Энгельсский технологический институт (филиал) федерального государственного
бюджетного образовательного учреждения
высшего образования
«Саратовский государственный технический университет имени Гагарина Ю.А.»

Лабораторная работа

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Методические указания к выполнению лабораторной работы
по курсу «Детали машин и основы конструирования»
для студентов направлений

15.03.05 «Конструкторско-технологическое обеспечение машиностроительных производств»

Энгельс 2024

Цель работы: знакомство с методом определения фактического передаточного отношения фрикционной передачи, коэффициента проскальзывания и коэффициента полезного действия устройства, состоящего из редуктора и фрикционной передачи. Величины этих параметров определяются в зависимости от тормозного момента, усилия прижима элементами фрикционной передачи и взаимного расположения звеньев передачи.

Характеристики фрикционных передач

Фрикционная передача основана на использовании сил трения, которые возникают в месте контакта двух гладких катков, прижимаемых друг к другу силой Q (рис. 1).

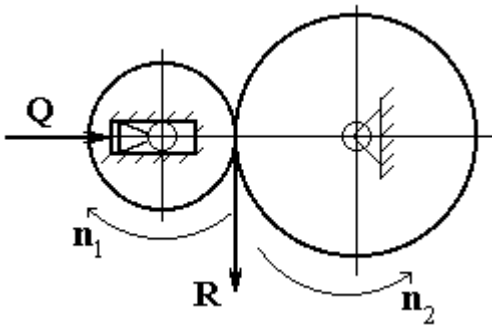

Рис. 1. Фрикционная передача

При этом необходимо, чтобы сила трения между катками F была больше или равна окружному усилию R:

$F \geq R, \qquad F = Qf,$

где R - окружное усилие, F - сила трения между катками, Q - сила прижатия катков, f - коэффициент трения скольжения материалов катков.

Если окружное усилие будет больше силы трения, передача будет проскальзывать.

Фрикционные передачи разделяются на две группы. Передачи с постоянным передаточным отношением, которые применяются для механизмов, где требуются плавность движения, бесшумность работы, безударное включение на ходу. Они являются передачами кинематического типа и как силовые применяются редко. Передачи с регулируемым передаточным отношением (вариаторы), которые позволяют бесступенчато изменять передаточное отношение в определенных пределах. Такие передачи-вариаторы широко применяют в тех случаях, когда требуется плавно и непрерывно изменять передаточное отношение (например, в механизмах счетно-решающих устройств).

Достоинствами фрикционных передач являются простота конструкции, безударность, плавность и бесшумность работы, возможность плавного бесступенчатого регулирования передаточного отношения, предохране-

ние от поломок при случайной перегрузке в связи с возможностью проскальзывания звеньев.

Недостатки фрикционных передач: ограниченная величина передаваемой мощности, большая нагрузка на опоры от силы сжатия катков, повышенный износ катков, сравнительно низкий КПД вследствие наличия трения скольжения.

Схема простейшего лобового вариатора показана на рис. 2.

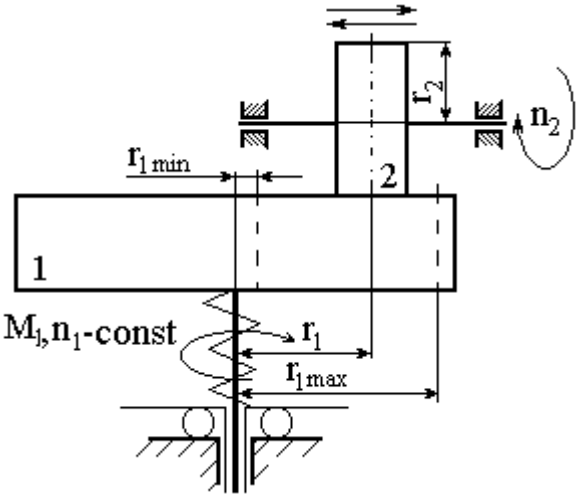

Рис. 2. Схема лобового вариатора:
1 - диск; 2 – ролик

Ролик (2) может перемещаться по направляющей призматической шпонке вдоль диска (1), изменяя величину текущего радиуса диска r_1 от r_{1min} до r_{1max}. Передаточное отношение вариатора будет изменяться в зависимости от величины r_1. Без учета проскальзывания геометрическое передаточное отношение будет равняться:

Минимальное

$$i_{21min} = \frac{n_{2min}}{n_1} \approx \frac{r_{1min}}{r_2};$$

максимальное

$$i_{21max} = \frac{n_{2max}}{n_1} \approx \frac{r_{1max}}{r_2}.$$

Главной характеристикой лобового вариатора является диапазон регулирования Д:

$$Д = \frac{i_{21max}}{i_{21min}} = \frac{r_{1max}}{r_{1min}}.$$

Теоретически для лобового вариатора r_{1min} может быть равен нулю, и при дальнейшем перемещении ведомый ролик начнет вращаться в противоположную сторону. Практически из-за повышенного износа при малом r_1 и резком снижении КПД диапазон регулирования лобового вариатора берется не более трех.

$$Д \leq 3.$$

При расчете фактического передаточного отношения необходимо учесть возможность проскальзывания ведомого звена:

$$i_{21ф} = \frac{n_2}{n_{1ф}} = \frac{r_1(1-\varepsilon)}{r_2} = i_{21}(1-\varepsilon),$$

где ε - коэффициент проскальзывания; i_{21} - геометрическое передаточное отношение.

Величина коэффициента проскальзывания:

$$\varepsilon = 1 - \frac{i_{21ф}}{i_{21}}.$$

Устройство и работа прибора

Основной частью прибора (рис. 3) является узел фрикционной передачи типа "лобовой вариатор" с нагрузочным устройством на ведомом валу.

Узел фрикционной передачи приводится в движение электродвигателем через червячный редуктор.

Передаточное отношение вариатора может изменяться путем перемещения ролика (17) по радиусу фрикционного диска (12).

Все узлы прибора смонтированы на литом основании (1).

Электродвигатель (3) подвешен в двух шарикоподшипниковых опорах, смонтированных в кронштейне (2). Вал электродвигателя через эластичную муфту соединен с валом червяка. При включенном электродвигателе его реактивный момент прикладывается через упор к плоской пружине (4) измерительного устройства. Деформация пружины измеряется индикатором (5). По величине деформации пружины и тарировочному графику можно определить крутящий момент на валу двигателя.

Червячный редуктор 6 имеет передаточное отношение i=10. На конце выходного вала редуктора имеется резьба для закрепления сменных фрикционных дисков (12).

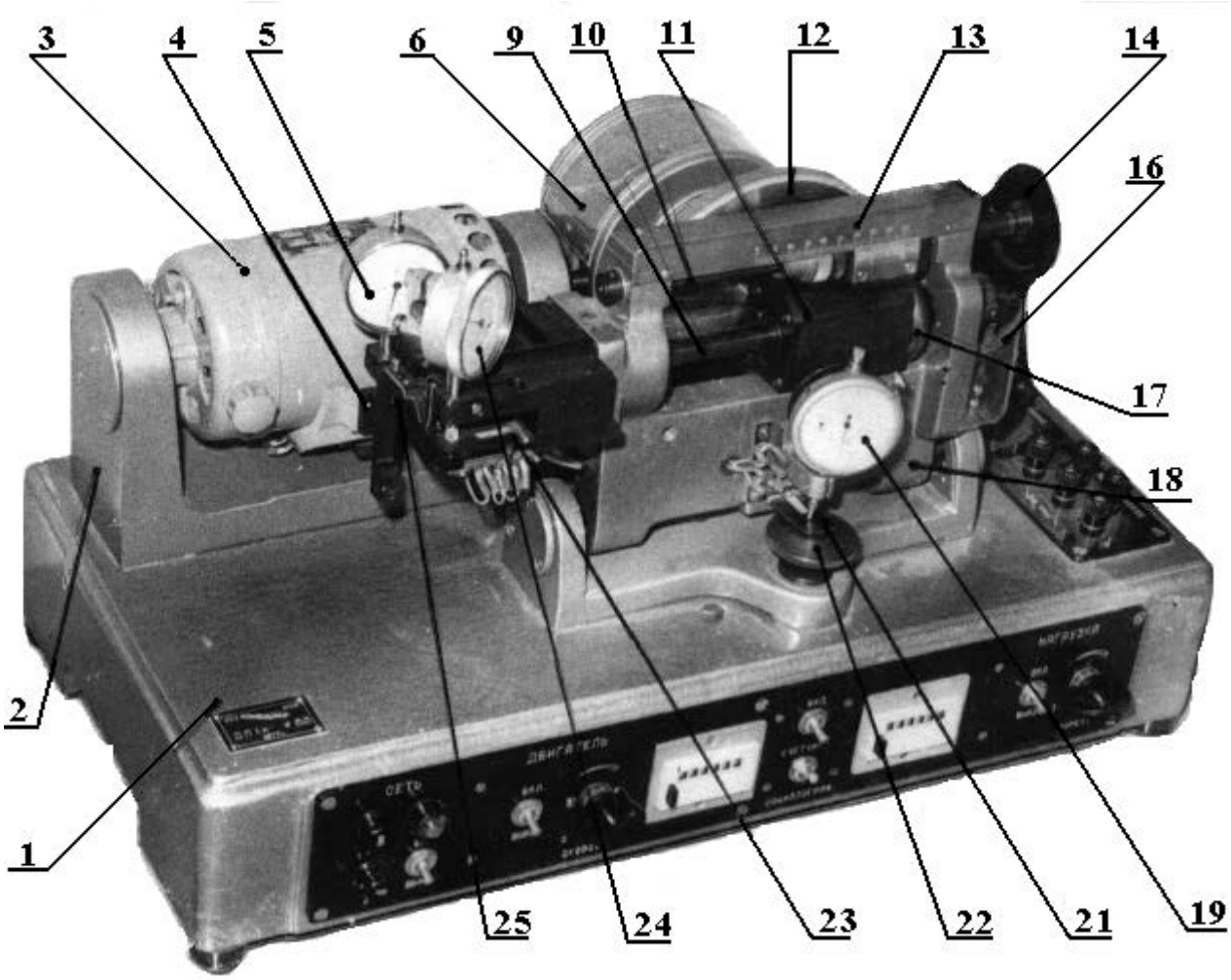

Рис. 3. Общий вид прибора:
1 - основание; 2 - кронштейн; 3 - электродвигатель; 4 - плоская пружина; 5 - индикатор; 6 - червячный редуктор; 7 - контактное устройство; 8 - коллектор;
9 - ведомый вал вариатора; 10 - ходовой винт; 11 - каретка фрикционного ролика; 12 - фрикционный диск; 13 - шкала с нониусом; 14 - маховик;
16 - контактная группа; 17 - фрикционный ролик; 18 - рама; 19 - индикатор; 21 - плоская пружина, 22 - подъемный винт; 23 - электропровод; 24 - момента нагрузки;
25 – нагрузочное устройство

На входном валу редуктора закреплен коллектор (8) контактного устройства (7), предназначенного для подачи импульсов на счетчик, находящийся на панели управления. За один оборот фрикционного диска счетчик получает 10 импульсов.

Ведомый вал (9) вариатора установлен на качающейся рамке (18), и параллельно ему крепится ходовой винт (10) с закрепленной на нем кареткой (11) фрикционного ролика (17). Вращение маховика (14) приводит к

перемещению каретки и изменению положения ролика относительно центра фрикционного диска. Перемещение измеряется по шкале (13) с нониусом, установленном на каретке. Контактная группа (16) предназначена для подачи импульсов при вращении ролика на второй счетчик. За один оборот ролика счетчик получает 3 импульса.

Для прижатия ролика к фрикционному диску имеется плоская пружина (21) и кронштейн с индикатором (19). При вращении подъемного винта (22) происходит деформация пружины и, как следствие, прижатие ролика к диску из-за поворота рамы (18) вокруг своих полуосей.

Нагрузочное устройство (НУ) (25) представляет собой электромагнитную муфту. Ее работа основана на свойстве намагниченной среды оказывать сопротивление перемещению в ней ферромагнитных тел. Тормозной момент тем больше, чем больше ток в обмотке электромагнита, создающего магнитное поле. Статор НУ балансирно подвешен в подшипниках с малым трением, что позволяет измерять момент нагрузки по индикатору (24) и тарировочному графику аналогично измерению момента на валу двигателя.

На панели управления размещены: тумблер, включающий питание прибора; лампочка, которая загорается при подаче питания; тумблер включения двигателя и потенциометр, регулирующий его скорость; тумблер включения НУ и потенциометр, регулирующий величину момента нагрузки. Также имеются тумблер, включающий питание цепи измерения числа оборотов, и тумблер, подключающий к этой цепи счетчики. Названия органов управления указаны на лицевой панели.

Порядок проведения работы

В данной работе определяются фактическое передаточное отношение фрикционной передачи $i_{21ф}$, коэффициент проскальзывания ε и коэффициент полезного действия η устройства, состоящего из редуктора и фрикционной передачи. Эти характеристики определяются в зависимости от величины тормозного момента, усилия прижима ролика к диску и положения ролика относительно центра диска. Чтобы определить указанные характеристики, необходимо провести три опыта, изменяя один из перечисленных параметров, оставляя постоянными два других.

<u>Опыт первый.</u> Определение характеристик передачи в зависимости от величины тормозного момента $M_н$.

1. Запишите на бланке исходные данные согласно выданному варианту (Таблица исходных данных в конце работы).

2. С помощью подъемного винта (22) установите заданное значение усилия прижатия ролика, используя индикатор и тарировочный график.

3. Вращая ходовой винт (10), установите заданное положение ролика относительно центра диска.

4. Последовательно включите тумблеры "Счетчики", затем "Сеть" и "Нагрузка".

5. Включите двигатель, установить заданную скорость и, вращая ручку "Момент", установить нагрузку $M_н = 1$ кгсм.

6. Одновременно включите счетчики и определите скорости вращения (об/мин) диска, ролика и входного вала редуктора за 5 минут работы по формулам:

$$n_{ред} = \frac{N_{ред}}{5/3};$$

$$n_{диска} = \frac{N_{ред}}{50/30};$$

$$n_{рол} = \frac{N_{рол}}{15/9},$$

где $N_{ред}$ - количество импульсов по счетчику от контактного устройства на входном валу редуктора за 5 минут работы;

$N_{рол}$ - количество импульсов по счетчику от контактного устройства на валу ролика за 5 минут работы.

7. Определите момент на валу двигателя $M_{дв}$, используя показания индикатора и тарировочный график.

8. После 5-ти минут работы установку отключите тумблером "Двигатель".

9. Определите фактическое передаточное отношение фрикционной передачи:

$$i_{21ф} = \frac{n_{рол}}{n_{диска}}.$$

10. Определите коэффициент проскальзывания передачи.

11. Определите КПД устройства, состоящего из редуктора и фрикционной передачи:

$$\eta = \frac{M_н \cdot n_{рол}}{M_{дв} \cdot n_{ред}}.$$

12. Произведите сброс показаний счетчиков путем нажатия на кнопку у счетчика.

13. Вновь включите двигатель и, задавая последовательно нагрузку в 2,3,4 и 5 кГсм, каждый раз повторите опыт согласно п.п. 5-12.

<u>Опыт второй.</u> Определение характеристик передачи в зависимости от усилия прижатия ролика.

1. Вращая ходовой винт (10), установите заданное положение ролика относительно центра диска.

2. Подъемным винтом (22) по показаниям индикатора и тарировочному графику установите усилие прижатия ролика к диску 2 кГ.

3. Включите двигатель и ручкой "Момент" установите заданное значение момента нагрузки.

4. Определите характеристики передачи, выполнив последовательно п.п. 6-12 первого опыта.

5. Последовательно установите усилие прижатия ролика, равное 4,6,8 и 10 кГ, каждый раз повторяя опыт (п.п. 6-12 первого опыта).

<u>Опыт третий</u>. Определение характеристик передачи в зависимости от положения ролика относительно центра диска.

1. Установите величины тормозного момента и усилия прижатия ролика к диску согласно исходным данным.

2. Ролик относительно центра диска установите на расстояние, равное 30 мм.

3. Включите двигатель и определить характеристики, выполнив последовательно п.п. 6-12 первого опыта.

4. Последовательно установите ролик на расстояниях 50 и 75 мм относительно центра диска, каждый раз повторяя опыт (п.п. 6-12 первого опыта).

5. Закончите работу, отключив все тумблеры. Установку зачехлите.

6. Сделайте выводы по результатам проведения опытов.

Контрольные вопросы

1. В чем достоинства и недостатки фрикционных передач?
2. Расскажите о принципе работы вариатора.
3. Что такое диапазон регулирования вариатора?
4. Как рассчитывается геометрическое передаточное отношение фрикционной передачи.
5. Как рассчитывается фактическое передаточное отношение фрикционной передачи?
6. Как рассчитывается коэффициент проскальзывания передачи?
7. Укажите необходимое условие для работы фрикционной передачи.

Исходные данные

№ варианта	Опыт 1		Опыт 2		Опыт 3	
	Усилие прижатия ролика (кГ)	Расстояние ролика от центра диска (мм)	Момент нагрузки (кГсм)	Расстояние ролика от центра диска (мм)	Момент нагрузки (кГсм)	Усилие прижатия ролика (кГ)
1	10	30	1	70	1	10
2	8	20	2	60	2	8
3	6	40	3	40	3	6
4	4	60	4	20	4	4
5	2	70	5	30	5	2
6	2	40	5	70	5	10
7	4	20	4	60	4	8
8	6	30	3	40	3	7
9	8	50	2	20	2	4
10	10	70	1	30	1	2
11	10	40	2	40	2	6
12	8	60	3	50	3	4
13	6	75	4	70	4	2
14	4	30	5	20	5	6
15	2	20	1	30	1	4
16	2	40	3	50	3	2
17	4	60	4	20	4	6
18	6	70	5	30	5	8
19	8	40	1	40	1	6
20	10	20	2	70	2	2

УСТАНОВКА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ХАРАКТЕРИСТИК ФРИКЦИОННОЙ ПЕРЕДАЧИ

Руководство к лабораторной работе по курсу
«Детали машин и основы конструирования»

Составили: ПОТЕХИНА Лариса Николаевна
САВРАСОВ Генрих Андреевич