

МОДЕРНИЗИРОВАННЫЙ СТЕНД ДЛЯ ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ТЯГОВЫХ КАЧЕСТВ АВТОМОБИЛЯ

Кандидаты техн. наук **КОВАЛЕНКО Н.А.,** **ГЕРАЩЕНКО В.В.,**
ЛОБАХ В.П.

Белорусско-Российский университет
(375022-23-04-26)

Разработан модернизированный стенд для диагностирования тяговых качеств автомобиля по параметру колёсной мощности.

Ключевые слова: стенд, автомобиль, датчик мощности на колесе, диагностирование, датчик угловой скорости.

Kovalenko N.A., Gerashchenko V.V., Lobach V.P.
**UPGRADED THE STAND FOR DIAGNOSIS OF TRACTION QUALITIES
OF THE CAR**

A modernized stand for the diagnosis of traction qualities of the car in the parameter wheel power.

Key words: stand, vehicle, power sensor on the wheel, diagnosis, angular velocity sensor.

Колёсная мощность — один из показателей, комплексно характеризующих такие свойства автомобиля, как его топливная экономичность и производительность. Используемые в настоящее время для её измерения стенды тяговых качеств содержат беговые ролики; нагрузочное устройство, выполненное в виде балансирной электрической машины, ротор которой соединён валом с ведущим роликом; измеритель нагрузки — маятниковый динамометр; монтажную плиту и тахогенератор [1].

Однако их применение не обеспечивает достаточной точности измерений, так как диагностирование осуществляется не по основному показателю — колёсной мощности, а по её производной. В её качестве используется сила тяги или момент на ведущем колесе автомобиля, измеряемый стрелочным маятниковым динамометром, показания которого необходимо записывать при диагностировании на бумагу. Также записываются показания частоты вращения ротора, измеряемые тахогенератором стенда. Оператор стенда преобразует значение частоты вращения в угловую скорость, выполняет операцию перемножения значения момента на значение угловой скорости вращения ротора. Результатом перемножения и будет колёсная мощность. Кроме этого, балансирная электрическая машина, примененная в качестве нагрузочного устройства, существенно удорожает стенд и повышает расходы на его эксплуатацию.

Поэтому диагностирование автомобиля на таком стенде отличается значительными погрешностями, а последующее устранение обнаруженных неисправностей не обеспечивает восстановления колёсной мощности автомобиля, его производительности и расхода топлива. То есть необходимо усовершенствовать стенд, применив в качестве нагружающего устройства более дешёвую электрическую машину обычного исполнения, и выполнять диагностирование автомобиля непосредственно по основному показателю — колёсной мощности.

И такой модернизированный стенд, обеспечивающий получение более точных результатов диагности-

рования, создан. В нём использована электрическая машина переменного тока общего исполнения, что позволяет снизить расходы на изготовление и эксплуатацию стенда. Ведущий ролик соединён упругим валом с ротором электродвигателя, имеющего линейную статическую характеристику, изображённую на рис. 1 и представляющую собой зависимость угла закручивания упругого вала от передаваемого им крутящего момента. Это позволяет установить на вал бесконтактный датчик момента, на выходе которого формируется последовательность прямоугольных импульсов, изображённая на рис. 2, каждый из которых имеет длительность, пропорциональную крутящему моменту на валу, и одинаковую высоту. Датчик угловой скорости ротора электрической машины выполнен на тахогенераторе, напряжение на выходе которого пропорционально частоте вращения ротора электрической машины и соединённого с ним делителя напряжения, что позволяет получить напряжение на выходе этого датчика, пропорциональное угловой скорости вращения ротора машины (рис. 3), а также получить прямоугольный импульс напряжения, длительность которого пропорциональна моменту, развиваемому электрической машиной в генераторном режиме её работы. Высота сформированного импульса пропорциональна угловой скорости вращения ротора машины. Таким образом, на выходе измерительной системы формиру-

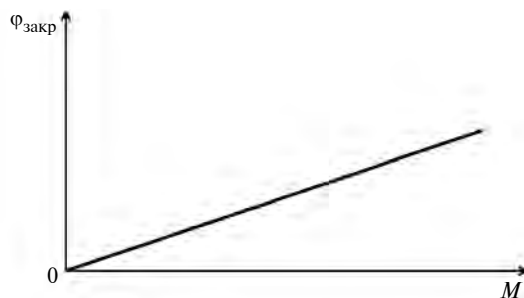


Рис. 1. Статическая характеристика упругого вала

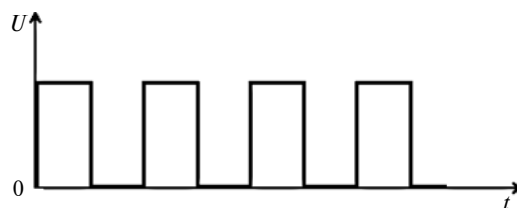


Рис. 2. Напряжение на выходе первого эмиттерного повторителя

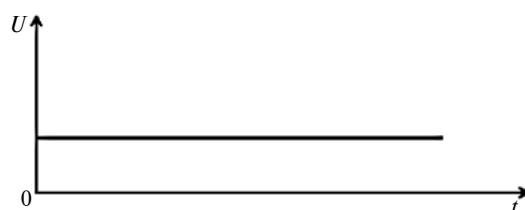


Рис. 3. Напряжение на коллекторе второго эмиттерного повторителя

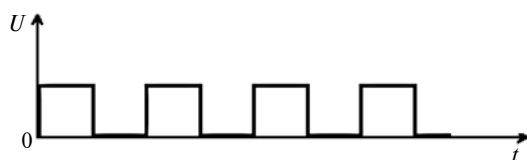


Рис. 4. Напряжение на выходном резисторе

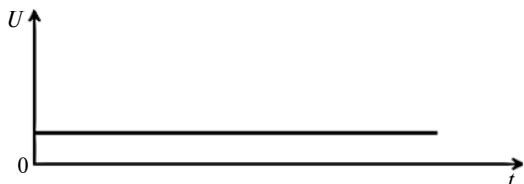


Рис. 5. Напряжение на выходе фильтра низших частот

ются прямоугольные импульсы напряжения (рис. 4), площадь которых пропорциональна колёсной мощности автомобиля.

Наличие в модернизированном стенде фильтра низших частот позволяет осуществить преобразование последовательности прямоугольных импульсов в напряжение постоянного тока, уровень которого пропорционален колёсной мощности автомобиля (рис. 5). Измерительный прибор постоянного тока, соединён-

ный с выходом фильтра низших частот, позволяет измерить напряжение, пропорциональное колёсной мощности. На шкалу измерительного прибора наносится отметка нормативного значения колёсной мощности диагностируемого автомобиля, что позволяет произвести сравнение величины измеренной колёсной мощности с её нормативным значением и принять решение о техническом состоянии автомобиля.

Стенд (рис. 6) содержит поддерживающие 24 и ведущие 23 ролики; нагрузочное устройство, выполненное в виде электрической машины 2 переменного тока общего исполнения, ротор которой соединён упругим валом 16 с ведущим роликом 23; монтажную плату 1; тахогенератор 11. Измеритель нагрузки выполнен в виде датчика 3 крутящего момента, включающего в себя установленные по концам упругого вала металлические диски 10, 18 с радиальными прорезями и выступами; преобразователи 9, 17 импульсные, установленные с обеспечением возможности прохождения выступов и прорезей каждого из дисков 10, 18 возле соответствующего преобразователя 9, 17, соединённые с выходами преобразователей 9, 17; дифференцирующие цепи 7, 32 с отсекающими диодами 8, 22; триггер 15, выполненный на первом 14 и втором 21 транзисторах и четырёх резисторах 12, 13, 19, 20. При этом базы транзисторов 14, 21 соединены с выходами дифференцирующих цепей 7, 32 с отсекающими диодами 8, 22 [2].

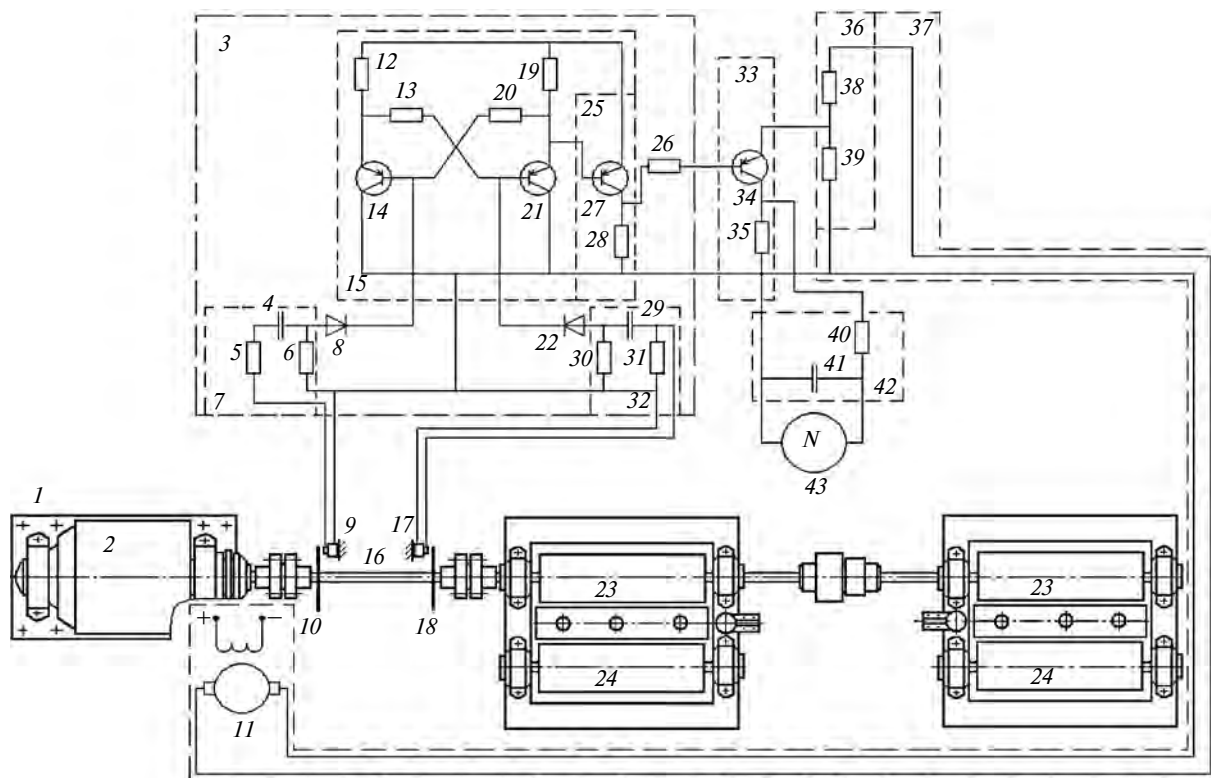


Рис. 6. Общая схема стенда:

1 — монтажная плата; 2 — электрическая машина; 3 — датчик момента; 4, 29, 41 — конденсаторы; 5, 6, 12, 13, 19, 20, 26, 28, 30, 31, 35, 38, 39, 40 — резисторы; 7, 32 — дифференцирующие цепи; 8, 22 — импульсные диоды; 9, 17 — преобразователи импульсные; 10, 18 — диски металлические; 11 — тахогенератор; 14, 21, 27, 34 — транзисторы; 15 — триггер; 16 — упругий вал; 23 — ведущие ролики; 24 — поддерживающие ролики; 25, 33 — эмиттерные повторители; 36 — делитель напряжения; 37 — датчик угловой скорости ротора электрической машины; 42 — фильтр низших частот; 43 — измерительный прибор



В схеме стенда имеется первый эмиттерный повторитель 25, выполненный на транзисторе 27 и резисторе 28, и второй эмиттерный повторитель 33, выполненный на транзисторе 34 и резисторе 35. Вход первого эмиттерного повторителя 25 соединён с выходом триггера 15, а выходом первый эмиттерный повторитель 25 соединён посредством резистора 26 со входом второго эмиттерного повторителя 33.

Датчик 36 угловой скорости ротора электрической машины выполнен на тахогенераторе 11 и делителе 36 напряжения, имеющего первый 38 и второй 39 резисторы. Делитель имеет коэффициент деления, отражающий соотношение частоты вращения вала и величины его угловой скорости и равен частному от деления 3,14 на 30. При этом делитель соединён с выходом тахогенератора 11, а выход делителя выполнен на резисторе 39 с меньшим сопротивлением и является источником постоянного тока для питания второго эмиттерного повторителя 33.

В качестве сглаживающего элемента в схеме стенда имеется фильтр 42 низших частот, выполненный на резисторе 40 и конденсаторе 41 и соединённый с выходом второго эмиттерного повторителя 33. Измерительным прибором постоянного тока 43, соединённым с выходом фильтра 42 низших частот и имеющим отметку на своей шкале нормативного значения колёсной мощности диагностируемого на СТК автомобиля, измеряется колёсная мощность и производится сравнение измеренной величины с её нормативным значением.

Первая дифференцирующая цепь 7 выполнена на резисторах 5, 6 и конденсаторе 4. Вторая дифференцирующая цепь 32 выполнена на резисторах 30, 31 и конденсаторе 29.

При диагностировании автомобиль устанавливают на стенд, запускают двигатель, включают прямую передачу, запускают электрическую машину 2 стенда в режиме электродвигателя, при этом устанавливается частота вращения ротора меньше синхронной частоты ω_c вращения электромагнитного поля статора машины: точка "А" на рис. 7. Далее переводят электрическую машину в режим генератора путём перемещения педали управления подачей топлива автомобиля до его полной подачи. При этом частота вращения ротора машины увеличивается до значения, соответствующего точке "В", и на выходе датчика 37 (рис. 6) угловой скорости появляется напряжение. Ток в роторе изменяется по направлению, и вследствие взаимодействия электромагнитного поля статора и тока в роторе на валу ротора появляется тормозной момент, измеряемый датчиком момента 3, установленным на упругом валу 16 стенда. Установленная угловая скорость ротора электрической машины измеряется датчиком угловой скорости.

Крутящий момент на валу 16 измеряется следующим образом. В исходном состоянии транзистор 14 триггера 15 закрыт, а транзистор 21 открыт. Поэтому напряжение на коллекторе транзистора 21 равно нулю, а на коллекторе транзистора 14 принимает максимальное значение. При вращении вала 16 и нагружении его моментом диск 10 проходит выступом возле

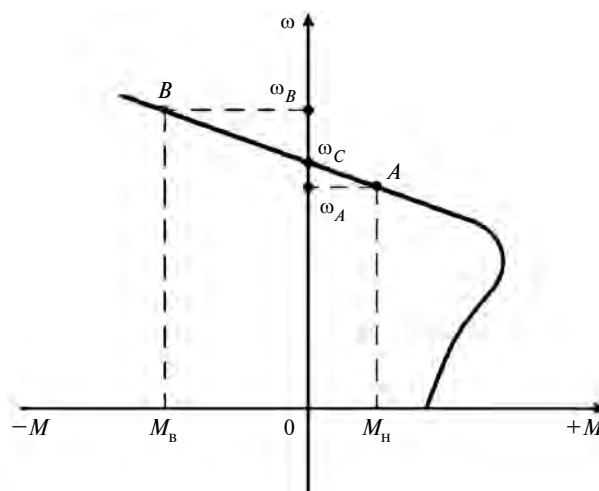


Рис. 7. Механическая характеристика электрической машины переменного тока

преобразователя 9, и на его выходе появляется первый импульс. Он дифференцируется цепью 7, на выходе которой образуются два разнополярных импульса. Выходной сигнал этой цепи выпрямляется диодом 8, образуя положительный импульс, который подаётся на базу транзистора 14. Транзистор 14 открывается, а транзистор 21 закрывается, поэтому на коллекторе транзистора 21 появляется положительное напряжение. При нагружении моментом вал 16 закручивается на угол пропорционально приложенному моменту (см. рис. 1). Поэтому диск 18 закручивается относительно диска 10, и на выходе преобразователя 17 формируется импульс, имеющий фазовое смещение относительно первого импульса, сформированного преобразователем 9. Этот импульс дифференцируется цепью 32. Выходной сигнал цепи 32 выпрямляется диодом 22, образуя положительный импульс, который подаётся на базу транзистора 21. Транзистор 21 открывается, а транзистор 14 закрывается. На коллекторе транзистора 21 опять устанавливается напряжение, равное нулю. В результате происходит формирование на коллекторе второго транзистора 21 прямоугольного импульса, длительность которого пропорциональна величине крутящего момента в данный момент времени. Далее формирование прямоугольных импульсов на выходе второго транзистора 21 происходит аналогично описанному выше. Полученные прямоугольные импульсы подаются на вход первого эмиттерного повторителя 25. С выхода последнего сигнал о величине крутящего момента подаётся на вход второго эмиттерного повторителя 33 на время, равное длительности каждого из подаваемых прямоугольных импульсов от эмиттерного повторителя 25.

Величина угловой скорости вращения ротора машины при нажатии педали подачи топлива автомобиля до упора измеряется следующим образом. Выходное напряжение тахогенератора 11 подаётся на вход делителя 36, при этом на выходе резистора 39 формируется напряжение, пропорциональное угловой скорости вращения ротора машины, так как делитель

выполнен с коэффициентом, равным частному от деления 3,14 на 30. Это напряжение подаётся на коллектор транзистора 34 второго эмиттерного повторителя 33. Таким образом, на второй эмиттерный повторитель 33 непрерывно подаётся напряжение на коллектор, пропорциональное угловой скорости вращения ротора машины, и при появлении на его входе прямоугольных импульсов напряжения от датчика момента (длительность которых пропорциональна моменту, развиваемому электрической машиной в генераторном режиме её работы) на выходе второго эмиттерного повторителя 33 формируются прямоугольные импульсы напряжения, площадь которых пропорциональна колёсной мощности автомобиля.

Полученные на выходе второго эмиттерного повторителя 33 прямоугольные импульсы сглаживаются фильтром 42 низших частот, выполненного на резисторе 40 и конденсаторе 41 и соединенного с выходом второго эмиттерного повторителя 33. После сглажи-

вания полученная механическая мощность на колесе диагностируемого автомобиля измеряется прибором 43 постоянного тока. Она сравнивается с нормативной величиной, и, если она меньше нормативной, принимается решение о наличии в автомобиле неисправностей.

Таким образом, за счёт использования для диагностирования автомобиля измеряемой на стенде колёсной мощности его точность оказывается выше. Соответственно, при последующем устранении неисправностей удаётся повысить топливную экономичность и производительность автомобиля. Более низкими будут расходы на создание стенда и его эксплуатацию.

Литература

1. Савич Е.Л. Техническая эксплуатация автомобилей: учеб. пособие. В 3-х ч. Ч. 2. Методы и средства диагностики и технического обслуживания автомобилей / Е.Л. Савич. — Минск: Новое знание, М.: ИНФРА-М, 2015. — 364 с.
2. Стенд для диагностирования дизеля / Герашенко В.В. [и др.] // Автомобильная промышленность. — 2015. — № 5. — С. 26—28.

