

Дата проведения занятия: 20.05.2020

Предмет: «Техническая механика», 2 курс

Лекционный материал на тему "Ременные передачи. Цепные передачи» "Техническая механика"

Ременные передачи

Принцип действия и классификация

Передача состоит из двух шкивов, закрепленных на валах, и ремня, охватывающего эти шкивы. Нагрузки передается за счет сил трения, возникающих между шкивами и ремнем вследствие натяжения последнего.

В зависимости от формы поперечного перереза ремня различают передачи:

- плоскоремennую;
- клиноремennую ;
- круглоремennую.

Преимущества:

- возможность передачи движения на значительные расстояния (до 15 м и более);
- плавность и бесшумность работы;
- защита механизмов от колебаний нагрузки вследствие упругости ремня;
- защита механизмов от перегрузки за счет возможного проскальзывания ремня;
- простота конструкции и эксплуатации (передача не требует смазки).

Недостатки:

- повышенные габариты (при равных условиях диаметры шкивов в 5 раз больше диаметров зубчатых колес);
- непостоянство передаточного отношения вследствие проскальзывания ремня;
- повышенная нагрузка на валы и их опоры, связанное с большим предварительным натяжением ремня (в 2-3 раза больше, чем у зубчатых передач);
- низкая долговечность ремней (1000-5000 часов).

Область применения

Ременные передачи применяют преимущественно в тех случаях, когда по условиям конструкции валы расположены на значительных расстояниях. Передача передает мощность до 50 кВт. В комбинации с зубчатой передачей ремennую передачу устанавливают на быстроходную стeпень, как менее нагруженную.

В современном машиностроении наибольшее распространение имеют клиновые ремни. Применение плоских ремней старой конструкции сократилось. Плоские ремни новой конструкции (клепочные из пластмасс) получают распространение в высокоскоростных передачах. Круглые ремни применяются только для малых мощностей: в приборах, бытовых машинах и т.п.

В случае отсутствия устройства автоматического натяжения ремень вытягивается, возникает проскальзывание.

Силы в зацеплении

- сила натяжения рабочей ветви;
- сила натяжения холостой ветви;
- окружная сила;
- сила предварительного натяжения;
- центробежная сила;
- сила от изгиба ремня.

Критерии трудоспособности и расчета ременных передач:

1. тяговая способность, обусловленная силой трения между ремнем и шкивом;
2. долговечность ремня, который ограничивается разрушением ремня от усталости.

Основным расчетом ременных передач является расчет по тяговой способности. Долговечность ремню учитывается при расчетах путем выбора основных параметров передачи согласно рекомендациям.

Тяговая способность передачи характеризуется значением максимально допустимой окружной силы или полезного напряжения. Допустимое из условия отсутствия буксования напряжения увеличивается с увеличением напряжения предварительного натяжения, однако на практике это приводит к снижению долговечности ремня.

Влияние напряжения от центробежных сил для наиболее распространенных на практике среднескоростных ($V < 20$ м/с) и тихоходных ($V < 10$ м/с) передач незначительный.

Увеличение напряжений изгиба не оказывает влияния на повышение тяговой способности передачи, больше того, они, периодически изменяются, что является главной причиной разрушения ремней от усталости. Поэтому на практике ограничивают минимально допустимые значениями отношения.

Долговечность ремня зависит также от характера и частоты цикла изменения напряжений.

Снижение долговечности при увеличении частоты пробегов связано не только с усталостью, но и с термостойкостью ремня. В результате гистерезисных потерь при деформации ремень нагревается с увеличением частоты пробегов. Перегрев ремня приводит к снижению прочности.

Практика эксплуатации устанавливает, что при соблюдении рекомендаций по выбору основных параметров передачи средняя долговечность ремней составляет 2000...3000 часов.

Скольжение в ременной передаче

Исследования М. Е. Жуковского показали, что в ременных передачах имеют место два вида скольжения:

1. упругое скольжение, существующее при любой нагрузке;
2. буксование, возникающее при перегрузке. Упругое скольжение является причиной непостоянства передаточного отношения и увеличения затрат на трение.

Клиноременная передача

Клиноременная передача имеет преобладающее применение из-за увеличения тяговой способности вследствие повышения трения, при этом сцепление со шкивом увеличивается приблизительно в 3 раза. Ремень имеет клиновую форму поперечного перереза и располагается в соответствующих канавках. Для уменьшения напряжений изгиба применяют несколько ремней. Клиновые ремни изготавливают в виде замкнутой бесконечной ленты.

Способы натяжения ремней

Величина силы предварительного натяжения ремней существенно влияет на долговечность, тяговую способность и КПД передачи. Большинство ременных передач работают при переменной нагрузке, расчет при этом выполняется по максимальному значению нагрузки, которая при постоянном значении снижает долговечность и КПД в периоды недогруженности передачи. В этом случае целесообразна конструкция, в которой натяжения ремня автоматически изменяется с изменением нагрузки.

Постоянное натяжение ремня поддерживается в конструкции, в которой натяжения обеспечивается массой электродвигателя, установленного на качающейся плите, а также при применении натяжных роликов.

Периодическое подтягивание ремней может обеспечиваться с помощью винта или подобного устройства, способного перемещать двигатель по ползкам плиты.

Цепные передачи

Преимущества и недостатки

Принцип зацепления и высокая прочность стальной цепи позволяют обеспечивать большую нагрузочную способность цепной передачи по сравнению с ременной передачей. Отсутствие скольжения и буксование обеспечивает постоянство передаточного отношения (среднего за оборот) и возможность работы при кратковременных перегрузках.

Принцип зацепления не требует предварительного натяжения цепи, что уменьшает нагрузку на опоры. Цепные передачи могут работать при меньших межосевых расстояниях и при больших передаточных отношениях, а также передавать мощность от одного ведущего вала нескольким ведомым.

Основной причиной недостатков цепной передачи является то, что цепь, состоит из отдельных жестких звеньев, располагающихся на звездочке не по окружности, а по многоугольнику. Отсюда возникает износ шарниров цепи, шум и дополнительные динамические нагрузки. Цепные передачи нуждаются в организации системы смазки.

Область применения:

- при значительных межосевых расстояниях, при скоростях меньше 15-20 м/с, при скоростях до 35 м/с применяют пластинчатые цепи (набор пластин из двумя зубоподобными выступами, принцип внутреннего зацепления);
- при передаче от одного ведущего вала нескольким ведомым;
- когда зубчатые передачи неприменимы и ременные ненадежны.

По сравнению с ременными, цепные передачи более шумные, а в редукторах их применяют на тихоходных степенях.

Основные характеристики цепной передачи

Мощность

Современные цепные передачи могут работать в довольно широком диапазоне: от долей до нескольких тысяч киловатт. Но при больших мощностях возрастает себестоимость передачи, поэтому наиболее распространены цепные передачи до 100 кВт.

Окружная

скорость

С ростом скорости и частоты вращения увеличиваются износ, динамические нагрузки и шум.

Передаточное

число:

Передаточное число цепной передачи ограничивается до 6, вследствие увеличения габаритов.

ККД

передачи

Потери в цепной передаче состоят из потерь на трение в шарнирах цепи, на зубьях звездочек и в опорах валов. При смазывании погружением в смазочную ванну учитываются потери на перемешивание смазочного масла. Среднее значение ККД

Межосевое расстояние и длина цепи

Минимальное значение межосевого расстояния ограничивается минимально допустимым зазором между звездочками (30...50 мм). Для обеспечения долговечности, в зависимости от передаточного числа

Типы приводных цепей

- Роликовая
- Втулочная
- Зубчатые

Все цепи стандартизированы и изготавливаются на специальных предприятиях.

Звездочки приводных цепей

Звездочки подобны зубчатым колесам. Делительная окружность проходит через центры шарниров цепи.

Профиль зубьев роликовых и втулочных цепей может быть выпуклый, прямолинейный и вогнутый, в котором только основной нижний участок профиля вогнут,

у вершины форма выпуклая, в средней части есть небольшой прямолинейный переходной участок. Вогнутый профиль наиболее распространен.

Качество профиля определяется углом профиля, который для вогнутого и выпуклого профилей изменяется по высоте зуба. С увеличением угла профиля уменьшается износ зубьев и шарниров, однако это приводит к усилению ударов шарниров при входе в зацепление, а также к увеличению натяжения холостой ветви цепи.

Материалы

Цепи и звездочки должны быть стойкими против износа и ударных нагрузок. Большинство цепей и звездочек изготовляют из углеродистых и легированных сталей с дальнейшей термообработкой (улучшение, закалка).

Звездочки, как правило, изготовляют из сталей 45, 40Х и др., пластины цепей - из сталей 45, 50 и т.п., валики и ролики - из сталей 15, 20, 20Х и др.

Детали шарниров цементируют для повышения износоустойчивости при сохранении ударной прочности.

В перспективе предполагается изготовление звездочек из пластмасс, которые позволяют уменьшить динамические нагрузки и шум передачи.

Силы в зацеплении

- силы натяжения ведущей и ведомой ветвей,
- окружная сила,
- сила предварительного натяжения,
- центробежная сила.

Кинематика и динамика цепных передач

Движение ведомой звездочки определяется скоростью V_2 , периодические изменения которой сопровождаются непостоянством передаточного отношения и дополнительными динамическими нагрузками. Со скоростью V_1 связаны поперечные колебания ветвей цепи и удары шарниров цепи о зубья звездочки, вызывающие дополнительные динамические нагрузки.

С уменьшением числа зубьев z_1 ухудшаются динамические свойства передачи.

Удары вызывают шум при работе передачи и являются одной из причин выхода из строя цепи. Для ограничения вредного влияния ударов разработаны рекомендации по выбору шага цепи в зависимости от быстроходности передачи. При некоторой частоте вращения может возникнуть явление резонанса колебаний цепи.

В ходе работы возникает износ шарниров цепи за счет увеличения зазоров между валиком и втулкой, в результате цепь вытягивается.

Срок службы цепи по износу зависит от межосевого расстояния, числа зубьев малой звездочки, давления в шарнире, условий смазки, износоустойчивости материала цепи, допустимого относительного износа

С увеличением длины цепи увеличивается срок службы. При меньшем числе зубьев звездочки динамика ухудшается. Увеличение числа зубьев ведет к увеличению габаритов, уменьшается допустимый относительный зазор, который ограничивается возможностью потери зацепления цепи со звездочкой, а также уменьшением прочности цепи.

Таким образом, с увеличением числа зубьев звездочки z уменьшается допустимый относительный износ шарниров, и как следствие, уменьшается срок работы цепи до потери зацепления со звездочкой.

Максимальный срок службы с учетом прочности и способности к зацеплению обеспечивается выбором оптимального числа зубьев звездочки.

Критерии работоспособности цепной передачи

Основной причиной потери работоспособности является износ шарниров цепи. Основным расчетный критерий износоустойчивости шарниров

Срок службы цепи по износу зависит:

- от межосевого расстояния (увеличивается длина цепи и уменьшается число пробегов цепи в единицу времени, т.е. уменьшается число поворотов в каждом шарнире цепи);
- от числа зубьев малой звездочки (с увеличением z_1 уменьшается угол поворота в шарнирах).