

Дата **1.11.2022 г.** Группа: ХКМ 3/1 Курс: 3 семестр: 5

Дисциплина: Техническая механика

Специальность: 15.02.06 «Монтаж и техническая эксплуатация холодильно-компрессорных машин и установок (по отраслям)»

Тема занятия: Общие сведения о редукторах

Цель занятия:

-*методическая* - совершенствование методики проведения практического занятия;

- *учебная* – уметь производить расчет редуктора;

- *воспитательная* – обучать учащихся соотносить полученные знания с наблюдаемыми явлениями.

Вид занятия: Лекция

Межпредметные связи:

Обеспечивающие: Техническая механика, инженерная графика

Обеспечиваемые: курсовое и дипломное проектирование

Рекомендуемая литература

Основная литература:

1. Аркуша А.И. Техническая механика. – Москва, Высшая школа, 2012.

2. Олофинская В.П. Техническая механика. Сборник тестовых заданий. – Москва, Форум, Инфра М, 2014.

Дополнительная литература:

1. Аркуша А.И. Руководство к решению задач по теоретической механике. - М.: Высшая школа, 2012.

2. Дунаев П.Ф. Конструирование узлов и деталей машин. М.: Высшая школа, 2012.

3. Ицкович Г.М. Минин М.С., Винокуров А.И. Руководство к решению задач по сопротивлению материалов. – М.: Высшая школа, 2013.

Видео:

1. <https://www.youtube.com/watch?v=6boQDF-eSgA&t=6s> Планетарный редуктор

2. <https://www.youtube.com/watch?v=MsC2sUnRG5U> Восстановление редуктора

Тема: Общие сведения о редукторах (4 часа)

1. Виды редукторов
2. Подбор редуктора
3. Распространенные неисправности
4. Смазка и смазочные материалы

1. Виды редукторов

Редуктор - это механизм, передающий крутящий момент. Простейшими механическими узлами, передающими крутящий момент, считаются ременная и цепная передачи. Они передают вращение с одного детали на другую и при этом изменяют угловую скорость.

Наибольшая группа редукторов, которые широко используются во всех механизмах, от кофемолки до доменных печей, механические зубчатые редукторы. Они разделяются *на группы* по нескольким параметрам:

- типу зубчатого зацепления;
- количеству передач;
- способу монтажа;
- пространственное положение осей и зубчатых соединений.

Обычно ведущий вал редуктора быстроходный. Он жестко соединен с двигателем и вращается с такой же скоростью, до 1500 об/мин. При обратном отношении, когда ведущим является колесо и скорость вращения на выходе возрастает, а крутящий момент падает, узел называют понижающим.

По типу зубчатого зацепления и форме шестерни, они делятся:

- цилиндрические;
- конические;
- червячные;
- планетарные;
- комбинированные;
- волновые.

Комбинированные модели могут иметь различные типу зубчатых зацеплений.

Цилиндрические

Наибольшее количество выпускается цилиндрических редукторов. Рабочая поверхность колеса и шестерни имеет форму цилиндра. Модели отличаются высоким КПД, простотой исполнения и большим разнообразием деталей. Одноступенчатые узлы получили название передаточного редуктора. Он компактный, понижает скорость вращения и одновременно передает крутящий момент.

По форме зуба цилиндрические модели делятся:

- прямозубые;
- косозубые;
- шевронные.

По кинематической схеме они бывают прямолинейные и разветвленные (рис.1).

Прямой зуб имеет закругленную поверхность, способствующую максимально возможной площади контакта. При зацеплении зубья контактируют по всей длине. Трение сводится к минимуму. КПД прямозубого зацепления наиболее высокое - 99%.

К *достоинствам* прямозубых передач относятся минимальная нагрузка на подшипники, малое трение, механизм не греется.

Недостаток в сильном шуме во время работы и малой мощности. Чтобы передать большое усилие, колеса надо делать широкими, крупногабаритными.

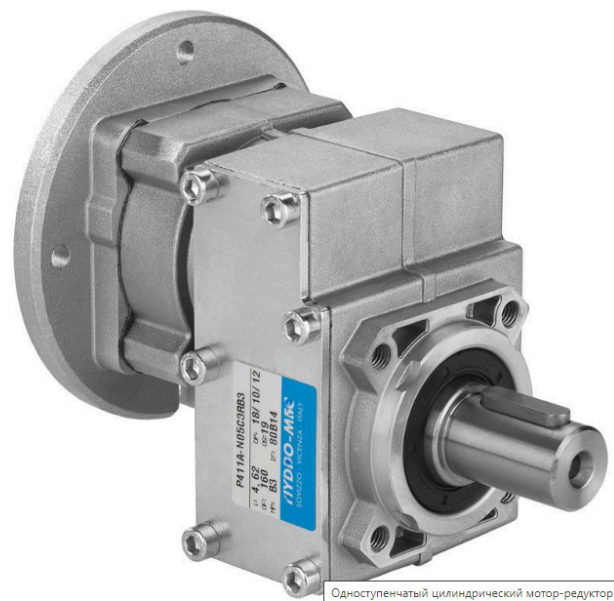


Рисунок 1 – Цилиндрический редуктор

Косой зуб расположен под углом. Площадь контакта у него больше при одинаковой ширине обода колеса. Зубья заходят в зацепление постепенно. Работает косозубая пара тихо, плавно и способна выдержать большие нагрузки.

Площадь трения по эвольвенте больше, детали греются. КПД косозубого зацепления 98% и ниже. Изготовление деталей с косым зубом сложнее, особенно фрезеровка зубьев. Требуется большая точность при настройке режущего инструмента. Наклонное положение зуба создает дополнительные осевые нагрузки на подшипники и сокращает срок их работы.

Для компенсации отрицательных осевых усилий косозубых передач, созданы шевронные. Они представляют два колеса на одном валу с наклоном зубьев в противоположную сторону. Таким образом еще больше увеличивается мощность.

Работают шевронные зацепления тихо. Недостаток в сложной и длительной технологии нарезания зубьев.

Количество передач может быть любое. Расположение валов параллельное, горизонтальное и вертикальное в одной плоскости. При большом числе зубчатых зацеплений в одном корпусе, возможно двурядное расположение валов (рис.2).



Рисунок 2 – Цилиндрический редуктор

Цилиндрические модели широко применяются во всех областях. От бытовой техники, кофемолок, дрелей, до металлургической и горнорудной промышленности. На каждом станке стоит один или несколько редукторов. В особо тяжелых условиях используют шевронные передачи.

Конические

Шестерня и колесо имеют коническую поверхность. Валы расположены под углом. Зуб на шестерне прямой и радиальный. Часто конические передачи используются в комбинированных или понижающих

узлах. Направление вращения возможно в любую сторону. В качестве ведущего может выступать колесо.

Сколько передач в коническом передаточном механизме, зависит от его назначения. Обычно одна. Наиболее известный пример косозубого зацепления – дифференциал заднего моста, понижающий крутящий момент узел. От одного колеса вращается синхронно в одном направлении 2 шестерни.

Червячный

Вместо ведущей шестерни в зубчатом зацеплении стоит червяк с нарезанной резьбой. Нитей бывает 1, 2, 4. Другого количества заходов не делают. Оси валов расположены перпендикулярно в разных плоскостях.

Червяк при вращении взаимодействует с несколькими зубьями колеса. От сильного трения под углом, возникает тормозящий момент. Он не позволяет колесу провернуться и сдвинуть червяк. Самоторможении используют в грузоподъемных механизмах. Подвешенный груз не сможет пойти вниз. Червячная передача может перемещать колесо и связанный с ним механизм с большой точностью. Это используют в приборах и станках для точной настройки положения инструмента (рис.3).



Рисунок 3 – Червячный редуктор

Червячные редукторы создают с одной и двумя передачами. Часто делают комбинированные с коническими зацеплениями.

У червячного редуктора тихий и плавный ход, самое большое передаточное число одной пары до 80 единиц.

Недостаток в низком КПД и сильном нагреве во время работы. необходимо делать систему охлаждения.

Планетарный

Планетарные модели конструктивно отличаются от всех других. У них колесо неподвижно зафиксировано в корпусе. В зацеплении с ним 4 сателлита – зубчатые колеса, которые синхронно вращаются от центральной шестерни.

Водило, соединенное с выходным валом, вращается вокруг солнечной шестерни. Валы сателлитов закреплены в нем через подшипники.

Сложное исполнение планетарного редуктора компенсируется его высокой мощностью, компактными размерами и тихим ходом. Планетарные модели используются для работы в шахтах, металлургии, горнорудной промышленности.

Комбинированные

Редукторы, в которых установлены передачи разного типа, называются комбинированными. Наиболее часто соединяют в одном корпусе цилиндрические пары с червячными или коническими (рис.4).

Мотор-редуктор – собранные в одном корпусе двигатель и передаточный узел. Привод обычно изготавливается с коническими или червячными парами. Количество передач одна и две.



Рисунок 4 – Комбинированный редуктор

2. Подбор редуктора

Рекомендации по выбору

Как выбирать редуктор вместо сломавшегося, на имеющуюся технику и при создании механизмов самостоятельно. Основным является мощность на выходном валу. Она рассчитывается на основании оборотов двигателя по передаточному числу.

Следует обратить на расположение валов, оно в цилиндрических моделях может быть в одну сторону.

Крепление осуществляется с помощью фланца непосредственно к валу двигателя и с помощью отверстий в подошве устанавливается на платформу.

В маркировке указано межцентровое расстояние между валами. Этот размер имеет конструктивное значение при установке узла и соединения его с двигателем и валом рабочего механизма.

Следует посмотреть, какая пара в редукторе первая, ее передаточное число, зацепление. Выбор редуктора включает в себя и расположение валов в пространстве. Они могут располагаться под прямым углом и быть в разных плоскостях. Тип подшипников указывается в технической документации. Там же таблица сроков эксплуатации разных узлов.

При проектировании машины, подбор червячного редуктора выполняется по мощности и расположению зацепления. При нижнем зацеплении пара хорошо смазывается, не требует дополнительного охлаждения и способна работать длительное время. Следует обратить внимание на рабочий режим. Узел не всегда способен работать по несколько часов непрерывно. Червячное соединение быстро перегревается.

3.Распространенные неисправности

Поломки редуктора можно избежать при правильной его эксплуатации и регулярном уходе. Следует внимательно изучить паспорт. В нем указаны виды технического обслуживания и их периодичность. Надо регулярно менять масло, постоянно доливать его. Соблюдения режима работы позволит сохранить агрегат целым.

Основная неисправность редуктора связана с его перегревом. Это происходит при отсутствии смазки и использовании масел других марок. В противном случае агрегат перегревается, зубчатое зацепление может заклинить.

Подшипники имеют свой запас прочности. Их период эксплуатации указан в паспорте. Если вовремя не поменять на новые, узлы начинают рассыпаться. Шарики выпадут, и вал начнет вращаться с большим усилием, рывками.

Между корпусом и крышками: верхней и боковой, по плоскости разъема, при сборке закладывается герметик. Он не позволяет маслу вытекать наружу. Если его вовремя не менять, жидкость потечет со всех разъемов.

Перегрузки, резкое включение приводит к разрушению зуба. Когда передаточный механизм не соответствует двигателю, он долго не выдержит.

4. Смазка и смазочные материалы

Смазка в машинах выполняет следующие функции:

- снижает износ трущихся поверхностей;
- уменьшает трение, а следовательно, и потери энергии на преодоление трения;
- отводит тепло от трущихся поверхностей;
- вымывает и удаляет из зоны трения продукты износа и другие загрязнения;
- предохраняет трущиеся и другие поверхности машины от коррозии;
- демпфирует (смягчает) ударные нагрузки, снижает вибрацию и шум.

От правильного выбора смазочных материалов, методов смазки и конструкции уплотняющих устройств для полостей со смазкой весьма сильно зависят работоспособность и долговечность машины.

Смазочные материалы весьма многообразны. К ним принадлежат:

- жидкие нефтяные смазочные масла (для краткости – масла), основу которых составляют продукты переработки нефти;
- синтетические смазочные жидкости (гликоли, силиконы, фторо- и хлороуглероды и т.п.). Они применяются в особых условиях, например, при весьма высоких или низких температурах, когда нефтяные масла неработоспособны;
- пластичные (старое название – консистентные) смазки. Они представляют собой продукты загущения масел или синтетических смазочных жидкостей мылами, парафином и др. веществами. Пластичные смазки выглядят как мази или пасты различных консистенций и цветов;
- твердые смазки (на основе графита, дисульфида молибдена и т.п.), а также вода, воздух и другие газы.

Из перечисленных материалов наиболее широко применяются нефтяные масла и пластичные смазки.

Смазочные материалы в редукторах подвержены воздействиям:

- высоких контактных давлений между зубьями и в подшипниках качения (до 2000 МПа – в передачах с цилиндрическими и коническими зубчатыми колесами, например);
- высоких температур (до 300 °С и выше в зоне контакта зубьев и до 150 °С и выше в объеме);
- химическому воздействию кислорода воздуха, влаги, продуктов износа и материалов деталей редуктора.

Эти все воздействия со временем приводят к изменению физических и химических свойств смазки ("старению"), что вынуждает периодически заменять смазку,

С увеличением температуры уменьшается вязкость (о вязкости см. в приложении А) и ускоряется старение смазочных материалов. При чрезмерно малой вязкости снижается прочность масляной пленки между трущимися поверхностями, от чего пленка разрушается и, следовательно, смазочная способность смазки ухудшается. Кроме того, с понижением вязкости понижается и надежность уплотнений редуктора. По этим причинам ограничивают максимальную эксплуатационную температуру смазки.

С понижением температуры вязкость смазки увеличивается и соответственно увеличиваются потери в редукторе, а кроме того, осложняется подача смазки к трущимся поверхностям. При чрезмерно высокой вязкости пуск машины становится затруднительным или даже невозможным, минимальная эксплуатационная температура смазки определяется в первую очередь допустимой величиной потерь в машине или же возможностью ее надежного пуска.

Контрольные вопросы

1. Каковы преимущества мотор-редукторов?
2. Какие два типа смазочных материалов преобладают в машинах?
3. Какие функции выполняют смазочные материалы?
4. С понижением температуры вязкость смазки увеличивается или уменьшается?
5. Назначение герметика

Задание для самостоятельной работы:

1. Краткий конспект вопросов
3. Письменно ответить на контрольные вопросы

Фотографии отчета прислать в личном сообщении ВК <https://vk.com/id139705283>

На фотографиях вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, 1.11.2022г., группа ХКМ 3/1, Техническая механика».