Ув. студенты! Ознакомиться с лекционным материалом и ответить на контрольные вопросы письменно. Ответы на контрольные вопросы предоставить до **22.03** на электронный адрес преподавателя vika-lnr@mail.ru

Если возникнут вопросы обращаться по телефону 072-106-54-33

ЛЕКЦИЯ

Тема : Фрикционные передачи и вариаторы

Цель: изучение фрикционных передач вариаторов

План

1.Пример расчета фрикционной передачи

2.Передача с бесступенчатым регулированием передаточного числа – вариаторы

Список использованных источников:

1 Гузенков П.Г. Детали машин. - Г.: Высшая школа, 1986

2 Олофинская В.П. Детали машин. Краткий курс и тестовые задания: учебное пособие.-2-е изд., исправленное. и дополненное- М.: ФОРУМ, 2008.- 208с.

3 Фролов М.И. Техническая механика. Детали машин. - М: Высшая школа, 1986

1 Пример расчета фрикционной передачи

Порядок расчета фрикционных передач

1. *Определение окружной силы*

$$F_t = \frac{2T_2}{D_2}, \qquad (6)$$

Где T_2 – вращающий момент на ведомом катке, Н*мм

D_2 – диаметр ведомого катка, мм

2.Определение прижимной силы

$$F_r = \frac{K * F_t}{f} \qquad (7)$$

К– коэффициент нагрузки (принимается для силовых передач К=1,25…2, для передач приборов *К = 3…5)*

F_t – окружная сила, Н

f – коэффициент трения (принимется по таблице 23.1)

Таблица 23.1

Значения коэффициента трения

Сталь по стали (в масле)	0,04...0,05
Сталь по стали или чугуну (всухую)	0,15...0,18
Текстолит или фибра по чугуну или стали (всухую)	0,20...0,25
Сталь по бронзе (периодическое смазывание)	0,08...0,10

3. Определение контактного напряжения $[\sigma]_H$ *для менее прочного из материалов пары катков.*

-для закаленных сталей $[\sigma]_H$ = 800...1200 МПа (E = 2,1 • 10^5 МПа);

-для чугунов $[\sigma]_H$=1,5 $\sigma_в$ (E=10^5 МПа), где $\sigma_в$ - предел прочности чугуна;

-для текстолита $[\sigma]_H$ = 80...100 МПа (E = 6*10^3 МПа).

4. Расчет фрикционной передачи на прочность

$$[\sigma]_H = 0{,}418\sqrt{\frac{q * E_{пр}}{\rho_{пр}}} \leq [\sigma]_H \qquad (8)$$

где $q=\frac{F_r}{b_2}$ — номинальная нагрузка на единицу длины контактных линий; Н/мм

b_2 – ширина ведомого катка, мм

$E_{пр} = \frac{2E_1 * E_2}{E_1 + E_2}$ — приведенный модуль упругости, МПа; (9)

$\rho_{пр}=\frac{R_1 * R_2}{R_1 + R_2}$ —приведенный радиус кривизны цилиндрических катков, мм

E_1 и E_2, R_1 и R_2 — соответственно модули упругости материалов и радиусы ведущего и ведомого катков;

Если условие прочности не выполняется, следует:

- уменьшить передаточное отношение передачи (увеличить $\rho_{пр}$);

- увеличить ширину ведомого катка b_2;

- использовать более прочный материал катков или одного из них (увеличить E) и провести повторный расчет

Пример. Определить необходимую силу прижатия катков и проверить прочность закрытой фрикционной цилиндрической передачи. Вращающий момент на ведомом катке T_2=500 Н*м. Материал обоих катков — сталь. Диаметр и ширина ведомого катка D_2 = 100 мм, b_2= 40мм, передаточное число u=5

Решение.

1.Окружная сила

$$F_t = \frac{2T_2}{D_2} = \frac{2*500}{100*10^{-3}} = 10*10^3 Н = 10 кН,$$

Для закрытой передачи (при работе в масляной ванне) f = 0,05.

2.*Прижимная сила при коэффициенте нагрузки К =1,4*

$$F_r = \frac{K*F_t}{f} = \frac{1{,}4*10*10^3}{0{,}05} = 280*10^3 Н = 280 кН$$

3.*Определение контактного напряжения* $[\sigma]_H$ *для менее прочного из материалов пары катков.*

для закаленных сталей $[\sigma]_H$ = 800...1200 МПа (E = 2,1 • 10^5 МПа);

4.*Расчет на прочность по условию прочности по контактному напряжению*

$$[\sigma]_H = 0{,}418\sqrt{\frac{q*E_{пр}}{\rho_{пр}}} \le [\sigma]_H$$

где $q = \frac{F_r}{b_2} = \frac{280*10^3}{40}$ =7000 Н/мм — номинальная нагрузка на единицу длины контактных линий (b_2 =40 мм– ширина ведомого катка)

$E_{пр} = \frac{2E_1*E_2}{E_1+E_2} = \frac{2*2{,}1*10^5*2{,}1*10^5}{2{,}1*10^5+2{,}1*10^5} =$ 2,1*10^5МПа— приведенный модуль упругости

Радиус ведущего катка

$$R_1 = \frac{R_2}{u} = \frac{50}{5} = 10мм$$

$\rho_{пр} = \frac{R_1*R_2}{R_1+R_2} = \frac{10*50}{10+50}$ = 8,33 мм—приведенный радиус кривизны цилиндрических катков.

$$[\sigma]_H = 0{,}418\sqrt{\frac{q*E_{пр}}{\rho_{пр}}} = 0{,}418\sqrt{\frac{7000*2{,}1*10^5*10^6}{8{,}33}} = 46{,}25*10^6 Па =$$

$$= 46{,}25 МПа \le [\sigma]_H$$

Условие прочности выполнено

2 Передача с бесступенчатым регулированием числа – вариаторы

В большинстве современных рабочих машин необходимо регулировать скорость исполнительных органов в зависимости от изменяющихся свойств обрабатываемого объекта, условий технологического процесса, загрузки машины и т. п. Для этого машины снабжают коробками скоростей (ступенчатое изменение частоты вращения) или механически регулируемыми передачами - *вариаторами*, которые обеспечивают плавное (бесступенчатое) изменение частоты вращения ведомого вала при постоянной частоте вращения ведущего вала. Вариаторы позволяют установить оптимальный скоростной режим и регулировать скорость на ходу. Применение их способствует повышению производительности машины, качеству продукции, уменьшению шума и вибраций.

Вариаторы в зависимости от формы тел качения и наличия промежуточного элемента бывают лобовые, с раздвижными конусами, торовые и др.

Основной кинематической характеристикой любого вариатора является *диапазон регулирования*

$Д = n_{2max} / n_{2min} = u_{max} / u_{min}$,

где n_{2max} и n_{2min} - максимальная и минимальная частоты вращения ведомого вала; u_{max} и u_{min} - максимальное и минимальное значения передаточного числа передачи. Обычно $Д$ = 3... 4 (в некоторых конструкциях доходит до 6). Коэффициент полезного действия вариатора составляет 0,7... 0,95.

Лобовой вариатор (изображен на рисунке 23.2) состоит из катков *1* и *2*, установленных на взаимно перпендикулярных валах и прижатых один к другому пружиной сжатия. Каток *1* соединен с ведущим валом длинной направляющей шпонкой.

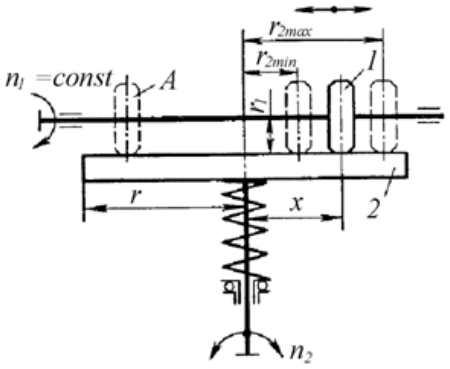

Рисунок 23.2 – Лобовой вариатор

При перемещении его вдоль шпонки изменяется расстояние *x* от оси вращения ведомого вала, вследствие чего изменяется передаточное число *u,* а

следовательно, и частота вращения n_2. Действительно, из условия равенства окружных скоростей катков (пренебрегая скольжением) можно записать $n_1 r_1 = n_2 x$, откуда $u = n_1 / n_2 = x / r_1$.

Предельные значения передаточного числа:

$u_{max} = n_1 / n_{2min} \approx r_{2max} / r_1$; $u_{min} = n_1 / n_{2max} \approx r_{2min} / r_1$

Диапазон регулирования

$Д = n_{2max}/n_{2min} = u_{max}/u_{min} \approx r_{2max} / r_{2min} \leq 3$.

Если каток *1* передвинуть в положение *А,* то произойдет изменение направления вращения ведомого вала (реверсирование). Лобовые вариаторы применяют в винтовых прессах и различных приборах. Они характеризуются интенсивным изнашиванием рабочих поверхностей катков и невысоким коэффициентом полезного действия вследствие различия их скоростей на площадке контакта.

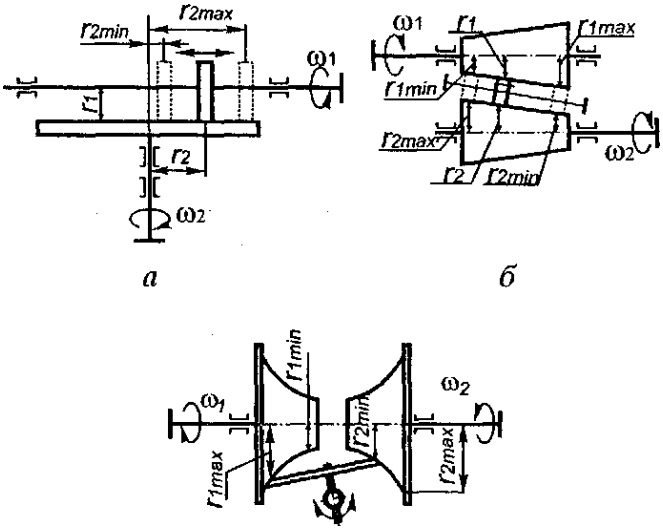

Рисунок 23.3 - Схемы вариаторов

Однако простота конструкции и возможность реверсирования обеспечивают использование таких вариаторов.

Контрольные вопросы:

1 Какие наиболее распространенные схемы вариаторов?

2 Как вычислить точное значение передаточного числа фрикционной передачи?

3 В чем заключается расчет фрикционной передачи на контактную усталость?

4 Как выполняют расчет фрикционной передачи на износоустойчивость?