

ОПРЕДЕЛЕНИЕ СИЛ, ВОЗНИКАЮЩИХ В РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧАХ

Хосият Тухтаевна Нуруллаева

ст.преп. Ташкентский институт текстильной и легкой промышленности,

Аббосжон Кайимович Нематов

ст.преп. Ташкентского института текстильного и легкого промышленности,

Муҳиддин Камолатдин угли Оллабергенов

Студент Ташкентского института текстильного и легкого промышленности

Аннотация:

Проведен эксперимент на приборе НТЦ-13.09.4 определение сил, возникающих в ременных передачах. Разработана методика расчета передаточного отношения ременных передач. Определены окружные скорости шкивов предварительное натяжение ремня по совместному перемещению с зубчатым ремнем. Предлагается расчета момента, развиваемый электродвигателем, измеренное через деформацию пружины на балансире индикатором.

Ключевые слова: силы давления, трения, шкив, плоскоременные, клиноременные, круглоременные, окружная сила.

Теоретические основы ременной передачи

Схема ременной передачи изображена на рисунке 1. Передача образуется из двух шкивов, закрепленных на валах и ремня, охватывающего шкивы. Нагрузка передается силами трения, возникающими между шкивами и ремнем вследствие натяжения последнего.

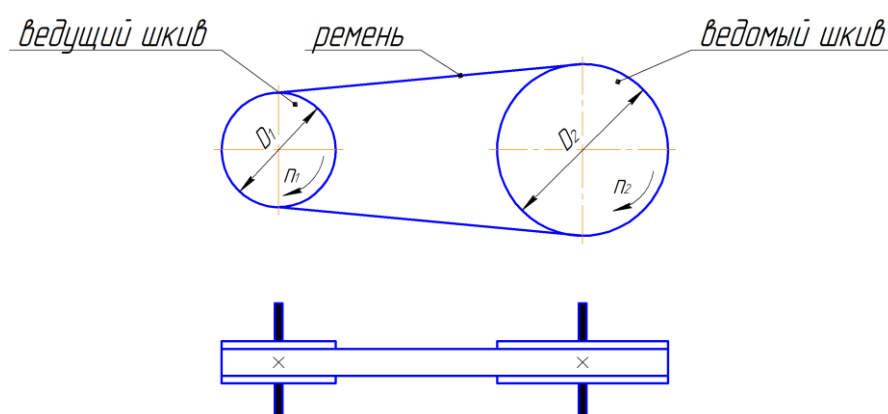


Рисунок 1-Кинематическая схема ременной передачи по ГОСТ 2.770-68

Достоинства ременных передач, определяющие область их применения: 1) возможность передачи движения на средние расстояния; 2) плавность работы - смягчение толчков, бесшумность; 3) возможность работы с высокими частотами вращения; 4) малая стоимость.

Недостатки ременных передач: 1) значительные габариты (обычно в несколько раз больше, чем зубчатых); 2) неизбежность некоторого упругого скольжения ремня; 3) повышенные силы на валы и опоры, так как суммарное напряжение обеих ветвей ремня существенно большей передаваемой окружной силы; 4) необходимость устройств для натяжения ремня; 5) необходимость предохранения ремня от попадания масла; 6) малая долговечность ремней в быстроходных передачах[1].

Ременные передачи классифицируют по следующим основным признакам:

1. По взаимному расположению звеньев передачи (открытые, перекрестные, угловые и т.д.).
2. По виду поперечного сечения ремней (плоскоременные, клиноременные и круглоременные).
3. По способу натяжения ремней (натяжение грузовое, винтовое или натяжными роликами).

При передаче крутящего момента T_1 усилия в ветвях ременной передачи изменяются. На рисунке 2 показаны усилия в ветвях ремня в двух случаях: а) без нагрузки $T_1 = 0$; б) под нагрузкой $T_1 > 0$ [2].

На рисунке 2 обозначено:

S_0 - предварительное натяжение ремня (без учета центробежных сил);

S_1 и S_2 - натяжение ведущей и ведомой ветви в нагруженной передаче.

Окружная сила на шкивах:

$$F_t = 2 \cdot T_1 / D_1 \quad (1)$$

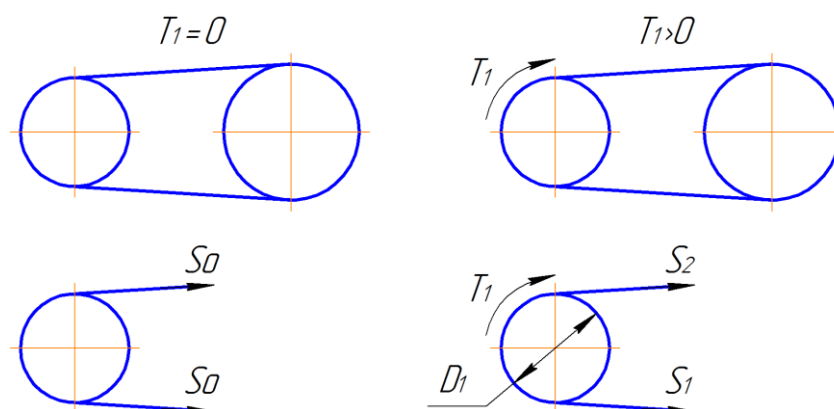


Рисунок 2 - Силы, действующие в ветвях ремня

Условие равновесия шкива:

$$T_1 = \frac{D_1}{2} \cdot (S_1 - S_2) \quad (2)$$

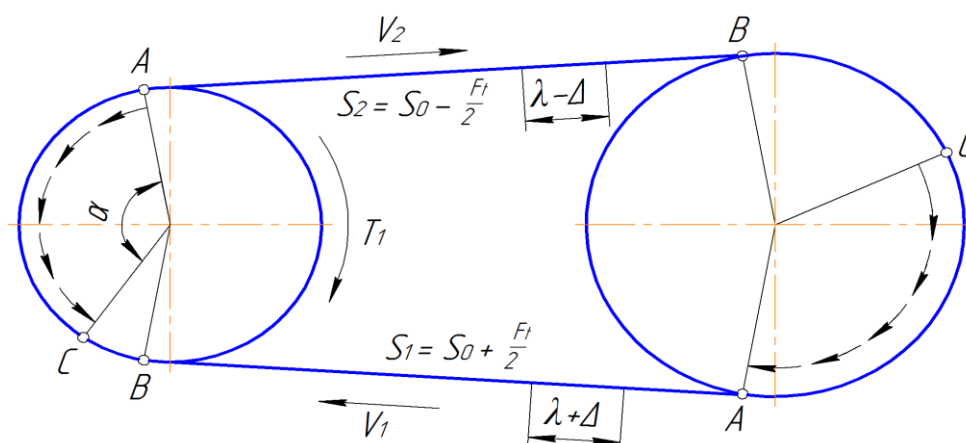


Рис. 3. Схема скольжения в ременной передаче

Откуда с учётом равенства (1)

$$S_1 - S_2 = F_t \quad (3)$$

Связь между S_0 , S_1 , и S_2 устанавливают, исходя из того, что геометрическая длина ремня не зависит от нагрузки и остается неизменной как и в ненагруженной передаче[3]. Следовательно, дополнительная вытяжка ведущей ветви компенсируется равным сокращением ведомой ветви. Поэтому можно записать, что

$$S_1 + S_2 = 2 \cdot S_0 \quad (4)$$

Из равенств (2) и (3) следует

$$S_1 = S_0 + \frac{F_t}{2} \quad (5)$$

$$S_2 = S_0 - \frac{F_t}{2} \quad (6)$$

Под действием окружной силы F_t ведущая ветвь ремня получает дополнительное удлинение. Величина относительного удлинения постоянно уменьшается на дуге обхвата, определяемой углом обхвата α , и станет равной нулю в некоторой точке C (рисунок 3). Дополнительное удлинение ремня сопровождается скольжением по шкиву. Это скольжение принято называть упругим скольжением, а дугу AC - дугой упругого скольжения. На дуге BC ремень остается в покое. Эту дугу называют дугой покоя. Чем больше F_t , тем больше дуга упругого скольжения и меньше дуга покоя, так как $AC + BC = AB = const$.

При увеличении F_t до значения, равного запасу сил трения, дуга покоя станет равной нулю, а дуга упругого скольжения распространяется на весь угол обхвата - наступит буксование[4].

Дуги упругого скольжения располагаются со стороны сбегающих ветвей [5,6,7].

Отметим некоторый участок ремня длиной λ в ненагруженной передаче, а затем нагрузим ее. На ведущей ветви отмеченный участок

удлиняется до $(\lambda + \Delta)$, а на ведомой – сокращается до $(\lambda - \Delta)$

Определяя окружные скорости шкивов по совместному перемещению с ремнем на участках дуг покоя, получим:

$$\text{для ведущего шкива: } V_1 = \frac{\lambda + \Delta}{\Delta t} \quad (7)$$

$$\text{для ведомого шкива: } V_2 = \frac{\lambda - \Delta}{\Delta t} \quad (8)$$

или $V_1 < V_2$,

где Δt - время набегания отмеченного участка ремня на шкивы.

Так как линейная (окружная) скорость V связана с угловой скоростью

$$V = \omega \cdot R, \quad (9)$$

То по показаниям ω и радиуса шкива R рассчитаем скорости: $V_1 = \omega_1 \frac{D_1}{2 \cdot 10^3}$;

$$V_2 = \omega_2 \frac{D_2}{2 \cdot 10^3}, \text{ м/с} \quad (10)$$

где D_1 и D_2 в мм;

Скольжение в ременной передаче характеризуется коэффициентом упругого скольжения:

$$\varepsilon = \frac{V_1 - V_2}{V_1} \cdot 100\%, \quad (11)$$

для нормально работающей передачи $\varepsilon = 0,01 \dots 0,02$

Передаточное отношений:

$$i = \frac{\omega_1}{\omega_2} = \frac{n_1}{n_2} = \frac{T_2}{T_1 \eta} = \frac{D_2}{D_1 \cdot (1 - \varepsilon)}, \quad (12)$$

как видно из формулы, не является постоянным.

КПД в ременной передаче:

$$\eta = \frac{T_2 \omega_2}{T_1 \omega_1} \cdot 100\% \quad (13)$$

Экспремент выполняется на приборе НТЦ-13.09.4 (рисунок 4). Прибор состоит из балансированного электродвигателя 3, нагрузочного устройства 8 и устройства для создания предварительного натяжения ремня. На литом основании 1 установлен кронштейн 2, на котором балансированно в шарикоподшипниках установлен корпус электродвигателя 3. На валу электродвигателя установлен ведущий двухступенчатый шкив 4 ременной передачи. Момент, развиваемый электродвигателем, измеряется через деформацию пружины на баланси́ре индикатором 5.

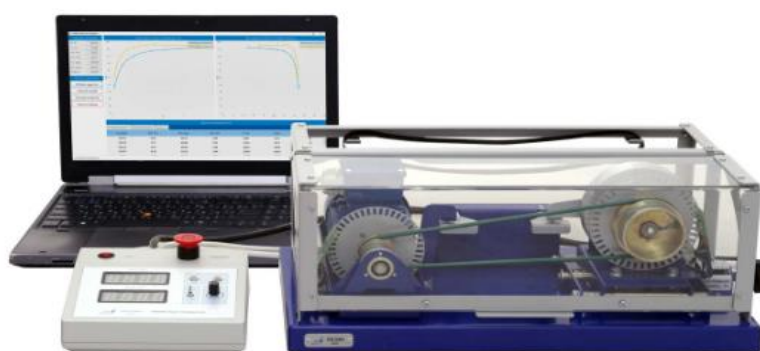


Рисунок 4 - Прибор для изучения работы ременной передачи

Схема ременной передачи и устройства для натяжения ремня прибора НТЦ-13.09.4 показана на рисунке 4.

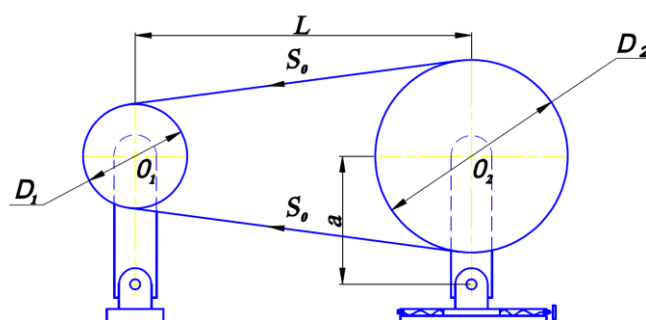


Рисунок 5-Схема ременной передачи с устройством для натяжения ремня

$a = 60$ мм - расстояние от шарнира в ползуне до межосевой линии передачи;

D_1 и D_2 -диаметры ведущего и ведомого шкивов передачи;

принять $D_1=39$ мм, $D_2 = 78$ мм.

$l - 320...340$ мм - межосевое расстояние.

1. Установить тип ремня (зубчатый клиновой).

2 Установить предварительное натяжение ремня S_0 (рисунок5) по шкале $S_0=100...200$ Н.

3 Установить на тумблере «Тормозной момент» положение «min»

4 Пуск установки и снятие показаний: ω_1 , T_1 (ведущий вал) и ω_2 , T_2 (ведомый вал)

Протокол испытаний

Тип ремня	Предварительное натяжение $S_{0,H}$	Момент торможения $T, Нм$		Показания установки				Расчётные данные испытаний				
		T_{min}		$\omega_1, Rad/c$	$T_1, Нм$	$\omega_2, Rad/c$	$T_2, Нм$	$V_1, м/с$	$V_2, м/с$	$\varepsilon, \%$	i	η
Зубчатый клиновой	100	T_{min}		153,5	1,99	75,7	0,38	5,23	3,64	0,0295	2,02	0,963
	125			152,9		75,3	0,37	5,23	3,23	0,0293	2,03	0,964
	150			152,1		75,2	0,37	5,23	3,21	0,0293	2,02	0,964
	175			152,1		75,2	0,37	5,23	3,20	0,0293	2,02	0,964
	200			152		75	0,37	5,23	2,23	0,0292	2,02	0,974
	100	T_{max}		140,5	1,98	68,7	1,19	3,58	1,58	0,0295	2,02	0,975
	125			141,1		68,9	1,12	3,32	1,45	0,0293	2,03	0,978
	150			141,3		69	1,1	3,01	1,11	0,0293	2,02	0,986
	175			141,5		69	1,07	2,87	1,08	0,0293	2,02	0,987
	200			141,7		69,1	1,05	2,64	1,02	0,0292	2,02	0,988

Список литературы:

1. Иванов, М.Н. Детали машин/ М.Н. Иванов – М.: Высш. шк., 2006. -336 с.: ил.
2. Кудрявцев, В.Н. Детали машин: Учеб. для машиностр. спец. вузов/ В.Н. Кудрявцев - Л.: Машиностроение. Ленингр. отд-ние, 1980. - 464 с., ил.
3. Нуруллаева, Х. Т. (2023). АНАЛИЗ И РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИВНОЙ СХЕМЫ ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧ С ВЕДОМЫМ СОСТАВНЫМ ШКИВОМ И С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 15, 387-399.
4. Нематов, А. К., & Нуруллаева, Х. Т. (2023). РАЗРАБОТКА КОНСТРУКЦИЙ И ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРОВ РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ С СОСТАВНЫМИ ШКИВАМИ С УПРУГИМИ ЭЛЕМЕНТАМИ. *European Journal of Interdisciplinary Research and Development*, 15, 354-376.
5. Нуруллаева, Х. Т. (2022). Исследование конструкции колосников очистителей хлопка от крупного сора. *Science and Education*, 3(5), 571-577.
6. Нуруллаева, Х. Т. (2022). ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРА РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА ОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ. *Universum: технические науки*, (4-6 (97)), 51-53.
7. Нуруллаева, Х. Т., & Ортиков, О. А. (2021). Исследование процесса ударного взаимодействия летучки хлопка-сырца с многогранным колосником очистителя. *Universum: технические науки*, (12-3 (93)), 68-71.
8. Mamatova. D, Djuraev. A, Nematov. A. "SCIENTIFIC BASIS OF IMPROVING COTTON GRINDING MACHINES, TRANSMISSION MECHANISMS CONSTRUCTIONS AND CALCULATION OF PARAMETERS", Monograph, ISBN: 978-93-90884-38-3, Published by Novateur Publication 466, Sadashiv Peth, M.S. India-411030, 2022, pp.155.

9. Нематов.А., & Маматова. Д. (2022). РАЗРАБОТКА ЭФФЕКТИВНЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ РЕМЕННЫХ ПЕРЕДАЧ В ПРИВОДАХ ОЧИСТИТЕЛЕЙ ХЛОПКА. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 3, 24-30.
10. Нематов, А. К., & Маматова, Д. А. (2021, October). Математическая модель колебаний ведомой ветви ремня при взаимодействии с составным натяжным роликом передачи. In " ONLINE-CONFERENCES" PLATFORM (pp. 544-546). European Journal of Interdisciplinary Research and Development Volume-15 May. 2023 Website: www.ejird.journalspark.org ISSN (E): 2720-5746 376 | P a g e
11. Mamatova, D., Nematov, A., & Nurullayeva, K. (2022). FULL-FACTORY EXPERIMENTAL STUDIES. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 2, 34-44.
12. Mamatova, D., Djuraev, A., Mamatov, A., & Nematov, A. (2020). Experimental Results On Justification Of Parameters Of A Cotton Cleaner With A New Drive Design. European Journal of Molecular & Clinical Medicine, 7(01), 2020.
13. Dilrabo Mamatova, Abbos Nematov, Nadejda Dryomova "Study of the influence of the parameters of the belt drive on the stiffness of the elastic element of the composite tension roller" Journal For Innovative Development in Pharmaceutical and Technical Science (JIDPTS) Special Issue: International conference on Applied and Natural Sciences (J I D P T S) ISSN(O):2581-6934, 2021, pp. 214-216.
14. Нематов, А. К., & Маматова, Д. А. (2021, October). Определение закона изменения линейного ускорения ремня при изменении натяжения в ременной передаче. In " ONLINE-CONFERENCES" PLATFORM (pp. 539-543).
15. Mamatova, D. (2022). THEORETICAL DESCRIPTION OF PARAMETERS OF BELT CONDITIONS WITH CONTINUOUS TRANSITIONAL RELATIONS. Conferencea, 121-127. 9. Маматова, Д. (2022, June). РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ НАГРУЖЕННОСТИ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И РЕЖИМОВ ДВИЖЕНИЯ ПРИВОДНЫХ МЕХАНИЗМОВ НОВОЙ КОМПОНОВКИ АГРЕГАТА ОЧИСТКИ ХЛОПКА СЫРЦА. In E Conference Zone (pp. 146-151).
16. Нематов, А., & Маматова, Д. (2022, June). МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ТЯГОВОГО СВОЙСТВА РЕМЕННОЙ ПЕРЕДАЧИ С САМОУПРАВЛЯЮЩИМ НАТЯЖНЫМ РОЛИКОМ В ХЛОПКООЧИСТИТЕЛЬНОМ АГРЕГАТЕ. In E Conference Zone (pp. 133-135).
17. Плеханов, А. Ф., Маматова, Д. А., Джураев, А., Сарттарова, Л. Т., & Дикенова, Д. Б. (2019). Обоснование параметров ременной передачи с составным натяжным роликом с упругими элементами. Известия высших учебных заведений. Технология текстильной промышленности, (5), 196-203.
18. Нуруллаева, Х. Т. (2022). ВЛИЯНИЕ ЗАЗОРА РАБОЧИХ ОРГАНОВ НА ОЧИСТИТЕЛЬНЫЙ ЭФФЕКТ. Главный редактор: Ахметов Сайранбек Махсутович, д-р техн. наук; Заместитель главного редактора: Ахмеднабиев Расул Магомедович, канд. техн. наук; Члены редакционной коллегии, 51.

19. Нуруллаева, Х. Т. (2022). ТОЗАЛАГИЧ МАШИНАЛАРИДА ЎЗГАРУВЧАН УЗАТИШ НИСБАТЛИ ТАСМАЛИ УЗАТМАНИ ТАРАНГЛОВЧИ РОЛИК МЕХАНИЗМИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ. Conferencea, 9-11.
20. Нуриллаева, Х. Т. (2021). МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ КОНСТРУКЦИЯ КОЛОСНИКОВ ОЧИСТИТЕЛЕЙ ХЛОПКА ОТ КРУПНОГО СОРА. Universum: технические науки, (5-3), 31-34
21. Абдусаматов, А. А., & Мавлянов, А. П. (2023). РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ИСПЫТАНИЙ УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ПИЛЬНОГО ДИСКА ВОЛОКНООЧИСТИТЕЛЯ. European Journal of Interdisciplinary Research and Development, 15, 351-353.