

возможность неправомерного совпадения единиц разнородных физических величин.

Более подробно данные вопросы изложены в работах [5] и [6].

Литература

1. Пожидаев С.П., Шкаровский Г.В. Экспериментальное исследование механической модели эластичного колеса // *Автомобільний транспорт*, вып.44. 2019. С. 21-29.
2. ГОСТ 8.417-2002 ГСИ. Единицы величин. М. 2003. 29 с.
3. Математический энциклопедический словарь / Гл. редактор Ю.В. Прохоров. М.: Советская энциклопедия, 1988. 847 с.
4. Воронков И.М. Курс теоретической механики. М.: Наука, 1966. 596 с.
5. Пожидаев С.П. Уточнення поняття моменту сили в механіці // *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2018. №2. С. 73-80.
6. Пожидаев С.П. Ключ до вирішення радіанної проблеми міститься в механіці // *Стандартизація, сертифікація, якість*. 2018. №5. С. 84-91.

Лавриненко Александр Тимофеевич, канд. техн. наук, доцент,
Национальный университет биоресурсов и природопользования Украины
Пожидаев Сергей Петрович, канд. техн. наук, sprozhy2@ukr.net
Шкаровский Григорий Васильевич, канд. техн. наук, доцент, Национальный
университет биоресурсов и природопользования Украины

ЕЩЕ РАЗ О ПРИМЕНЕНИИ РАДИУСОВ ЭЛАСТИЧНОГО КОЛЕСА

"Несмотря на большое число исследований по теории качения колеса, специалисты до сих пор не выработали единого мнения, какой радиус следует применять в каких случаях" [1]. В настоящее время господствует мнение, что взаимосвязь между крутящим моментом M , приложенным к колесу в плоскости его вращения, и полной окружной силой колеса $P_{\text{ко}}$, осуществляется посредством динамического радиуса колеса $r_{\text{д}}$: $P_{\text{ко}} = M/r_{\text{д}}$.

Однако, в работах [1] и [2], в учебниках Г.А. Смирнова и А.И. Гришкевича принимают, что упомянутая взаимосвязь осуществляется посредством радиуса качения колеса без скольжения: $P_{\text{ко}} = M/r_{\text{к}}$. Такую же точку зрения предписывает и п. 38 действующего ГОСТ 17697-72 [3].

Но динамический радиус и упомянутый радиус качения различаются своими определениями, физическим смыслом и даже единицами измерения: динамический радиус измеряется в метрах, а радиус качения – в м/рад. У жестких колес значения этих радиусов практически одинаковы, но у колес с высокоэластичными шинами низкого давления их различия могут достигать 25 % [2].

Можно очень просто показать, что применение динамического радиуса в теории качения эластичных колес неправомерно. Для этого необходимо

обратиться всего лишь к золотому правилу механики: «во сколько раз мы выигрываем в силе, во столько же раз проигрываем в расстоянии». Из этого правила следует вывод, что изменение силы, развиваемой любым техническим устройством, возможно лишь при изменении расстояния, на котором эта сила выполняет механическую работу. Например, переключение передач в трансмиссии автомобиля изменяет расстояние, на котором двигатель автомобиля выполняет заданный объем механической работы. Именно поэтому изменяется сила тяги колес. Если же какие-то манипуляции с трансмиссией не влияют на это расстояние, то они не влияют и на силу тяги колес.

Применительно к эластичному колесу вывод из золотого правила механики можно сформулировать так: изменение силы тяги колеса возможно лишь при изменении пути, на котором сила тяги колеса выполняет механическую работу. Если же изменение какого-то конструкционного параметра колеса не влияет на этот путь, то оно не влияет и на силу тяги колеса.

Что касается динамического радиуса, то известно, что изменения его размера не влияют на путь, проходимый колесом за один его оборот – этот путь определяется радиусом качения колеса. Поэтому динамический радиус не может влиять на силу тяги колес, его применение при расчетах этой силы безосновательно и представляет собой обыкновенное заблуждение. При расчетах силы тяги колес должен применяться их радиус качения без скольжения.

То же самое несложно показать и аналитически. Для этого необходимо абстрагироваться от потерь энергии в материале шины и обратиться к принципу возможных перемещений (абстрагирование от второстепенных факторов является необходимым условием существования любой науки, в его отсутствие наука превращается в болото бесплодной схоластики).

Положим, что эластичное колесо, нагруженное крутящим моментом M , поворачивается в плоскости своего вращения на бесконечно малый угол $\delta\alpha$, и, развивая некоторую полную окружную силу $P_{\text{ко}}$, проходит путь $r_{\text{к}}\delta\alpha$. Механическая работа крутящего момента равна $M\delta\alpha$, а механическая работа полной окружной силы – $P_{\text{ко}} r_{\text{к}} \delta\alpha$. В соответствии с принципом возможных перемещений, вытекающим из закона сохранения энергии, эти две работы численно равны. Приравняв их, получаем, что полная окружная сила эластичного колеса формируется с участием радиуса качения $r_{\text{к}}$: $M/r_{\text{к}}$. Следовательно, динамический радиус колеса $r_{\text{д}}$ не принимает участия в формировании механической работы полной окружной силы колеса $P_{\text{ко}}$. Он не имеет отношения к этому процессу, равно как не имеет к нему отношения цвет, в который окрашено колесо.

Если же при расчете полной окружной силы колеса применять динамический радиус, то в случаях, когда его значение меньше, чем значение радиуса качения колеса без буксования (можно показать, что таковым оно является практически всегда), будет получено, что эластичное колесо якобы является источником даровой энергии – вечным двигателем.

Например, приняв $r_k = 1,0$ м, $r_d = 0,8$ м, $M = 1,0$ Н·м, угол поворота колеса $\alpha = 1,0$ рад, получаем, что путь, пройденный колесом, равен $r_k \alpha = 1,0$ м, а $P_{ко} = M/r_d = 1,25$ Н. Механическая работа крутящего момента колеса равна $1,0$ Дж, а механическая работа полной окружной силы – $1,25$ Дж, что на 25% больше механической работы, выполненной крутящим моментом. Учет потерь энергии в материале шины (составляющий, между прочим, всего несколько процентов) ничего не меняет, так как эти потери являются одной из составляющих, на которые можно разложить механическую работу полной окружной силы.

Результаты экспериментов тоже подтверждают неправомочность применения динамического радиуса в теории качения эластичного колеса [4].

Литература

1. Балакина Е.В., Сергиенко И.В. Применение разных радиусов колеса в задачах моделирования свойств активной безопасности автомобилей // *Автомобильная промышленность*. 2019. №5. С. 16-19.
2. Петрушов В.А., Шуклин С.А., Московкин В.В. Сопротивление качению автомобилей и автопоездов. М.: Машиностроение, 1975. 224 с.
3. ГОСТ 17697-72. Автомобили. Качение колеса. Термины и определения. М.: Госстандарт. 1973. 24 с.
4. Пожидаев С.П., Шкаровский Г.В. Экспериментальное исследование механической модели эластичного колеса // *Автомобильный транспорт*, вып.44. 2019. С. 21-29.

Роговий Андрій Сергійович, д.т.н., доцент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет, asrogovoy@ukr.net

Яссір Бай, студент, Харківський національний автомобільно-дорожній університет

ВПЛИВ КОНФУЗОРА НА ГІДРОДИНАМІЧНІ ПАРАМЕТРИ ЗАКРУЧЕНОГО ЗАТОПЛЕНОГО СТРУМЕНЯ

В багатьох гідравлічних пристроях виникає необхідність використання енергії закрученого струменя: вихорокамерні нагнітачі [1], турбіни [2, 3], насоси [4], циклони [5]. Найчастіше закручений потік або викидається зовні, або використовується неповною мірою за рахунок напрямних апаратів. З іншої сторони, використання класичних методів спрямування потоків мають недоліки під час їх використання для закручених течій. Навіть, застосування конфузора приводить до виникнення «вихрового ефекту конфузора» [6]. Складність розрахунку та відсутність загальної теорії виникнення ефектів оберткових потоків приводить до необхідності нових розрахунків під нові параметри потоку [7]. Загалом існують два підходи до досліджень оберткових потоків: експериментальний та розрахунковий за допомоги обчислювальної гідродинаміки. Але під час оптимізації параметрів течії найкращим способом є