

дов). Тольятти. 26-28 мая 2004. Т. 2, стр. 70–76.

3. Кравец В.Н., Селифонов В.В. Теория автомобиля. Учебник для вузов. М., «Гринлайт+». 2011. 884 с.

Стенд для испытаний ременных передач на тяговую способность и коэффициент полезного действия

к.т.н. проф. Баловнев Н.П., Дмитриева Л.А., Семин И.Н.
Университет машиностроения
(495) 223-05-23, доб. 1500, dm@mami.ru

Аннотация. Описываются экспериментальный стенд для исследований тяговой способности и коэффициента полезного действия ременных передач с различными способами натяжения ремня.

Ключевые слова: ременная передача, способ натяжения, тяговая способность, коэффициент полезного действия

Тяговая способность ременных передач зависит от многих факторов, в том числе от способа натяжения ремня [1, 2]. Поэтому для сравнительных испытаний клиноременных передач с различными способами натяжения ремня был разработан, смонтирован и отлажен универсальный экспериментальный стенд, позволяющий вести испытания передач, выполненных по схемам, показанным на рисунке 1. Основой послужил стенд, описанный в работе [3], претерпевший, однако, существенную модернизацию.

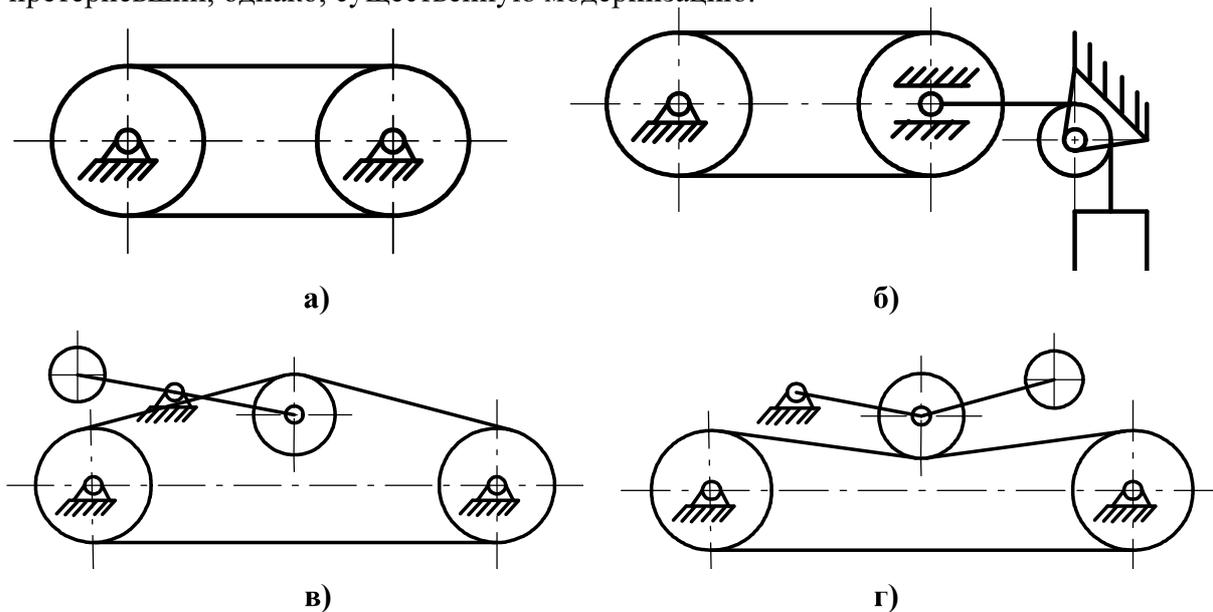


Рисунок 1 – Схемы передач с различными способами натяжения ремня: а - с натяжением ремня за счет его упругости (передача с закрепленными валами); б - с автоматическим натяжением ремня с помощью груза и подвижного вала (передача с подвижным валом); в - с автоматическим натяжением подвижным роликом, установленным на ведомой ветви ремня внутри контура ремня; г - с автоматическим натяжением подвижным роликом, установленным на ведомой ветви ремня вне контура ремня

Целью создания универсального стенда и последующих сравнительных экспериментальных исследований явилась необходимость установления рациональных норм натяжений ремней в передачах с различными способами натяжения (рисунок 1). При этом передачу с автоматическим натяжением подвижным роликом, установленным на ведомой ветви ремня было необходимо исследовать в двух вариантах: ролик внутри контура ремня (рисунок 1в) и ролик вне контура ремня (рисунок 1г.). Углы обхвата шкивов в этих передачах могут отличаться весьма значительно, следовательно, различной будет и их тяговая способность.

Общий вид стенда показан на рисунке 2, а его принципиальная схема – на рисунке 3.

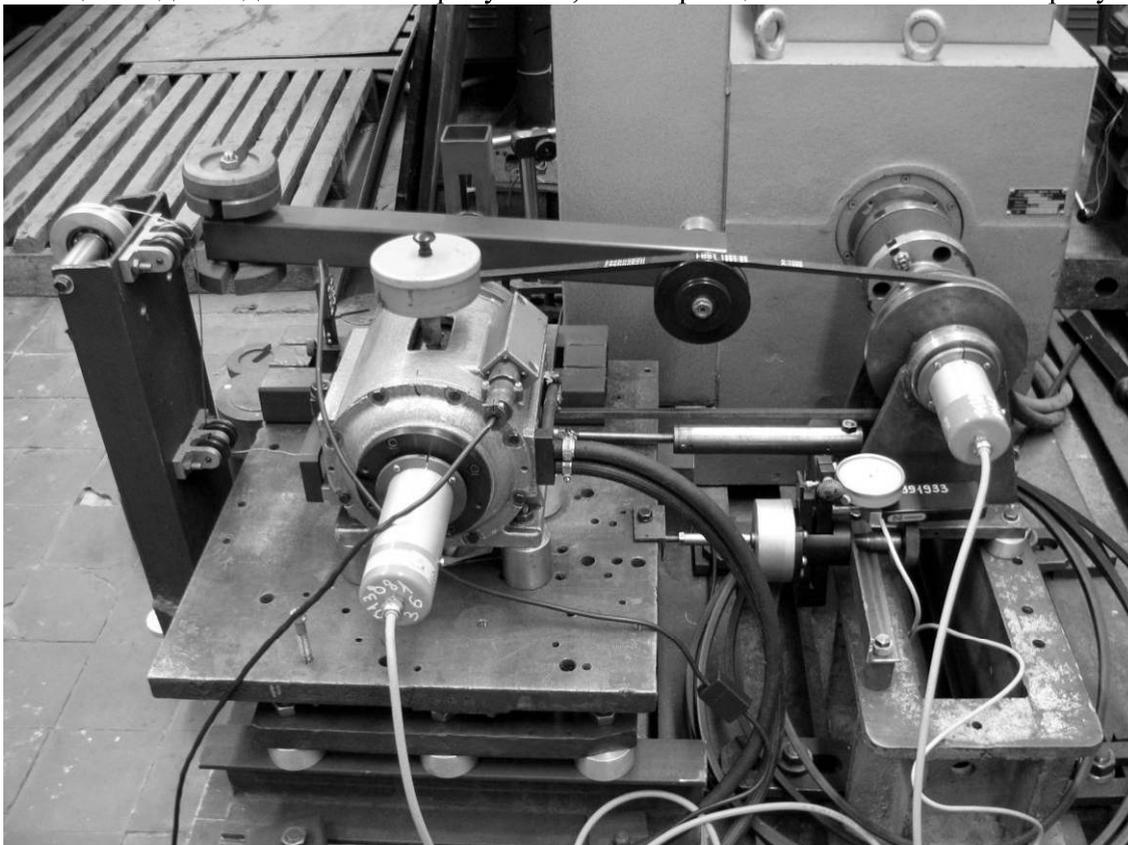


Рисунок 2 - Общий вид стенда

Стенд смонтирован на специальном основании, позволяющем автономно крепить отдельные его узлы, обеспечивая тем самым возможность практически любой их компоновки. В качестве приводного двигателя использована балансирующая машина 5 постоянного тока типа 1DS546V со стабилизацией заданной частоты вращения, снабженной моментоизмерительным устройством 4. Система управления дает возможность выбирать направление и плавно изменять частоту вращения ведущего шкива от 0 до 10000 мин⁻¹. Узел ведущего шкива 11 установлен на автономной раме и соединен с валом двигателя упругой муфтой 10.

Нагружение передач осуществляется порошковым тормозом ПТ-6М 2, снабженным силоизмерительным устройством 12 с индикатором часового типа, обеспечивающим измерение момента T_2 . Он установлен на подвижной плите 8. Это позволяет изменять межосевое расстояние передачи в некоторых пределах и осуществлять автоматическое натяжение ремня в передаче типа «б». Натяжение в этом случае осуществляется с помощью подвешенного груза 6.

Натяжение ремня в передачах «в» и «г» осуществляется роликом 9, установленным на качающемся двуплечном рычаге 7. Рычаг уравновешен, поэтому натяжение ремня осуществляется тарированными грузами 1, подвешенными для передачи «в», как показано на схеме, или непосредственно на ось ролика 9 для передачи «г».

Для измерения частот вращения ведущего и ведомого шкивов используются инкрементальные энкодеры 13 и 14.

Измерение других параметров также осуществляется через специальные фотоэлектрические растровые датчики перемещения (с точностью 0,01 мм для измерения моментов и с точностью 0,001 мм для измерения суммарного натяжения ремня), подключаемые через систему сопряжения к компьютеру, что позволяет вести сбор и обработку получаемой информации в автоматическом режиме с последующим построением кривых скольжения и КПД при помощи специально разработанного пакета программ.

Суммарное натяжение ветвей ремня при испытаниях передач «б», «в» и «г» измеряется с помощью силоизмерительного устройства 15 по величине деформации плоской тарированной пружины, снабженной индикатором часового типа 16.

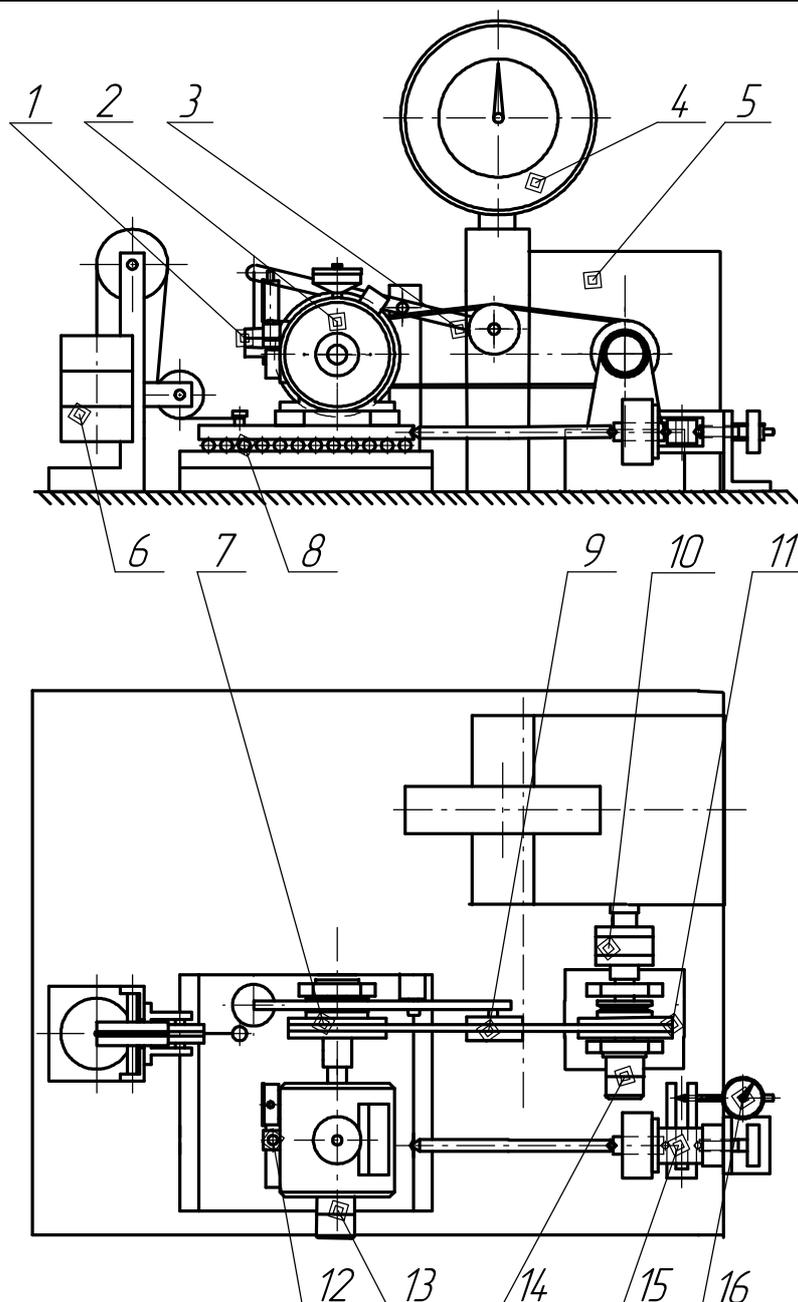


Рисунок 3 – Принципиальная схема стенда:

- 1 – тарированные грузы; 2 – порошокый тормоз; 3 – двухплечный рычаг;
 4 – моментоизмерительное устройство; 5 – балансирная машина; 6 – подвесной груз;
 7 – ведомый шкив; 8 – подвижная плита; 9 – натяжной ролик; 10 – упругая муфта;
 11 – узел ведущего шкива; 12 – силоизмерительное устройство; 13 – энкодер ведомого шкива;
 14 – энкодер ведущего шкива; 15 – силоизмерительное устройство;
 16 – индикатор силоизмерительного устройства**

Стенд позволяет проводить испытания как в статическом (с дискретным ступенчатым нагружением), так и в динамическом режиме. Для этого было разработано, изготовлено и установлено дополнительное оборудование, подключаемое к компьютеру, дающее возможность изменять момент на ведомом шкиве как вручную, так и по определенному закону (синусоида, треугольник, меандр) с различным периодом [3].

Установка начальных натяжений в передаче «б» осуществляется грузом 10, а в передачах «а», и «г» на холостом ходу по индикатору 18 посредством тарированной пружины силоизмерительного устройства. При этом в передачах «в» и «г» отклонение ведомой ветви

ремня минимально возможное в пределах 3,27...24, 61 градусов. Это позволило сделать допущение о том, что

$$F_1 + F_2 \approx F_0 + F_{0(2)} \cdot \cos \gamma. \quad (1)$$

Здесь F_1 и F_2 – предварительное натяжение ведущей и ведомой ветвей ремня соответственно; $F_{0(2)}$ – предварительное натяжение ведомой ветви ремня; γ – угол отклонения ведомой ветви ремня от горизонтали.

Погрешность установки начального натяжения для всех режимов составила от 0,1% до 4,5%.

Измерение углов наклона ведомой ветви ремня осуществлялось с помощью фотографирования на цифровую фотокамеру с последующей ее обработкой в графическом редакторе «Компас-график» (рисунок 4).

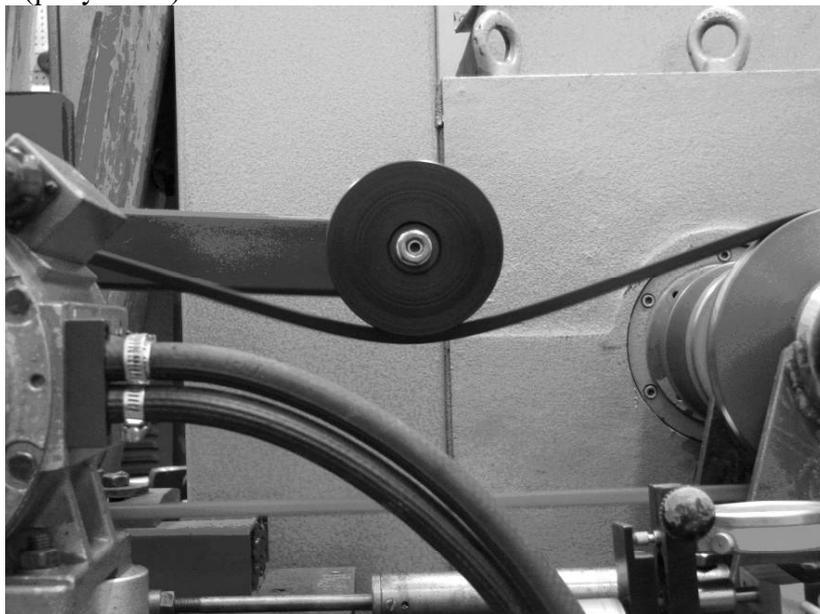


Рисунок 4 - Фотография для измерения угла наклона ведомой ветви ремня
Коэффициент тяги в процессе обработки результатов рассчитывался по формуле:

$$\psi = \frac{2 \cdot T_2}{F_{\Sigma} \cdot d_1}, \quad (2)$$

где: T_2 – момент на валу тормоза;

$F_{\Sigma} = F_1 + F_2$ – суммарное натяжение ветвей ремня;

d_1 – расчетный диаметр ведущего шкива.

Скольжение определялось по выражению

$$\xi = \frac{(n_1 - n_2) \cdot i_0}{n_1}, \quad (3)$$

где: n_1 и n_2 – частоты вращения ведущего и ведомого шкивов передачи соответственно;

i_0 – передаточное отношение на холостом ходу.

Выводы

1. Разработан универсальный стенд и измерительное оборудование, позволяющее проведение сравнительных испытаний ременных передач с различными способами натяжения ремня.
2. На базе стенда может быть разработана установка для проведения лабораторной работы по сравнительному испытанию ременных передач на тяговую способность и КПД.

Литература

1. Баловнев Н.П., Вавилов П.Г. Пути совершенствования механического привода генератора

энергоснабжения пассажирского вагона. Научный рецензируемый журнал. – М., Известия МГТУ «МАМИ», № 2(4), 2007, с. 76-78.

2. Баловнев Н.П., Вавилов П.Г. О совершенствовании индивидуальной системы энергоснабжения пассажирских вагонов. Тяжелое машиностроение. 2009. № 3. с. 35-39.
3. Семин И.Н. Установка для испытания ременных передач. Научный рецензируемый журнал. – М., Известия МГТУ «МАМИ», 2008, № 1(5), с. 123-127.

Экспериментальная оценка тяговой способности ременных передач с различными способами натяжения ремня

к.т.н. проф. Баловнев Н.П., Дмитриева Л.А., Семин И.Н.

Университет машиностроения
(495) 223-05-23, доб. 1500, dm@mami.ru

Аннотация. Описываются результаты экспериментальных исследований тяговой способности ременных передач с различными способами натяжения ремня.

Ключевые слова: клиновой ремень, способ натяжения, тяговая способность

Настоящие экспериментальные исследования проведены с целью установления рациональных норм натяжений ремней в передачах с различными способами натяжения, а именно: с натяжением ремня за счет его упругости (передача «а»); с автоматическим натяжением ремня с помощью груза и подвижного вала (передача «б»); с автоматическим натяжением подвижным роликом, установленным на ведомой ветви ремня (таблица 1).

Передача с автоматическим натяжением подвижным роликом, установленном на ведомой ветви ремня, исследовалась в двух вариантах – ролик внутри контура ремня (передача «в») и ролик вне контура ремня (передача «г»). Это вызвано тем, что углы обхвата шкивов в этих передачах могут отличаться весьма значительно, следовательно, различной будет и их тяговая способность.

Таблица 1.

Схемы передач, силы предварительного натяжения ремня F_0 и исходные соотношения натяжений ветвей ремня $F_1 / F_2 = m$

№ пп	Передача «а» с закрепленными валами		Передача «б» с подвижным валом		Передача «в» с натяжным роликом (ролик внутри контура ремня)		Передача «г» с натяжным роликом (ролик вне контура ремня)	
	F_0 , Н	m	F_0 , Н	m	F_0 , Н	m	F_0 , Н	m
1	184,4	5	178,1	5	178,1	2,33	178,1	2,33
2					59,4	5	59,4	5
3					33,3	8	33,3	8

Испытания передач проведены в сравнительном варианте, т.е. исходными базовыми передачами были передачи «а» и «б», рассчитанные по ГОСТ 1284.3-96 [1]. Для них исходное значение соотношения натяжений ведущей F_1 и ведомой F_2 ветвей ремня принято равным $F_1 / F_2 = m = 5$ [2, 3]. Передачи «в» и «г» испытаны с $m = 5$, $m = 8$, а также с натяжением ведомой ветви ремня $F_2 = F_0$, определенным по ГОСТ 1284.3-96 для передач с автоматическим натяжением, для исключения влияния центробежных сил на тяговую способность.

Испытывались передачи с ремнем нормального сечения «А» длиной $L = 1500$ мм. Расчетные диаметры шкивов передач всех типов были $d_1 = d_2 = 160$ мм. Частота вращения