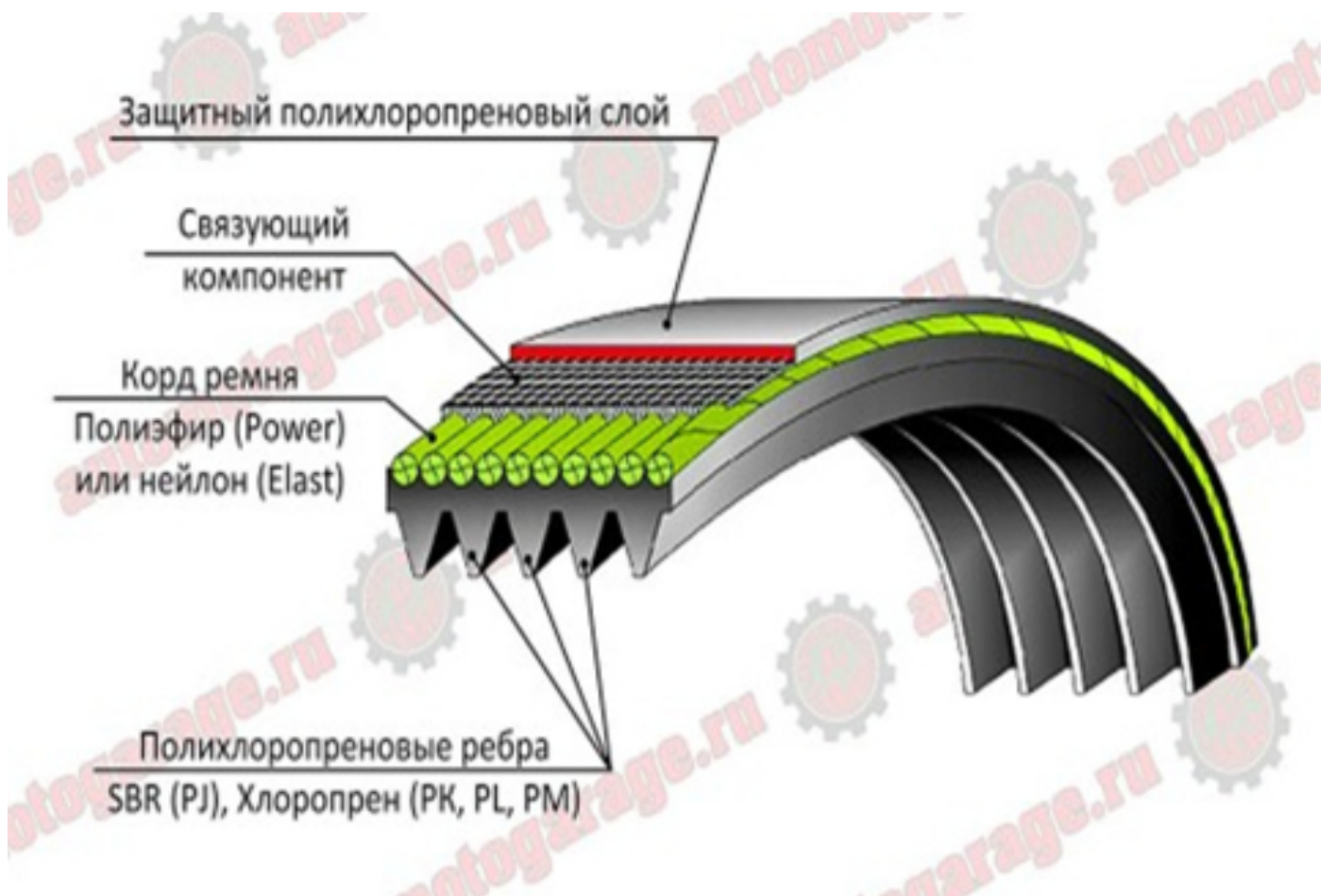
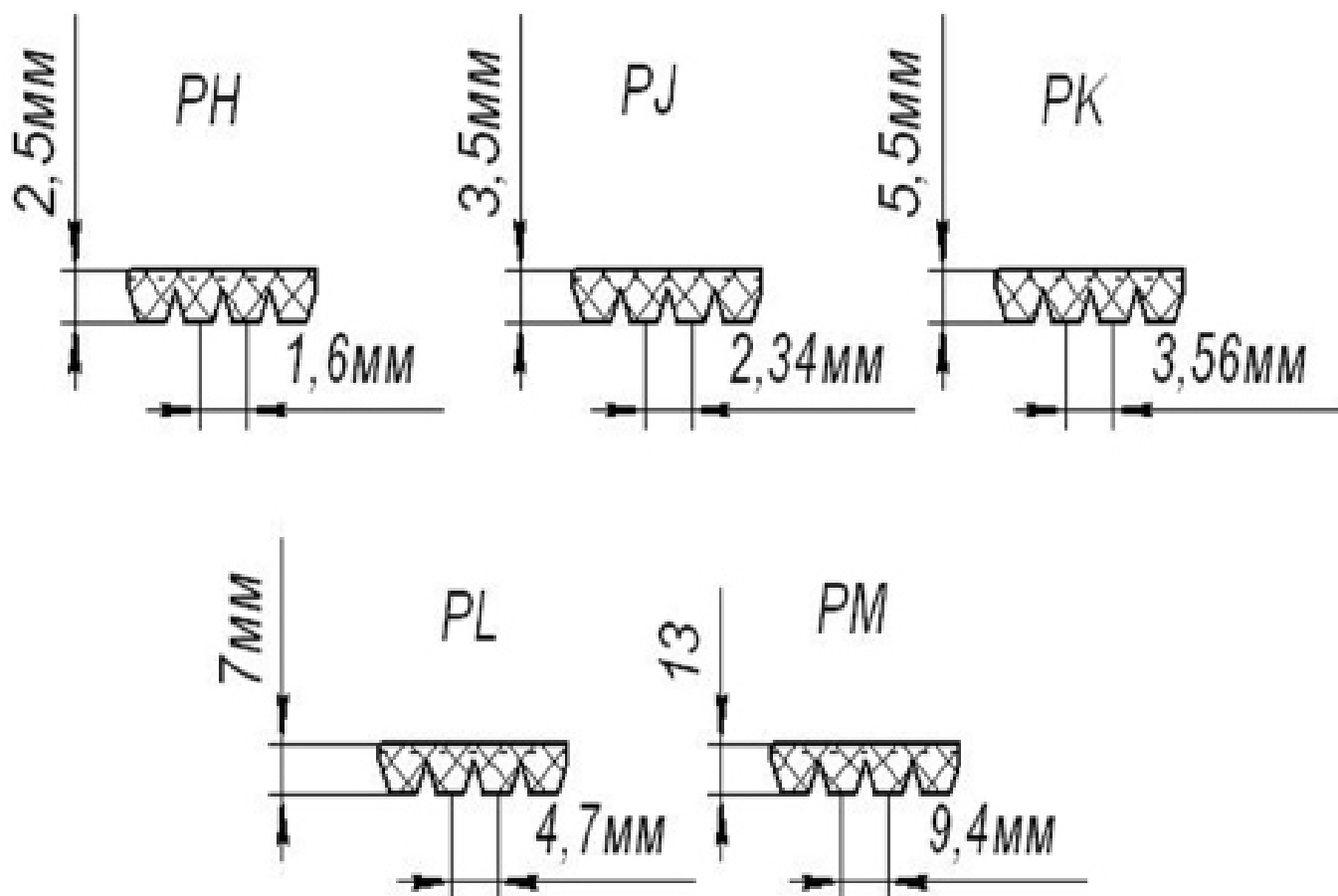


Рисунок 10 – Сечения плоских ремней: 1 – кордшнуровые; 2 – полиамидные.





## Конструкции натяжных устройств РП

### Назначение натяжных устройств:

- создание начального натяжения, обеспечивающего необходимую силу трения ремня о шкив;
- увеличение угла обхвата ремнем малого шкива;
- компенсация увеличения длины ремня в результате вытягивания.

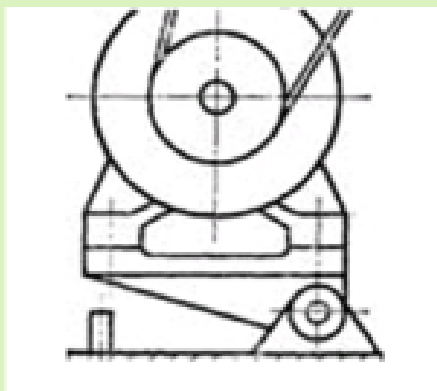


Рисунок 11 – Натяжное устройство постоянного действия

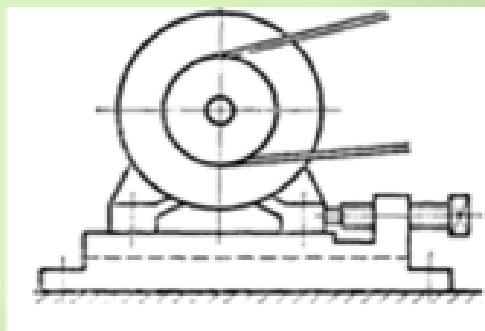


Рисунок 12 – Натяжное устройство периодического действия

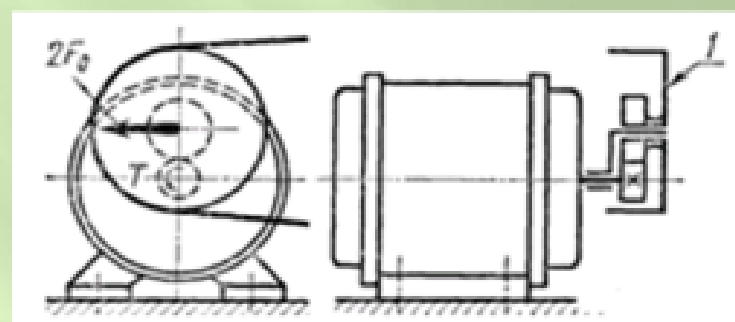


Рисунок 13 – Натяжное устройство автоматического действия

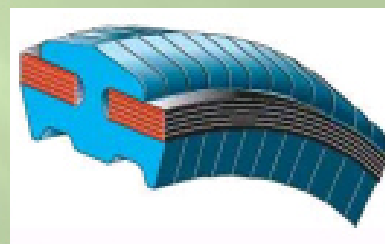


## Ременные вариаторы

**Вариатор** – это передача с плавно изменяющимся передаточным отношением.



а)



б)

Рисунок 14 – Пластинчатоременный вариатор (а) и ремень (б)

## Ременные передачи

### Достоинства:

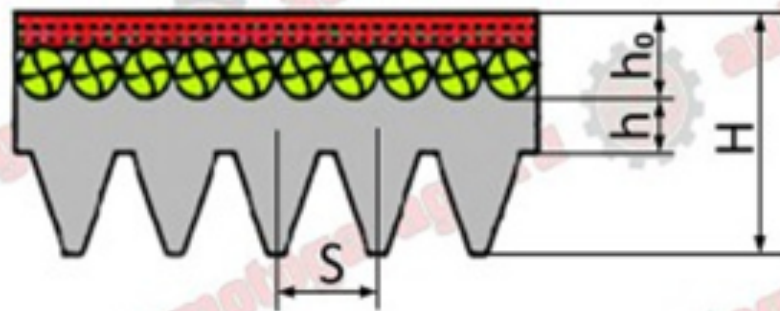
- 1 Возможность передачи движения на достаточно большие расстояния (до 15 м).
- 2 Плавность и малозумность работы.
- 3 Смягчение крутильных вибраций и толчков за счет упругой податливости ремня.
- 4 Предохранение механизмов от перегрузки за счет проскальзывания ремня при чрезмерных нагрузках.

### Недостатки:

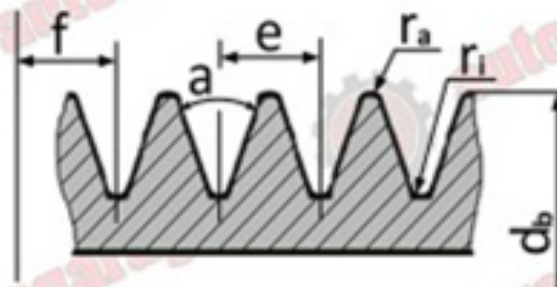
- 1 Относительно большие габариты.
- 2 Малая долговечность ремней.
- 3 Непостоянство передаточного числа за счет проскальзывания ремня.
- 4 Высокая чувствительность передачи к попаданию жидкостей (воды, топлива, масла) на поверхности трения.

## Расчёт диаметров шкивов ремённой передачи для поликлиновидного ремня.

Ремень



Шкив



Расчёт.

Исходные данные. Скорость вращения вала двигателя 2790 оборотов в минуту. Ремень поликлиновидный типа «РК». Минимальный диаметр шкива, который регламентируется для него, составляет 45 миллиметров, высота нейтрального слоя 1,5 миллиметра. Нам нужно определить оптимальные диаметры шкивов с учётом необходимых скоростей. Минимальная скорость вторичного вала 1800 оборотов в минуту, Максимальная скорость 3500 оборотов в минуту.

Следовательно, у нас получается две пары шкивов: первая 2790 на 1800 оборотов в минуту, и вторая 2790 на 3500. Первым делом найдём передаточное отношение каждой из пар.



Формула для определения передаточного отношения:

, где  $n_1$  и  $n_2$  – скорости вращения валов,  $D_1$  и  $D_2$  – диаметры шкивов.

$$i = \frac{n_1}{n_2} = \frac{D_2}{D_1}$$

Первая пара  $2790 / 1800 = 1.55$

Вторая пара  $2790 / 3500 = 0.797$

Далее по следующей формуле определяем диаметр большего шкива:

$$D_2 = D_1 \times i + 2 \times h_0 \times (i - 1)$$
 , где  $h_0$  нейтральный слой ремня, параметр из таблицы выше.

$$D_2 = 45 \times 1.55 + 2 \times 1.5 \times (1.55 - 1) = 71.4 \text{ мм}$$

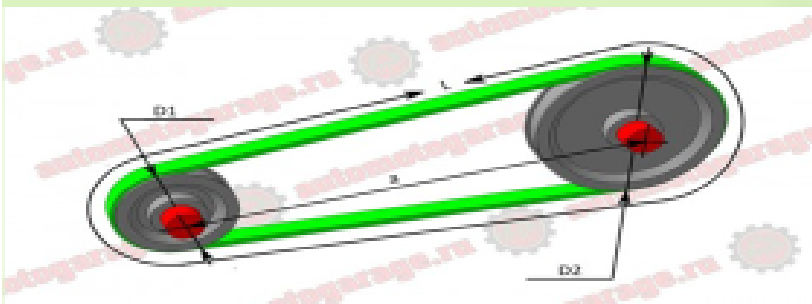
### Расчётное значение длины ремня.

Межосевого расстояния валов двигателя и вала привода водяного насоса. Оно составило 241 миллиметр.

Формула для расчёта длины

$$L = 2 \times a + \frac{\pi}{2} \times (D_1 + D_2) + \frac{(D_2 - D_1)^2}{4 \times a}$$

где,  $a$  - межосевое расстояние,  $D_1$  и  $D_2$  – диаметры шкивов.



Диаметр шкива двигателя составляет (45)60 миллиметров, диаметр шкива ведомого вала (вала водяного насоса) (71.4 мм)97 миллиметров и нам известно межосевое расстояние, оно равняется 241 миллиметру.

Далее из таблицы стандартных размеров в соответствии с сечением ремня подберём ближайший номинал длины. В нашем случае сечение ремня «РК», расчётное значение длины 730 миллиметров. Получается, что это он и есть номинальный размер - 730 миллиметров. Но нам потребуется запас, на то чтобы одеть ремень, поэтому возможно придётся выбрать следующий типоразмер, который равен 755 миллиметрам.

**таблица сечений поликлиновидных ремней (PH, PJ, PK, PL, PM).**

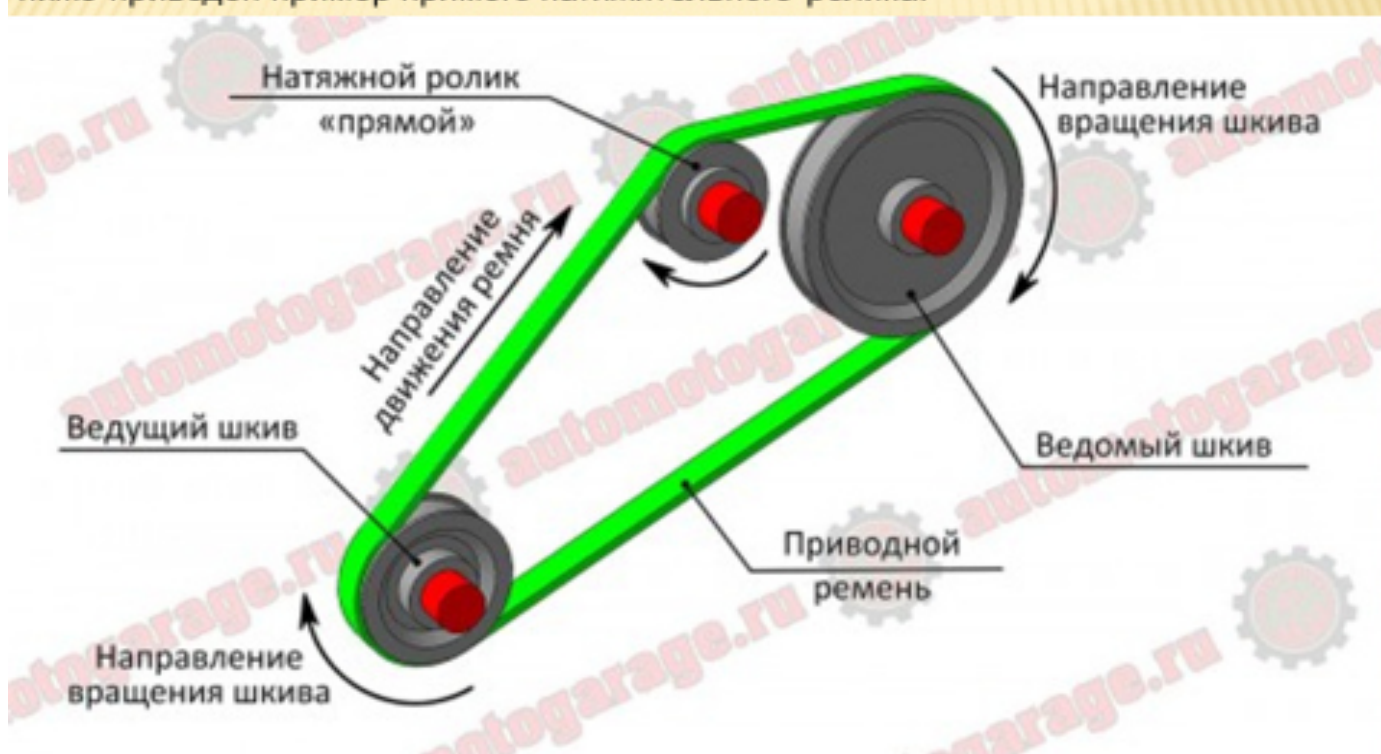
Обозначение	PH	PJ	PK	PL	PM
Шаг ребер, S, мм	1.6	2.34	3.56	4.7	9.4
Высота ремня, H, мм	2.7	4.0	5.4	9.0	14.2
Нейтральный слой, h <sub>0</sub> , мм	0.8	1.2	1.5	3.0	4.0
Расстояние до нейтрального слоя, h, мм	1.0	1.1	1.5	1.5	2.0
Минимальный диаметр шкива, d <sub>b</sub> , мм	13	20	45	75	180
Максимальная скорость, V <sub>max</sub> , м/с	60	60	50	40	35
Диапазон длины, L, мм	1140...2404	356...2489	527...2550	991...2235	2286...16764

**Таблица с характеристиками для изготовления шкивов.**

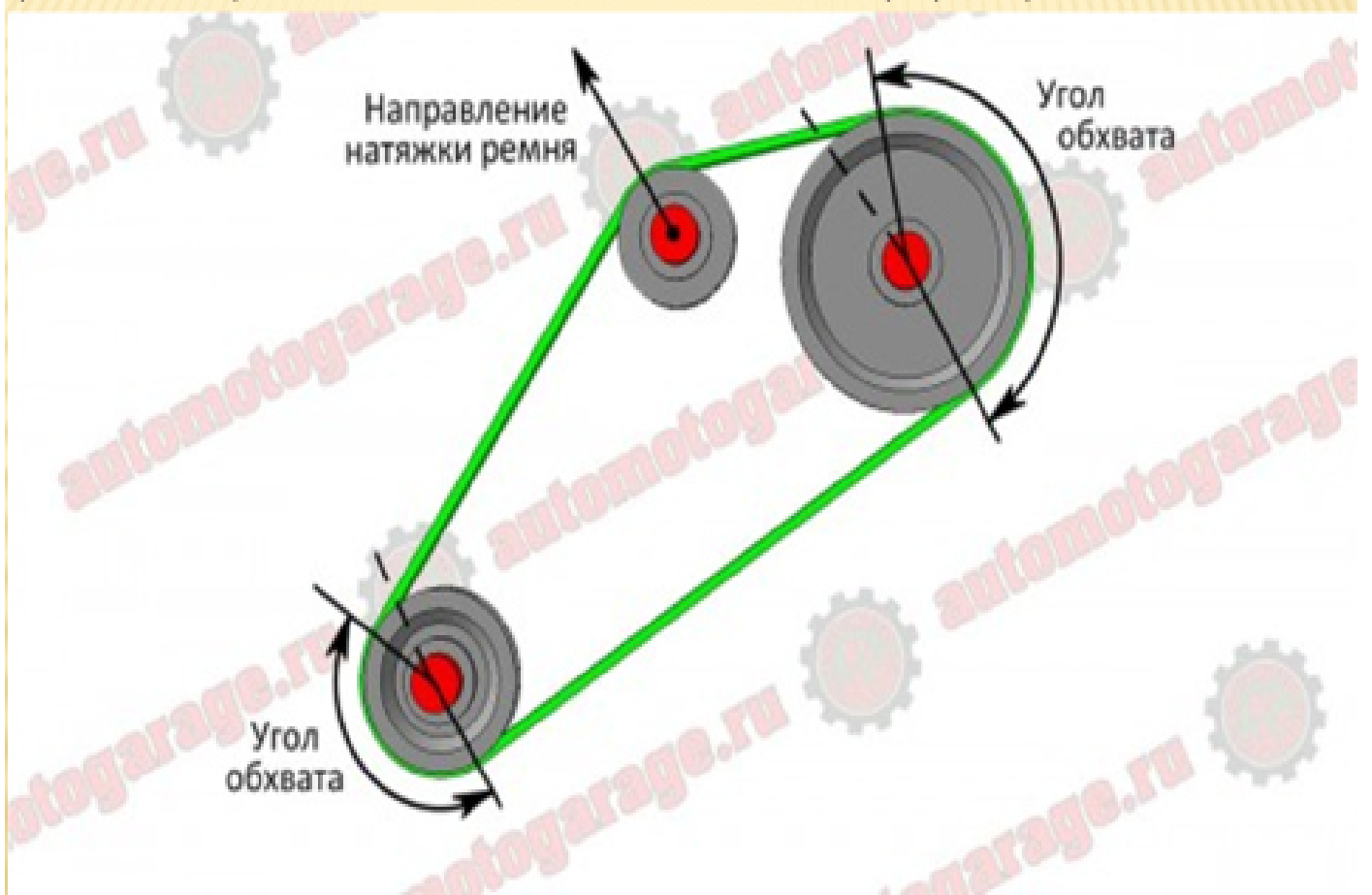
Сечение	PH	PJ	PK	PL	PM
Расстояние между канавками, e, мм	1,60±0,03	2,34±0,03	3,56±0,05	4,70±0,05	9,40±0,08
Суммарная погрешность размера e, мм	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3	±0,3
Расстояние от края шкива f <sub>min</sub> , мм	1.3	1.8	2.5	3.3	6.4
Угол клина α, °	40±0,5°	40±0,5°	40±0,5°	40±0,5°	40±0,5°
Радиус r <sub>a</sub> , мм	0.15	0.2	0.25	0.4	0.75
Радиус r <sub>i</sub> , мм	0.3	0.4	0.5	0.4	0.75
Минимальный диаметр шкива, d <sub>b</sub> , мм	13	20	45	75	180

Сечение	Ряд стандартизированных длин ремней
PH	1140, 1219, 1260, 1580, 1600, 1653, 1845, 1874, 1890, 1915, 1930, 1951, 1980, 1992, 2404
PJ	356, 381, 406, 432, 457, 483, 508, 559, 584, 610, 660, 686, 711, 737, 762, 786, 813, 838, 864, 889, 914, 965, 991, 1016, 1054, 1092, 1143, 1168, 1194, 1219, 1245, 1270, 1295, 1321, 1372, 1397, 1461, 1473, 1549, 1600, 1626, 1651, 1702, 1753, 1778, 1854, 1930, 1956, 1981, 2019, 2083, 2210, 2286, 2337, 2489
PK	527, 630, 648, 698, 730, 755, 770, 810, 830, 880, 920, 960, 1000, 1035, 1130, 1205, 1280, 1314, 1397, 1420, 1460, 1480, 1520, 1549, 1610, 1645, 1725, 1843, 1885, 1980, 2031, 2080, 2164, 2236, 2550
PL	991, 1041, 1149, 1168, 1194, 1219, 1270, 1295, 1321, 1334, 1346, 1372, 1397, 1422, 1435, 1473, 1499, 1562, 1613, 1651, 1664, 1715, 1727, 1765, 1803, 1841, 1943, 1956, 1981, 2019, 2070, 2096, 2134, 2197, 2235, 2324, 2362, 2477, 2515, 2705, 2743, 2845, 2895, 2921, 2997, 3085, 3124, 3289, 3327, 3492, 3696, 4051, 4191, 4470, 4622, 5029, 5385, 6096
PM	2286, 2388, 2515, 2693, 2832, 2921, 3010, 3124, 3327, 3531, 3734, 4089, 4191, 4470, 4648, 5029, 5410, 6121, 6883, 7646, 8408, 9169, 9931, 10693, 12217, 13741, 15266, 16764

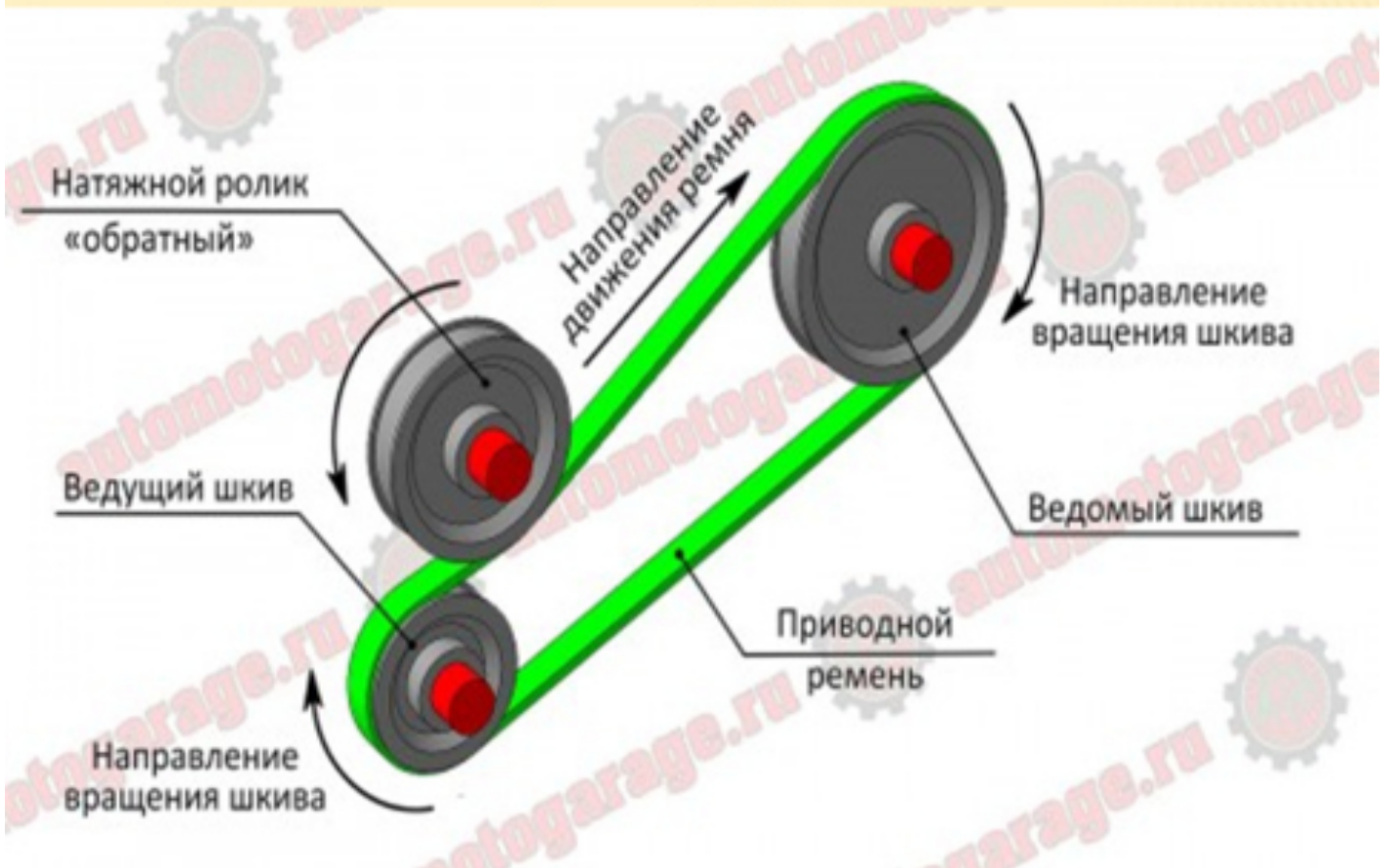
После расчёта шкивов и определения размера приводного ремня, мы приступаем к разработке системы натяжения ремённой передачи. Ключевым элементом в этой системе является натяжительный ролик. Его ещё называют холостым шкивом. Натяжные ролики бывают двух типов прямой и обратный. На рисунке ниже приведён пример прямого натяжительного ролика.



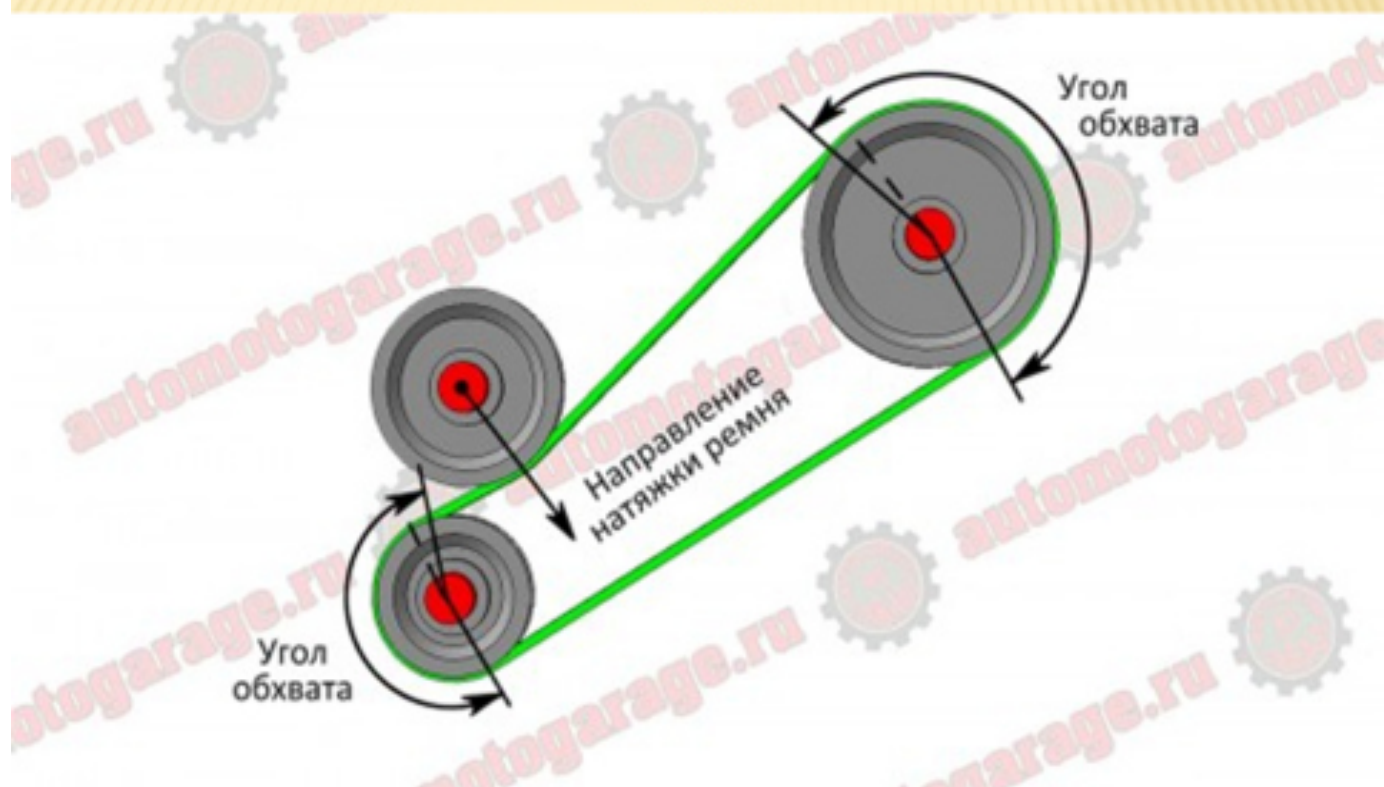
Ролик данного типа устанавливается внутри ремня. Он уменьшает угол обхвата шкива. Из-за этого его необходимо располагать вблизи большого шкива. Профиль рабочей поверхности шкива должен соответствовать профилю ремня.



А на следующем изображении приведён пример обратного натяжительного ролика



Обратный натяжной ролик работает с задней стороны ремня. Он увеличивает угол обхвата на шкивах. Обычно такое расположение ролика используют для приводов с большим передаточным отношением и малым межосевым расстоянием. Его располагают на ведомой ветви ремня, возле малого шкива. Рабочая поверхность такого ролика плоская (как обычный цилиндр).



Для каждого типа приводного ремня имеются нормы определяющие минимальный диаметр натяжительного ролика. Причём размеры прямого и обратного роликов для одного и того-же типа ремня, будут разные.

В таблице ниже приведены значения минимальных диаметров для распространённых типов ремней.

Сечение ремня	PH	PJ	PK	PL	PM
Натяжной ролик	13	20	45	75	180
Обратный натяжной ролик	40	50	75	150	360

Основные правила установки натяжительных роликов мы перечислили выше, отдельно для каждого типа. Но есть ещё несколько моментов, которые мы хотим отметить. Идеальным вариантом будет установка натяжительного ролика на ведомой ветви. Если это невозможно, то допускается его установка на ведущей ветви. Но при этом на ролик будет оказываться дополнительная нагрузка. И чем большая мощность будет передаваться на ведомый шкив, тем большие нагрузки будет испытывать натяжной ролик. Если межосевое расстояние достаточно большое или у ремённой передачи присутствует вибрация, то натяжительный ролик должен иметь фланцы. Это предотвратит соскальзывание ремня.

Теперь подберём диаметры натяжительных роликов для ремня, который будет использоваться на нашем двигателе для привода вентилятора. Ремень имеет профиль «РК». По таблице выше, в соответствии с типом профиля, выбираем минимальные значения диаметров. В нашем случае получается следующее, прямой натяжительный ролик будет иметь минимальный диаметр сорок пять миллиметров, а обратный семьдесят пять миллиметров.

### Задание №1

Исходные данные:

- $n = 890$  об/мин. (скорость вращения вала двигателя).
- Ремень поликлиновидный типа «РК».
- $D_1 = 45$  мм. (минимальный диаметр шкива, который регламентируется для него)
- высота нейтрального слоя 1,5 миллиметра.
- $n_{\min 2} = 1500$  об/мин. (минимальная скорость вторичного вала),
- $n_{\max 2} = 2500$  об/мин. (максимальная скорость).
- $h_0 = 1,5$  (нейтральный слой ремня)
- $a = 184$  мм. ( межосевое расстояние)

\*\*\*\*\*

1. Определить оптимальные диаметры шкивов с учётом необходимых скоростей;
2. Определить номинальный размер ремня с требуемым запасом;
3. Разработать систему натяжения ремённой передачи;
4. Обосновать свои расчетные данные и начертить **принципиальную схему ременной передачи.**

Сечение	Ряд стандартизированных длин ремней
РК	527, 630, 648, 698, 730, 755, 770, 810, 830, 880, 920, 960, 1000, 1035, 1130, 1205, 1280, 1314, 1397, 1420, 1460, 1480, 1520, 1549, 1610, 1645, 1725, 1843, 1885, 1980, 2031, 2080, 2164, 2236, 2550