Дата <u>25.10.2022 г.</u> Группа: XKM 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: Планетарные и волновые зубчатые передачи

Цель занятия:

- *-методическая* совершенствование методики проведения практического занятия;
 - учебная уметь производить расчет планетарной передачи;
 - 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.

https://www.youtube.com/watch?v=1F4k6oEkFOI Принцип работы планетарной передачи

https://www.youtube.com/watch?v=BURE6kiC3wg Планетарный механизм https://www.youtube.com/watch?v=Ykg5-9PM4sg Недостатки планетарной передачи

https://www.youtube.com/watch?v=11J1ZQHCZT8 Сборка планетарной передачи

https://www.youtube.com/watch?v=sev8YpzWowI
Кинематика планетарного механизма

Тема: Планетарные и волновые зубчатые передачи (4 часа)

Планетарные передачи.

- 1. Достоинства и недостатки. Принцип работы и устройство
- 2. Основные геометрические соотношения.
- 3. Расчет на прочность

Волновые передачи

- 4. Общие сведения. Достоинства и недостатки
- 5. Выбор основных параметров и расчетных коэффициентов.
- 6.Зубчатые передачи с зацеплением Новикова. Применение в промышленности

1. Планетарные передачи. Достоинства и недостатки. Принцип работы и устройство

Планетарные зубчатые передачи

Передачи, имеющие зубчатые фрикционные или колеса c перемещающимися осями, называют планетарными. Наиболее распространена зубчатая однорядная планетарная передача. Она состоит из центрального колеса І с наружными зубьями, неподвижного (центрального) колеса 2 с внутренними зубьями и водила h, на котором закреплены оси планетарных колес g (или сателлитов) (рис.1).

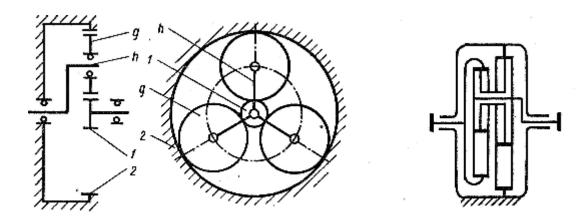


Рисунок 1- Планетарная зубчатая передача

Водило вместе с сателлитами вращается вокруг центральной оси, а сателлиты обкатываются по центральным колесам и вращаются вокруг своих осей, совершая движения, подобные движению планет. При неподвижном колесе 2 движение передается от колеса l κ водилу h или наоборот. Планетарную передачу, совершаемую подвижными звеньями (оба колеса и водила), называют дифференциалом. С помощью дифференциала одно движение можно разложить на два или два движения сложить в одно: от колеса 2- движение можно передавать одновременно колесу l и водилу h или от колес l и 2 к водилу h и n.

Достоинства и недостатки планетарных передач

Основное *достоинство* — широкие кинематические возможности, позволяющие использовать передачу в качестве редуктора коробки скоростей, передаточное число в которой изменяется путем поочередного торможения различных звеньев, и как дифференциальный механизм. Планетарный принцип позволяет получать большие передаточные числа (до тысячи и больше) без применения многоступенчатых передач.

Эти передачи компактные и имеют малую массу. Переход от простых передач к планетарным позволяет во многих случаях снизить их массу в 4 раза и более. Сателлиты в планетарной передаче расположены симметрично, а это снижает нагрузки па опоры (силы в передаче взаимно уравновешиваются), что приводит к снижению потерь и упрощает конструкцию опор. Эти передачи работают с меньшим шумом, чем обычные зубчатые.

Недостатки:

- 1. Повышенные требования к точности изготовления и монтажа передачи.
- 2. Резкое снижение к. п. д. передачи с ростом передаточного отношения.

Применение

Планетарную передачу применяют как:

- а) редуктор в силовых передачах и приборах;
- б) коробку перемены передач, передаточное отношение в которой изменяется путем поочередного торможения различных звеньев (например, водила или одного из колес);

в) как дифференциал в автомобилях, тракторах, станках, приборах. Особенно эффективно применение планетарных передач, совмещенных с электродвигателем.

2. Основные геометрические соотношения

Передаточное отношение. Для определения передаточного отношения планетарной передачи используется метод Виллиса — метод останова водила. Передаточное отношение для обращенного механизма ¹ планетарной передачи

$$i = (\omega_1 - \omega_h)/(\omega_2 - \omega_h) = -z_1/z_2$$

где ω_1 - ω_h и ω_2 - ω_h — угловые скорости колес l и 2 относительно водила $h; z_1$ и z_2 - числа зубьев этих колес.

Для реальной планетарной передачи (колесо 2 закреплено неподвижно, колесо I - ведущее, водило и ведомое) при ω_2 = O получим

$$i = (\omega_1 - \omega_h)/(-\omega_h) = 1 + z_1/z_2$$

Для однорядной планетарной передачи u=1,25...8,0 для многоступенчатых u=30...1000, для кинематических передач $u\geq 1600$. Чем больше передаточное отношение планетарной передачи, тем меньше КПД ($\eta=0.99...0,1$).

¹ Обращенный механизм - обычная не планетарная передача, в которой геометрические оси всех колес неподвижны, а сателлиты при этом становятся промежуточными колесами, не влияющими на передаточное отношение механизма.

Межосевое расстояние планетарной прямозубой передачи для пары колес внешнего зацепления (центральной шестерни с сателлитом) определяют по формуле

$$a_w = K_a(u'+1) \sqrt[3]{\frac{K_H T_1 K_c}{\psi_{ba} u' [\sigma]_H^2 c}},$$

де u' - z_2/z_1 — передаточное число рассчитываемой пары колес; $K_c=1,1...\ 1,2$ — коэффициент неравномерности распределения нагрузки между сателлитами;

Т — вращающий момент на валу центральной шестерни, Нм;

с —число сателлитов;

 ψ_{ba} — коэффициент ширины венца колеса: ψ_{ba} = 0,4 для H < 350 HB, ψ_{ba} = 0,315 при 350 HB<H<50 HRC, ψ_{ba} = 0,25 для H>50 HRC.

Модуль зацепления

$$m = 2a_w/(z_2 + z_1).$$

Полученный расчетом модуль округляют до ближайшего стандартного значения, а затем уточняют межосевое расстояние:

$$a_w = m(z_2 + z_1)/2.$$

Делительный диаметр центральной шестерни $d_f = mz$ \.

$$F_t = \frac{2 \cdot 10^3 \, K_c T_1}{c d_1} \, .$$

Конструктивные особенности планетарных передач

На рис. 2 приведена распространенная конструкция планетарного редуктора. Редуктор удобен для компоновки машин вследствие соосности валов.

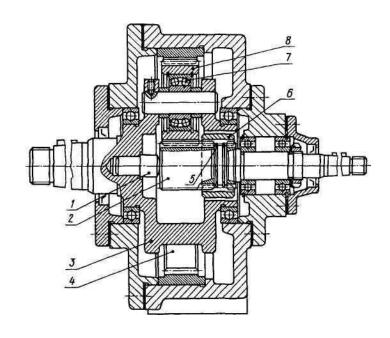


Рисунок 2 -Планетарный редуктор

Неизбежные погрешности изготовления приводят к неравномерному распределению нагрузки между сателлитами. Для выравнивания нагрузки по потокам в передачах с тремя сателлитами одно из центральных колес делают самоустанавливающимся в радиальном направлении (не имеющим радиальных опор).

В конструкции на рис.2 плавающей является центральная шестерня 2, которая самоустанавливается по сателлитам 8 в радиальном направлении, а в осевом направлении фиксируется штырем 1 и зубчатой муфтой 6 с установленными в ней упорными пружинными кольцами 5.

Для самоустановки сателлитов по неподвижному центральному колесу 4 применяют сферические подшипники качения 7.

Водила планетарных передач должны быть прочными и жесткими при малой массе. Выполняют их литыми или сварными.

На рис. 2 водило 3 выполнено литым из высокопрочного чугуна марки BЧ50 за одно целое с тихоходным валом.

3. Расчет на прочность

Расчет на прочность зубьев планетарных передач ведут по формулам обыкновенных зубчатых передач. Расчет выполняют для каждого зацепления. Например, в передаче, изображенной на схеме рис.4.33, необходимо рассчитать внешнее зацепление колес 1и 2 и внутреннее — колес 2 и 3. Так как модули и силы в этих зацеплениях одинаковы, а внутреннее зацепление по своим свойствам прочнее внешнего, то при одинаковых материалах колес достаточно рассчитать только внешнее зацепление.

Выбор числа зубьев колес зависит не только от передаточного отношения u, но и от условия собираемости передачи. По этому условию сумма зубьев центральных колес (z1+z3) должна быть кратной числу сателлитов C (обычно C=3—5).

В планетарных передачах применяются не только цилиндрические, но и конические колеса. Зубья могут быть прямые и косые.

Контрольные вопросы

- 1. Какую зубчатую передачу называют планетарной?
- 2. В каком случае планетарную передачу называют дифференциальной?
- 3. Каковы основные достоинства и недостатки планетарных передач по сравнению с обычными зубчатыми?
- 4. В каких областях машиностроения широко применяют планетарные передачи и почему?
- 5. Какой принцип применяют при выводе формулы для определения передаточного числа планетарной передачи?

Задание для самостоятельной работы:

1.Посмотреть все видео из списка литературы!!!

- 2. Краткий конспект 1,2,3 вопросов
- 3. Письменно ответить на контрольные вопросы

Фотографии отчета прислать в личном сообщении BK https://vk.com/id139705283

На фотографиях вверху должна быть фамилия, дата выдачи задания, группа, дисциплина. Например: «Иванов И.И, <u>25.10.2022г.</u>, группа XKM 3/1, Техническая механика».