

УДК 531.32

**ВЗАИМОСВЯЗЬ ДИНАМИЧЕСКОЙ ХАРАКТЕРИСТИКИ
(УСКОРЕНИЯ) ЗАДНЕПРИВОДНОГО УСТРОЙСТВА
ПЕРЕДВИЖЕНИЯ ОТ ВЕЛИЧИНЫ ВЫНОСА ПЕРЕДНЕГО КОЛЕСА**

Зайцев Юрий Константинович

ассистент

Мичуринский государственный аграрный университет

г. Мичуринск, Россия

Аннотация. Проведен сравнительный анализ велосипедов старого образца и современного спортивного типа, для чего были составлены уравнения моментов сил и получена формула, связывающая ускорение от расположения центра тяжести и колес.

Ключевые слова: относительное движение, второй закон Ньютона, силы в механике, сила реакции опоры, момент силы.

В данной работе изучалось, как связано ускорение как динамическая характеристика велосипеда представляющего заднеприводное средство передвижения в зависимости от взаимного расположения переднего и заднего колес и проведено сравнение по данному параметру между велосипедами марки «Диамант» и «Турист».

В нашей стране в 50-е годы популярны были велосипеды марки Диамант (Германия). В семидесятые появились отечественные скоростные «Турист» Харьковского велосипедного завода (ХВЗ)

В отличие от «Диаманта» велосипеды «ХВЗ» имеют смещение центра тяжести к переднему колесу, так что велосипедист как бы нависает над передним колесом. В случае «Диаманта» устройство передней вилки и высокий руль конструктивно создают смещение центра тяжести на заднее колесо и вынос переднего колеса немного вперед относительно сидящего. Высота расположения сиденья у обоих велосипедов одинаковая, колеса на 622 мм, так же одинаковые. Возникла идея провести сравнительный анализ динамики на основе уравнения моментов сил, для чего обратимся к кинематической схеме на рисунке 1.

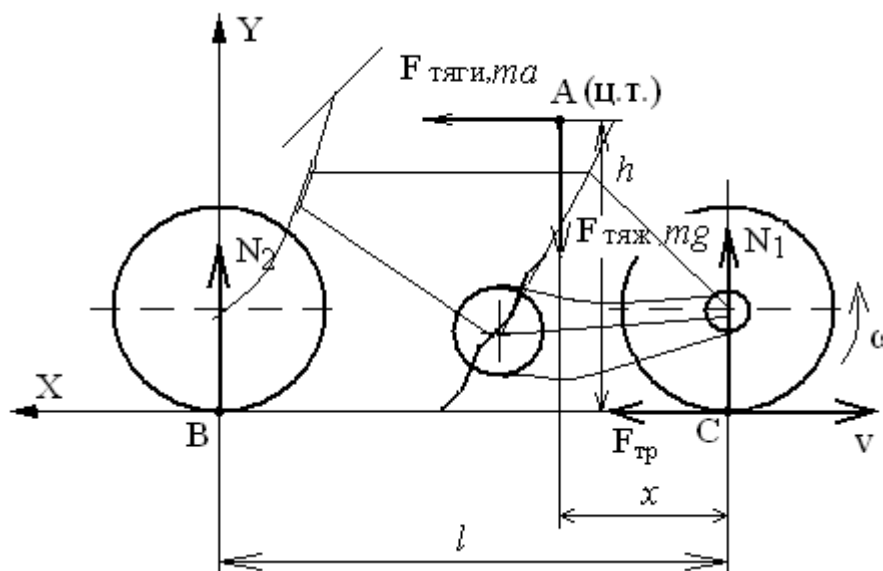


Рисунок 1 – Схема действующих сил и их моментов при движении велосипеда

Так как заднее колесо ведущее, реакцию опоры на заднее колесо обозначим N_1 , реакцию опоры на переднее колесо N_2 . Центр тяжести расположен в точке A на высоте h . Сила тяжести $F=mg$ противоположна

реакциям опор и направлена вниз. Движение со скоростью v происходит по горизонтальной плоскости. Все силы действуют в проекции на ось Y , направленной перпендикулярно движению [3].

Рассмотрим уравнение моментов относительно точки В, в которой переднее колесо касается дороги. Расстояние между точками В и С соприкосновения колес l . Момент вращения, создаваемый ведущим колесом (задним) будет действовать относительно точки В (соприкосновения переднего колеса). Это позволит исключить одно неизвестное, а именно реакцию опоры N_2 . Обозначим расстояние от центра тяжести (предположительно считая её точкой сиденья) до задней точки 2 соприкосновения (точка С) за величину x , которое можно сделать одинаковым за счет выдвижения седла, для создания одинаковых условий относительно заднего колеса. Тогда уравнение моментов относительно точки В имеет вид [1]:

$$\overline{N_1} \cdot l - \overline{F_{\text{тяж}}} \cdot (l - x) + \overline{F_{\text{тяги}}} \cdot h = 0;$$

Переходя к проекциям сил, запишем в алгебраической форме :

$$N_1 l - mg(l - x) + mah = 0; \quad (1)$$

В точке С соприкосновения заднего колеса с дорогой сила трения направлена против вращения колеса и совпадает с силой тяги $m \cdot a$ рис. 1.

Дополним уравнение моментов уравнением проекции сил на ось ОХ:

$$F_{mp} + ma = 0, \quad (2)$$

где a – максимальное ускорение, развиваемое велосипедом.

$$F_{mp} = \mu N_1,$$

где μ – коэффициент сцепления с дорогой.

Необходимые для расчета размеры для велосипедов даны на рис.2, где в скобках межосевые расстояния соответствуют «Диаманту», без скобок дорожному велосипеду «Турист».

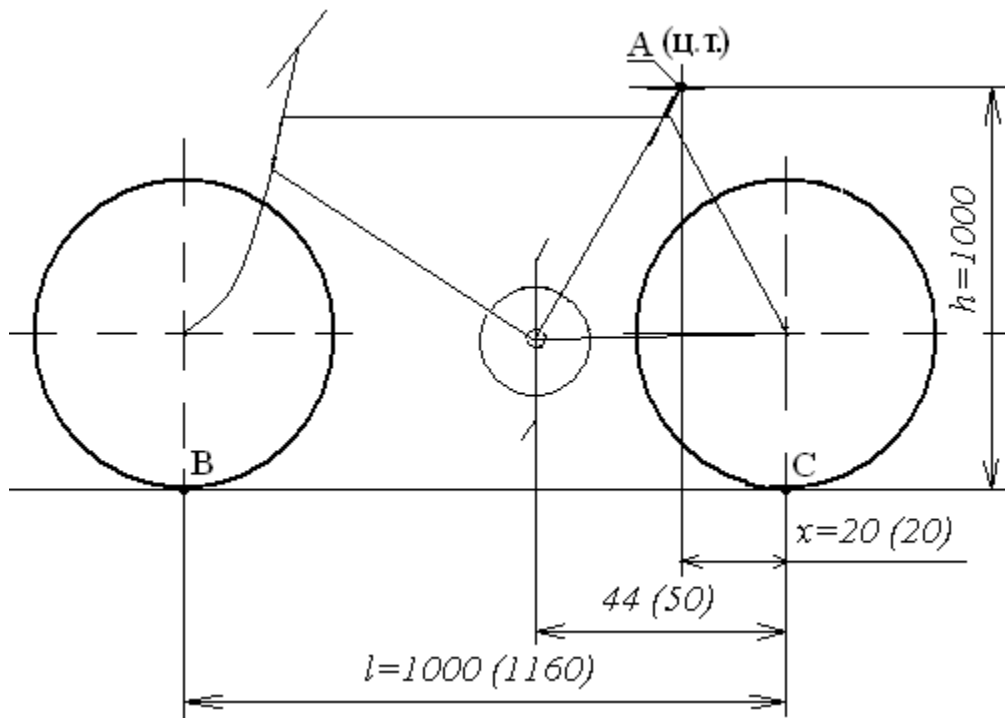


Рисунок 2 – Размеры велосипедов “Диамант” (в скобках) и дорожного “Турист”.

Решим полученное уравнение моментов относительно ускорения a . Из уравнения 1 реакция N_1 будет равна [2, 4]:

$$N_1 = \frac{mg(l-x) - mah}{l}.$$

С другой стороны:

$$N_1 = \frac{F_{\text{тр}}}{\mu};$$

И с учетом уравнения 2 выражение реакции N_1 запишется в виде:

$$N_1 = -\frac{ma}{\mu};$$

Получим:

$$-\frac{ma}{\mu} = \frac{mg(l-x) - mah}{l};$$

Откуда выразим ускорение:

$$-a = \mu \frac{mg(l-x) - mah}{l \cdot m} = \mu \frac{g(l-x)}{l} - \mu \frac{ah}{l}.$$

Знак минус перед ускорением получается из формулы (2), где вектор ускорения “ a ” как бы направлен против вектора скорости вращающегося колеса. Для разрешения этого противоречия рекомендуется перейти в абсолютную систему отсчёта, когда дорога, по которой едет велосипедист,

представляется движущейся, а велосипедист остаётся неподвижным [1, 3].

Тогда минус перед ускорением опускаем и окончательно запишем:

$$a = \mu \frac{g(l-x)}{l} - \mu \frac{ah}{l}.$$

Объединяем члены, содержащие ускорение в одну сторону:

$$a + \mu \frac{ah}{l} = \mu \frac{g(l-x)}{l};$$

выносим за скобки неизвестное:

$$a(1 + \mu \frac{h}{l}) = \mu \frac{g(l-x)}{l};$$

и получим:

$$a = \frac{\mu g(l-x)}{l(1 + \mu \frac{h}{l})} = \mu \frac{g(l-x)}{l(1 + \mu \frac{h}{l})} = \mu \frac{g(l-x)}{l + \mu h}.$$

Подставим значения l и x . Коэффициент трения μ примем равным 1.

Получим:

Для дорожного “Турист”:

$$a = \frac{g(1-0,2)}{1+1} = \frac{9,8 \cdot 0,8}{2} = 3,92 \text{ м/с}^2;$$

для “Диаманта”:

$$a = \frac{g(1,16-0,2)}{1,16+1} = \frac{9,8 \cdot 0,96}{2,16} = 4,36 \text{ м/с}^2.$$

Вывод. Усилие, приводимое в движение велосипед, эффективнее используется в конструкции, где переднее колесо максимально возможно вынесено вперед из под рамы с велосипедистом.

Список литературы:

1. В.Ф. Дмитриева. Задачи по физике. 5-е издание, Москва: Издательский центр «Академия», 2011
2. Дьячков, С.В. Применение системы компас-3d для решения научных задач в агроинженерии / С.В. Дьячков, А.А. Бахарев, А.А. Урюпин // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 2. – С. 201.
3. Задачи по математике и физике, Ф1938.А. Повторов. Квант №2, 2005г

4. Моисеев, С.А. Пути повышения эффективности машин для земляных и профилировочных работ / С.А. Моисеев, А.А. Бахарев // Наука и Образование. – 2019. – Т. 2. – № 4. – С. 268.

UDC 531.32

**INTERCONNECTION OF THE DYNAMIC CHARACTERISTICS
(ACCELERATION) OF THE REAR DRIVE DEVICE OF THE FRONT
WHEEL OUTPUT**

Zaitsev Yuri Konstantinovich

assistant

Michurinsk State Agrarian University

Michurinsk, Russia

Annotation. A comparative analysis of the old model and the modern sports type bicycles was carried out, for which the equations of the moments of forces were drawn up and a formula was obtained connecting the acceleration from the location of the center of gravity and the wheels.

Key words: relative motion, Newton's second law, forces in mechanics, support reaction force, moment of force.