

# ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ КОЛЕС АВТОМОБИЛЯ С РОЛИКОВЫМ СТЕНДОМ

Буханевич Алексей Михайлович, ст. гр. Ам-52-17,  
[albukh171@gmail.com](mailto:albukh171@gmail.com)

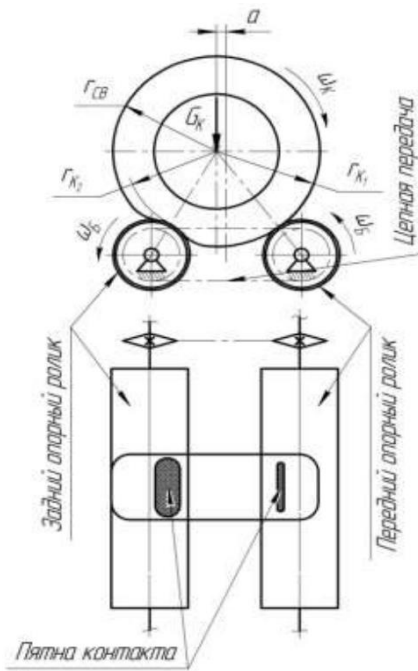
Контроль тормозных систем автотранспортных средств (АТС) в условиях эксплуатации может осуществляться как дорожным, так и стендовым методами. Наибольшее распространение в нашей стране получил стендовый метод. Используют стенды с двумя опорными роликами на каждое колесо АТС. Но везде есть свои недостатки. Первый недостаток: сам процесс взаимодействия колеса с контактной поверхностью дорожного покрытия значительно отличается от взаимодействия колеса с опорными роликами стенда. Второй недостаток: появление продольных перемещений автомобиля возникающее вследствие нахождения АТС на стенде во время диагностики, они искажают погрешности измерения тормозных сил, тем самым, отдаляя нас от получения реального результата. Третий недостаток: несимметричность вращения колес автомобиля и опорных роликов диагностического стенда. Эти недостатки, существенно влияют на полученные параметры процесса торможения АТС и ошибки контроля технического состояния тормозной системы.

Из-за этих самых недостатков, в новом свете, предстают перед нами кинематические параметры, полученных в стендовых условиях, во время прохождения автомобилем диагностики на стенде с двумя опорными роликами.

В этом случае, проводится исследование радиуса качения колеса в ведомом режиме, при изменении, приходящегося на него, нормальной нагрузки и смещении колеса относительно плоскости симметрии опорных роликов стенда. Это смещение объясняется тем, что при нахождении АТС на стенде невозможно добиться симметрии осей его колес и стенда (рис. 1). При диагностировании тормозной системы АТС на стенде со спаренными опорными роликами, колесо, под действием касательных реакций, сдвигается в сторону заднего опорного ролика.

В этом исследовании использовалась шина Premiorri Solazo 175/65 R14 82H, при давлении воздуха в шине на уровне 0,21 МПа.

Радиус качения определялся следующим образом: чтобы добиться ведомого режима вращения колеса, демонтируем карданную передачу и цепную передачу, вращающую передний опорный ролик от заднего опорного ролика (рис. 1). Наносим метки на колесо и обоих опорных роликах. Приводим во вращение задний опорный ролик, обеспечивая вращение переднего опорного ролика и колеса в ведомом режиме. Вращение производится до 15 полных оборотов.



$\alpha$  – величина смещения, мм;  $\omega_{б}$  – угловая частота вращения опорных роликов;  $\omega_{к}$  – угловая частота вращения колеса;  $r_{к1}$  – радиус качения колеса относительно переднего опорного ролика;  $r_{к2}$  – радиус качения колеса относительно заднего опорного ролика;  $r_{св}$  – свободный радиус колеса;  $G_{к}$  – нагрузка на колесо

Рис. 1. Смещение колеса автомобиля относительно опорных роликов стенда

После полной остановки колеса, наносим дополнительные метки на опорные ролики, напротив метки, что на колесе. Измеряем расстояние пройденного шиной пути по поверхности ролика по формуле:

$$S = 2 \cdot \pi \cdot n_p \cdot r_p \pm S_M, \quad (1)$$

где  $S$  - путь, пройденный колесом по опорному ролику стенда;

$n_p$  - количество полных опорного ролика;

$r_p$  - радиус опорного ролика;

$S_M$  - расстояние между метками на опорном ролику по дуге его окружности.

При расчете радиуса качения колеса в ведомом режиме используем формулу:

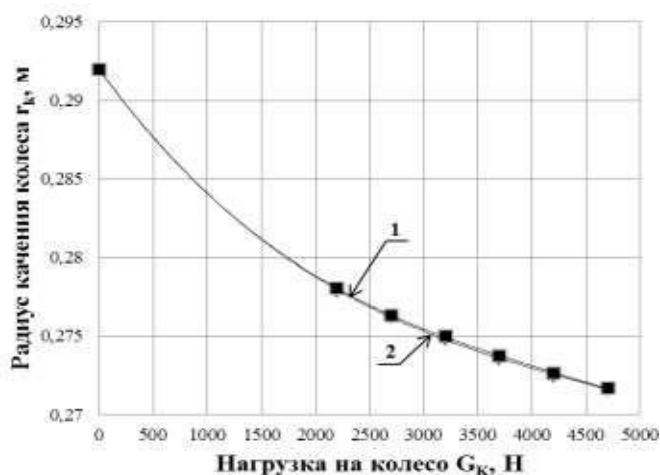
$$r_{к} = \frac{S}{2 \cdot \pi \cdot n_{к}}, \quad (2)$$

где  $S$  - путь пройденный колесом по опорному ролику стенда;

$n_{к}$  - количество полных оборотов колеса.

Полученные значения радиуса качения колеса в режиме без смещения относительно опорных роликов, при изменении нагрузки на колесо  $G_{к}$  мы

видим на рис. 2.



1 – радиус качения колеса относительно заднего опорного ролика  $r_{k2}$  (верхняя кривая); 2 – радиус качения колеса относительно переднего опорного ролика  $r_{k1}$  (нижняя кривая)

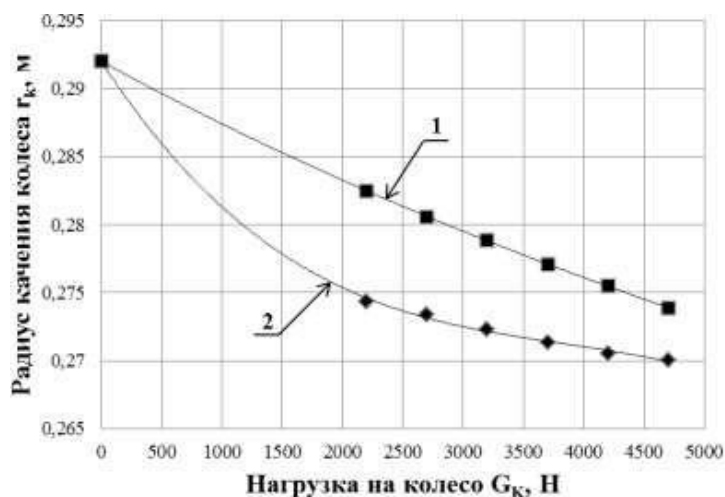
Рис. 2. Изменение радиуса качения колеса в ведомом режиме без смещения относительно опорных роликов стенда

Из графика видно, что кривые 1 и 2, полученные при качении колеса по двум опорным роликам стенда незначительно отличаются, соответственно, радиусы качения колеса относительно переднего и заднего роликов будут одинаковыми. Но, при смещении колес в сторону одного из опорных роликов на расстоянии  $a$  равного 10мм (рис. 1) появляется разница в значениях величин радиусов качения колеса в ведомом режиме относительно переднего и заднего опорных роликов (рис. 3).

Зависимости, представленные на рис. 3 показывают, что радиусы качения колеса относительно переднего (кривая 2) и относительно заднего (кривая 1) опорных роликов стенда существенно отличаются. Наибольший разброс значений величин радиусов составляет 8,13 мм при величине нагрузки  $G_K = 2300$  Н.

При дальнейшем перемещении колеса, до величины  $a = 15$  мм (рис. 1) происходит отрыв поверхности колеса от цилиндрической поверхности переднего опорного ролика при нагрузке  $G_K = 2200$  Н. При смещении колеса в продольной плоскости на величину  $a = 20$  мм (рис. 1) отрыв колеса возникает при нагрузке  $G_K = 2700$  Н. Особый интерес представляет тот факт, что при таком смещении, колесо будет взаимодействовать лишь с задним опорным роликом.

Из графика видно, что кривые 1 и 2, полученные при качении колеса по двум опорным роликам стенда незначительно отличаются, соответственно, радиусы качения колеса относительно переднего и заднего роликов будут одинаковыми. Но, при смещении колес в сторону одного из опорных роликов на расстоянии  $a$  равного 10мм (рис. 3) появляется разница в значениях величин радиусов качения колеса в ведомом режиме относительно переднего и заднего опорных роликов.



1 – радиус качения колеса относительно заднего опорного ролика  $r_{k1}$ ; 2 – радиус качения колеса относительно переднего опорного ролика  $r_{k2}$

Рис. 3. Изменение радиуса качения колеса в ведомом режиме со смещением в сторону заднего опорного ролика на величину  $a = 10$  мм:

Зависимости, представленные на рис. 3 показывают, что радиусы качения колеса относительно переднего (кривая 2) и относительно заднего (кривая 1) опорных роликов стенда существенно отличаются. Наибольший разброс значений величин радиусов составляет 8,13 мм при величине нагрузки  $G_K = 2300$  Н.

При дальнейшем перемещении колеса, до величины  $a = 15$  мм (рис. 1) происходит отрыв поверхности колеса от цилиндрической поверхности переднего опорного ролика при нагрузке  $G_K = 2200$  Н. При смещении колеса в продольной плоскости на величину  $a = 20$  мм (рис. 1) отрыв колеса возникает при нагрузке  $G_K = 2700$  Н. Особый интерес представляет тот факт, что при таком смещении, колесо будет взаимодействовать лишь с задним опорным роликом. Результаты исследований показывают, что при увеличении смещения колеса относительно опорных роликов значение радиуса качения колеса относительно заднего опорного ролика несколько меньше, чем радиус качения относительно переднего ролика. Установленные зависимости были аппроксимированы полиномом вида:

$$r_K = A \cdot G_K^3 + B \cdot G_K^2 - C \cdot G_K + D, \quad (3)$$

где  $r_K$  - радиус качения колеса, м;

$A, B, C, D$  - коэффициенты;

$G_K$  - нагрузка на колесо, Н.

Для аппроксимации экспериментальных зависимостей, показанных на слайдах, получены коэффициенты  $A, B, C, D$ , которые позволяют выполнять расчеты радиусов качения колеса по двум цилиндрическим опорным поверхностям без смещения колеса. Числовые значения коэффициентов приведены в таблице 1.

Таблица 1

### Числовые значения коэффициентов аппроксимации

| Смещение колеса относительно опорных роликов $a$ , мм |  | Коэффициенты функции |                    |                   |        | Достоверность аппроксимации |
|---|--|----------------------|--------------------|-------------------|--------|-----------------------------|
|   |  | $A$                  | $B$                | $C$               | $D$    | $R^2$                       |
| 0 мм  | Относительно переднего опорного ролика | $-1 \cdot 10^{-13}$  | $2 \cdot 10^{-9}$  | $9 \cdot 10^{-6}$ | 0,292  | 0,9999                      |
|   | Относительно заднего опорного ролика   | $-1 \cdot 10^{-13}$  | $2 \cdot 10^{-9}$  | $1 \cdot 10^{-5}$ | 0,292  | 1                           |
| 10 мм   | Относительно переднего опорного ролика | $-3 \cdot 10^{-13}$  | $3 \cdot 10^{-9}$  | $1 \cdot 10^{-5}$ | 0,292  | 0,9994                      |
|   | Относительно заднего опорного ролика   | $-9 \cdot 10^{-15}$  | $3 \cdot 10^{-10}$ | $5 \cdot 10^{-6}$ | 0,292  | 1                           |
| 15 мм   | Относительно переднего опорного ролика | $-4 \cdot 10^{-13}$  | $4 \cdot 10^{-9}$  | $1 \cdot 10^{-5}$ | 0,292  | 0,9998                      |
|   | Относительно заднего опорного ролика   | $-2 \cdot 10^{-12}$  | $3 \cdot 10^{-8}$  | 0,0001            | 0,4148 | 0,9918                      |
| 20 мм   | Относительно переднего опорного ролика | $-3 \cdot 10^{-13}$  | $4 \cdot 10^{-9}$  | $1 \cdot 10^{-5}$ | 0,292  | 0,9996                      |
|   | Относительно заднего опорного ролика   | $-4 \cdot 10^{-12}$  | $5 \cdot 10^{-8}$  | 0,0002            | 0,5714 | 0,9979                      |

По результатам выполненного исследования можно сделать следующие выводы:

1. Смещение колеса в продольном направлении относительно опорных роликов стенда приводит к значительному изменению радиусов качения колеса в ведомом режиме. При смещении колеса на величину  $a=20$  мм в сторону заднего опорного ролика и нагрузке на колесо  $G_K = 2300$  Н происходит отрыв колеса от переднего опорного ролика. Таким образом, взаимодействие колеса осуществляется лишь с одним роликом стенда. В этом случае величина отличия радиусов качения колеса в ведомом режиме на переднем и заднем роликах может достигать до 6,8%

2. При таком различии радиусов качения колеса в ведомом режиме возможно возникновение кинематического рассогласования, что влечет за собой проскальзывания колеса относительно переднего и заднего опорных роликов стенда.

### Литература

1. Говорущенко Н.Я. Системотехника автомобильного транспорта (расчетные методы исследований): монография / Н.Я. Говорущенко. – Х.: ХНАДУ, 2011. – 292 с.

2. Роликовые стенды для проверки тормозных и тяговых свойств автомобилей (теория, расчет и конструирование): / [Говорущенко Н.Я., Волков В.П., Рабинович Э.Х., Мармут И.А., Зуев В.А. ]. – Х.: Изд-во ХНАДУ, 2009. – 344 с.

Научный консультант: Мармут И.А. доц. каф. ТЭСА.