

## ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

**Фрикционная передача** — механическая передача, служащая для передачи вращательного движения (или для преобразования вращательного движения в поступательное) между валами с помощью сил трения, возникающих между катками, цилиндрами или конусами, насаженными на валы и прижимаемыми один к другому.

Фрикционные передачи состоят из двух катков (рис.1): ведущего 1 и ведомого 2, которые прижимаются один к другому силой  $F_r$  (на рисунке — пружиной), так что сила трения  $F_t$  в месте контакта катков достаточна для передаваемой окружной силы  $F_t$ .

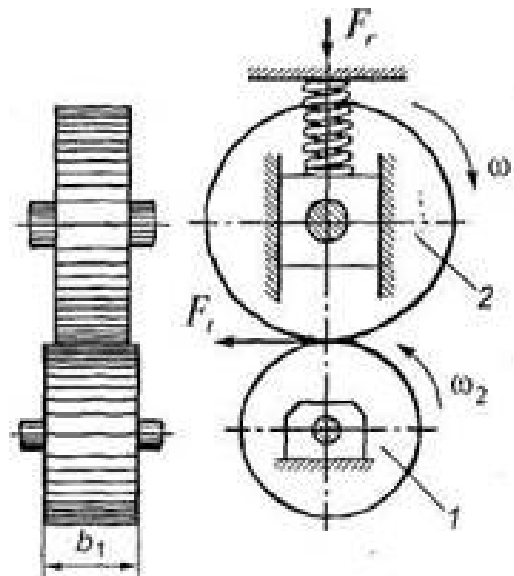


Рис.1 – Цилиндрическая фрикционная передача:

1 – ведущий каток; 2 – ведомый каток

На практике применяют два способа прижатия катков: *постоянной силой* и *автоматическое*. Постоянная по значению прижимная сила катков допустима при передаче постоянной нагрузки. При переменной нагрузке прижатие катков должно изменяться автоматически — пропорционально изменению передаваемого вращающего момента. В этом случае снижаются потери на трение, повышается долговечность передачи.

В первом случае сила прижатия, осуществляемая обычно с помощью пружин, в процессе работы изменена быть не может; во втором случае сила прижатия изменяется с изменением нагрузки, что положительно, сказывается на качественных характеристиках передачи. Однако применение специальных нажимных устройств (например, шариковое самозатягивающее устройство) усложняет конструкцию.

Один каток к другому может быть прижат:

- предварительно затянутыми пружинами (в передачах, предназначенных для работы при небольших нагрузках);
- гидроцилиндрами (при передаче больших нагрузок);

- собственной массой машины или узла;
- через систему рычагов с помощью перечисленных выше средств;
- центробежной силой (в случае сложного движения катков в планетарных системах).

Условие работоспособности передачи:

$$F_f \geq F_t \quad (1)$$

Нарушение условия (1) приводит к буксованию и быстрому износу катков. Для того чтобы передать заданное окружное усилие  $F_t$ , фрикционные катки надо прижать друг к другу усилием  $F_r$  так, чтобы возникающая при этом сила трения  $F_f$  была бы больше силы  $F_t$ . на величину коэффициента запаса сцепления  $\beta$ , который принимают равным  $\beta = 1,25 \dots 2,0$ .

Значения коэффициента трения между катками в среднем:

- сталь или чугун по коже или ферродо насухо  $f = 0,3$ ;
- то же в масле  $f = 0,1$ ;
- сталь или чугун по стали или чугуну насухо  $f = 0,15$ ;
- то же в масле  $f = 0,07$ .

Подставив эти значения в уравнение, можно убедиться в том, что усилие прижатия фрикционных катков во много раз превышает передаваемое окружное усилие.

### Классификация

Фрикционные передачи классифицируют по следующим признакам:

1. По назначению:

- с нерегулируемым передаточным числом (рис.1-3);
- с бесступенчатым (плавным) регулированием передаточного числа (вариаторы).

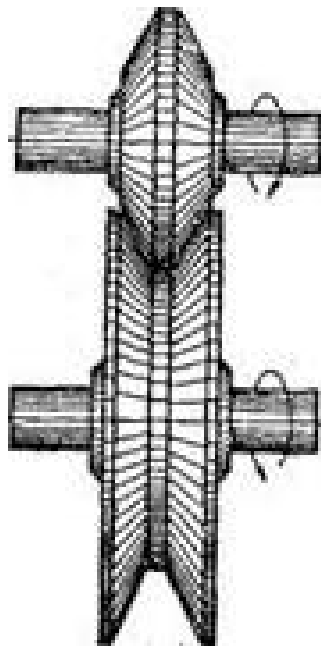


Рис.2 – Цилиндрическая фрикционная передача с катками клинчатой формы

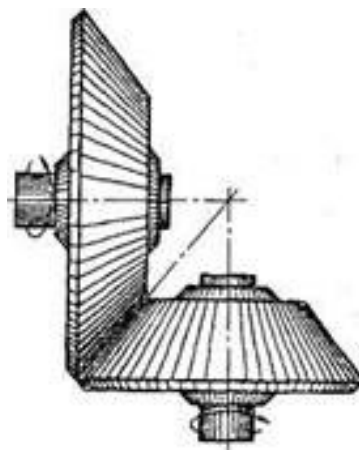


Рис.3 – Коническая фрикционная передача

2. По взаимному расположению осей валов:

- цилиндрические или конусные с параллельными осями (рис.1, 2);
- конические с пересекающимися осями (рис.3).

3. В зависимости от условий работы:

- открытые (работают всухую);
- закрытые (работают в масляной ванне).

В открытых фрикционных передачах коэффициент трения  $f$  выше, прижимное усилие катков  $F_n$  меньше. В закрытых фрикционных передачах масляная ванна обеспечивает хороший отвод тепла, делает скольжение менее опасным, увеличивает долговечность передачи.

4. По принципу действия:

- нереверсивные (рис.1-3, 11 и 12);
- реверсивные (рис.10).

5. Различают также передачи с постоянным или автоматическим регулируемым прижатием катков, с промежуточным (паразитным) фрикционным элементом или без него.

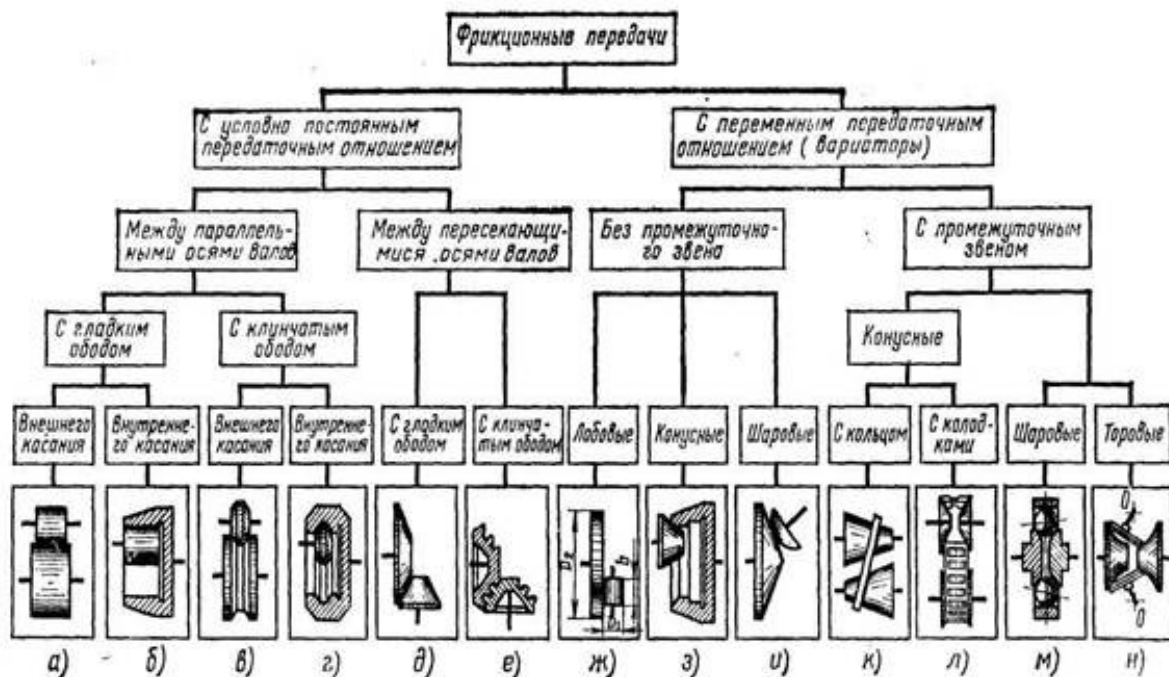


Рис.3.1 – Классификация фрикционных передач

### Достоинства и недостатки

Достоинства фрикционных передач:

- простота конструкции и обслуживания;
- плавность передачи движения и регулирования скорости и бесшумность работы;
- большие кинематические возможности (преобразование вращательного движения в поступательное, бесступенчатое изменение скорости, возможность реверсирования на ходу, включение и выключение передачи на ходу без остановки);

- за счет возможностей пробуксовки передача обладает предохранительными свойствами. Однако после пробуксовки передача, как правило, резко ухудшает свои качества – появляются лыски на катках, неравномерно срабатываются фрикционные поверхности и т.д. Поэтому использовать пробуксовку как предохранительное средство не рекомендуется;

- отсутствие мёртвого хода при реверсе передачи;
- равномерность вращения, что удобно для приборов;
- возможность бесступенчатого регулирования передаточного числа, причем на ходу, без остановки передачи.

Недостатки:

- непостоянство передаточного числа из-за проскальзывания;
- незначительная передаваемая мощность (открытые передачи – до 10-20 кВт; закрытые – до 200-300 кВт);
- для открытых передач сравнительно низкий КПД;
- большое и неравномерное изнашивание катков при буксовании;

- необходимость применения опор валов специальной конструкции с прижимными устройствами (это делает передачу громоздкой);
- для силовых открытых передач незначительная окружная скорость ( $v \leq 7-10$  м/с);
- большие нагрузки на валы и подшипники от прижимной силы  $F_t$ , что увеличивает их размеры и делает передачу громоздкой. Этот недостаток ограничивает величину передаваемой мощности;
- большие потери на трение.

### **Применение фрикционных передач**

Фрикционные передачи с нерегулируемым передаточным числом в машиностроении применяются сравнительно редко, например, во фрикционных прессах, молотах, лебедках, буровой технике и т.п.). В качестве силовых передач они громоздки и малонадежны. Эти передачи применяются преимущественно в приборах, где требуется плавность и бесшумность работы (магнитофоны, проигрыватели, спидометры и т. п.). Они уступают зубчатым передачам в несущей способности. Зато фрикционные передачи с бесступенчатым регулированием скорости – вариаторы – широко применяются в различных машинах, например, в металлорежущих станках, в текстильных и транспортирующих машинах и т. д. Зубчатые передачи не позволяют такого регулирования.

На практике широко применяют реверсивные фрикционные передачи винтовых прессов, передачи колесо – рельс и колесо – дорожное полотно самоходного транспорта. Фрикционные передачи предназначены для мощностей, не превышающих 20 кВт, окружная скорость катков допускается до 25 м/с. Использование фрикционной передачи в качестве предохранительного звена механизма не рекомендуется, так как при буксовании повреждаются рабочие поверхности катков.

### **Материалы катков фрикционных передач**

К материалам трущихся поверхностей катков предъявляют следующие требования: высокие износостойкость, хорошей теплопроводностью, поверхностная прочность, коэффициент трения  $f$  (во избежание больших сил сжатия), модуль упругости  $E$  (чтобы площадка контакта, а значит и потери на трение были малы), влагостойкость и во время работы не засаливаться. Первые два свойства особенно важны для передач, работающих в сухую.

Катки фрикционных передач изготавливают из однородных или разнородных материалов. При этом целесообразно ведомый каток выполнять из более износостойкого материала. Передачи с металлическими рабочими поверхностями катков могут работать в масле или всухую, а с неметаллическими – только всухую.

Применяют следующие сочетания материалов.

1. Для быстроходных закрытых силовых передач – закаленная сталь по закаленной стали (стали ШХ15, 40ХН, 18ХГТ и др.). Такое сочетание обеспечивает наибольшую компактность

передачи, но требует более точного изготовления и малых параметров шероховатости поверхностей.

2. Для открытых тихоходных силовых передач - чугун по чугуну (СЧ15; СЧ20; СЧ25 и др.) или чугун по стали. Чаще применяют чугун по стали, что обеспечивает меньший шум при работе передачи.

3. Для малонагруженных открытых передач, не требующих большой долговечности, – текстолит, гетинакс или фибра по стали или по чугуну.

Такое сочетание материалов позволяет уменьшить требования к качеству обработки контактирующих поверхностей, так как они хорошо прирабатываются (рис.4, в).

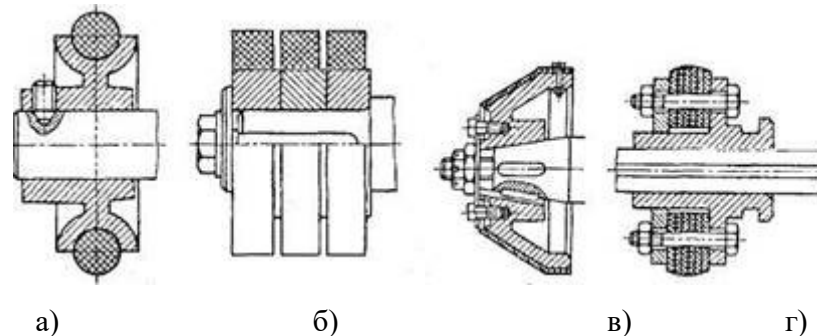


Рис.4 – Материалы трущихся поверхностей катков: а, б – резина; в – фибра; г – кожа

4. Для передачи незначительных вращательных моментов - кожа, резина, прорезиненная ткань, ферродо, пластмасса по стали или чугуну. Один из катков изготавливают из стали или чугуна (чаще ведомый), а второй покрывают одним из перечисленных неметаллических материалов (рис.4, а, б, г).

Разработаны специальные фрикционные пластмассы с асбестовым и целлюлозным наполнителем, коэффициент трения которых достигает 0,5.

Более надёжны передачи, у которых ведущий каток твёрже, чем ведомый, т.к. тогда при пробуксовке не образуются лыски.

Применяются обрешиненные катки, однако их коэффициент трения падает с ростом влажности воздуха.

Для крупных передач применяют прессованный асбест, прорезиненную ткань и кожу.