

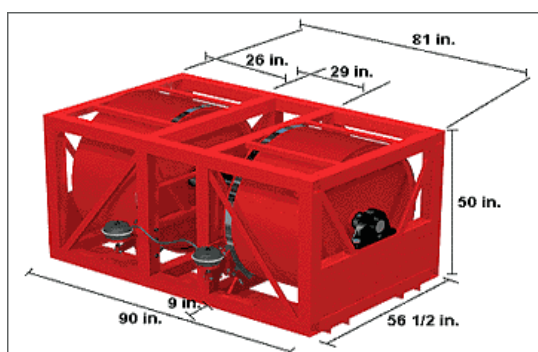
Типовые методы и оборудование для измерения «колесной» мощности легковых автомобилей

<http://www.3000gt.ru>

В принципе, мощность на колесах можно измерить как минимум двумя различными способами/стендами: 1) нагруженным и инерциальным. Оба стенда используют барабаны и неподвижно закрепленный автомобиль. Отличается сама идея и, как результат, немного отличается результат измерений и то, что собственно можно измерить.

В зарубежной практике нагруженные стенды (динамометры) обычно называются *load dynamometers* или *brake dynamometers*. Инерциальные динамометры обычно так и называются – *inertial dynamometers* или (иногда) *accelerative dynamometers*. Кроме того, о нагруженных стендах обычно говорят как о *статических* динамометрах, подразумевая, что измерения происходят обычно дискретно при определенной нагрузке и фиксированных оборотах двигателя, в то время как на инерциальных динамометрах процесс измерений идет практически непрерывно.

К числу инерциальных стендов относятся, например, весьма популярные динамометры DYNOJET производства одноименной компании (www.dynojet.com), являющие практически стандартом *de facto* в тюнинговых ателье. Примером нагруженных динамометров может служить SR-1100 производства TAYLOR DYNAMOMETER (www.taylordyno.com).



Инерциальный динамометр DynoJet 248



Нагружной динамометр Taylor SR-1100

Нагружной стенд

Стенд состоит из двух или четырех барабанов на ось автомобиля, соединенных валом с гидравлическим, электрическим или механическим тормозом и системы сбора и обработки данных. Водитель включает нужную передачу (обычно 3-ю), выжимает сцепление и жмет педаль газа в пол. Мотор неподвижного автомобиля раскручивается до максимальных оборотов (отсечки, скажем 7000 об/мин.), после чего барабаны тормозят (электродинамически, гидродинамически, механически или еще как-нибудь – это не суть важно) до снижения оборотов (плавно или ступенчато), регистрируя при этом момент тормозного усилия на барабане. Можно делать и наоборот – т.е. ступенчато отпускать тормоз барабана, позволяя двигателю медленно раскручиваться и фиксировать при этом момент на барабанах и частоту вращения коленвала двигателя.

Мощность при этом составит:

$$W = M \cdot \omega \quad (1.1)$$

где:

- W – мощность на колесах (барабанах), Вт;
- M – суммарный момент тормозной силы на барабанах, Н·м;
- ω – угловая скорость барабанов, рад/с;

Или, в более привычных единицах:

$$W_m = \frac{M \cdot 2 \cdot \pi \cdot n}{60 \cdot 735.5} = 1.423 \cdot 10^{-4} \cdot M \cdot n \quad (1.2)$$

где:

- W_m – мощность на колесах (барабанах), л.с.;
- M – суммарный момент тормозной силы на барабанах, Н·м;
- n – установившаяся частота вращения барабанов, об/мин.;

Поскольку температура, давление и влажность воздуха при измерениях могут отличаться от нормальных, результаты динамометрических испытаний приводят к нормальным (стандартным) условиям, например вот так (по SAE J 1379 для бензиновых двигателей):

$$W_0 = W_m \cdot \left(\frac{99}{P_{атм}} \right)^{1.2} \cdot \left(\frac{273 + T_{атм}}{298} \right)^{0.6} \quad (1.3)$$

где:

- W_0 – нормализованная (скорректированная) мощность на колесах (барабанах), л.с.;
- W_m – стендовая замеренная мощность на колесах (барабанах), л.с.;
- $P_{атм}$ – барометрическое давление при испытаниях минус давление паров при заданной влажности, кПа;
- $T_{атм}$ – температура воздуха во время испытаний, °С;

Момент тормозной силы можно определить, например: 1) по напряжению на нагрузочном сопротивлении, если используется электродинамический тормоз; или 2) натяжению тормозной ленты в случае механического тормоза. Измерение входных параметров несколько технически сложнее, чем для инерциального стенда (см. ниже), но достаточно легко реализуемо.

Создание и компоновка нагруженного стенда для полноприводных автомобилей не слишком отличается от моноприводного стенда, просто стенд будет ровно в два раза сложнее, тяжелее, больше и дороже, поэтому они не получили большого распространения (по крайней мере у нас). Основной же ограничивающий фактор нагруженного стенда – максимальная мощность испытуемого автомобиля, т.к. практически вся мощность двигателя уходит в тепло, которое необходимо рассеять стенду, а точнее – его тормозной системе. Нередки решения, где для измерения мощности автомобилей мощнее 500 л.с. необходим монтаж отдельного блока жидкостного охлаждения тормозной системы динамометра, размер которого в два или более раз превышает размер самого стенда. Поскольку это ведет к существенному удорожанию стенда, а максимальная рассеиваемая электродинамическим, механическим или другим тормозным механизмом мощность ограничена конструктивно при проектировании и изготовлении стенда, зачастую приходится сталкиваться с тем, что замерить мощность полноприводной машины мощностью более 300-400 л.с. практически нелегко.

Пример 1
При замере мощности 400-сильной Toyota Supra на нагруженном стенде с гидродинамической тормозной системой, количество тепла выделившегося в процессе 60-секундного замера составит около 9МДж. Этого количества тепла достаточно, чтобы нагреть до кипения (от +25°C до +100°C) более 28 литров воды. Таким образом очевидно, что при проектировании нагруженных стендов для мощных машин необходимо предусмотреть достаточно мощную систему охлаждения динамометра.

Кроме того, в наружном стенде принципиально отсутствует возможность измерения как собственных потерь стенда, так и потерь в трансмиссии. Провести такие измерения можно лишь частично скомбинировав его с инерциальным стендом (см. ниже) и/или используя вспомогательные инструменты и оборудование (например используя отдельный электропривод для замера собственных потерь стенда и частичных потерь в трансмиссии).

К общим недостаткам нагруженных стендов можно отнести:

- сравнительно большой размер и вес стенда
- более сложная и трудоемкая в изготовлении и обслуживании конструкция
- сложность калибровки
- высокая стоимость
- большое время замера

Стенд состоит из двух или четырех массивных барабанов на ось автомобиля и системы сбора и обработки данных. Как будет показано ниже, измерять и/или фиксировать момент или нагрузку на барабанах нет необходимости, что существенно упрощает конструкцию стенда, его калибровку, сбор и анализ данных. Водитель включает нужную передачу (обычно 3-ю), выжимает сцепление и жмет педаль газа в пол. Мотор неподвижного автомобиля начинает постепенно раскручивать барабаны стенда, который фиксирует угловое ускорение барабанов и на основании момента инерции барабанов и величины углового ускорения вычисляет мощность на колесах (барабанах).

Принцип вычисления мощности очень прост и легко объясним физически. Применительно к вращательному движению второй закон Ньютона выглядит следующим образом:

$$\bar{\varepsilon}(t) = \frac{\bar{M}(t)}{J} \quad (1.4)$$

где:

- $\varepsilon(t)$ – вектор углового ускорения, (рад/с²);
- $M(t)$ – вектор момента импульса вращающихся элементов стенда (барабанов), (Н·м);
- J – момент инерции вращающихся элементов стенда (барабанов), кг·м²;
- t – время;

Момент инерции сплошного металлического барабана вокруг его продольной оси можно легко вычислить, используя следующую формулу:

$$J = \frac{m \cdot R^2}{2} \quad (1.5)$$

где:

- J – момент инерции сплошного цилиндра вокруг продольной оси, кг·м²;
- m – масса цилиндра, кг;
- R – радиус цилиндра, м;

Поскольку масса барабана заранее известна и сравнительно велика по сравнению с массой валов, муфт, подшипников и других элементов крепления, момент инерции легко узнать, взвесив и измерив барабан. Но даже если масса барабана неизвестна или величиной момента дополнительных деталей не хочется пренебрегать для сохранения точности вычислений, всю систему легко откалибровать даже «подручными» средствами, например при помощи вспомогательного электродвигателя или груза, перекинутого через блок.

Величину углового ускорения легко измерить при помощи любого датчика скорости вращения, например оптического или индукционного. Самый доступный способ – закрепить на оси одного из барабанов шестерню и укрепить над ней простейший индукционный датчик. При достаточно высокой частоте дискретизации можно считать, что движение цилиндра равноускоренное и:

$$\varepsilon = \frac{\omega_2 - \omega_1}{t} \quad (1.6)$$

где:

- ε – угловое ускорение барабана, рад/с²;
- ω_1 – угловая скорость барабана в начале измерения, рад/с;
- ω_2 – угловая скорость барабана в конце измерения, рад/с;
- t – время между измерениями, с;

Поскольку измерения все равно должны производиться автоматически при помощи компьютера, нет смысла переводить формулу в «традиционные» обороты в минуту и т.п.

Поскольку время раскрутки барабанов прямо пропорционально моменту (мощности) двигателя и моменту инерции барабанов, для более мощных машин можно установить более тяжелые маховики, а для менее мощных – более легкие, тем более, что конструкция инерциального стенда позволяет легко это делать. Дело в том, что при больших величинах угловых ускорений (мощная машина на легких барабанах) увеличивается погрешность измерений за счет потерь на преодоление момента инерции вращающихся элементов трансмиссии (колеса, тормозные диски, элементы привода, шестерни КПП и т.п.). В противном же случае (маломощная машина на массивных барабанах) заметно увеличивается время измерений. Поэтому желательно подбирать размер и массу барабанов (или использовать дополнительные диски) для определенных диапазонов мощностей двигателей для обеспечения оптимального баланса между погрешностью и скоростью измерений.

Поскольку момент инерции диска или барабана прямо пропорционален диаметру диска в четвертой степени, при начальном проектировании стенда можно использовать более легкие полые барабаны или барабаны меньшего диаметра, рассчитанные на легкие маломощные автомобили (скажем мощностью 20-80 л.с.), а при необходимости замера более мощных автомобилей дополнять стенд набором предварительно откалиброванных «утяжеляющих» дисков, которые крепятся на оси барабанов (аналогично тому, как увеличивается вес штанги надеванием на нее дополнительных «блинов»).

Дополнительным преимуществом инерциального стенда является возможность легкой калибровки (в том числе самокалибровки) и измерения собственных потерь стенда и части потерь в трансмиссии методом свободного выбега. Метод свободного выбега широко используется в различных областях техники, в том числе автомобильной, например для определения момента сил трения в подшипниках, электродвигателях, потерь энергии в трансмиссии автомобиля и т.п. Заключается он в том, что вращающаяся система раскручивается внешним приводом до определенной скорости вращения, после чего привод отключается и замеряется время остановки или величина углового ускорения. Чем больше время остановки, тем меньше потери энергии (момента, мощности) в системе. Для ряда отечественных автомобилей такой параметр являлся частью технической спецификации и определял состояние подвески и трансмиссии.

Принцип измерения собственных потерь на трение стенда и потерь энергии в подвеске и трансмиссии автомобиля полностью идентичен (1.4):

$$\overline{M}_{mp}(t) = J \cdot \overline{\varepsilon}(t) \quad (1.7)$$

где:

- $M_{mp}(t)$ – вектор момента сил трения (в стенде или стенде+трансмиссии), (Н·м);
- $\varepsilon(t)$ – вектор углового ускорения (в данном случае – замедления) барабанов, (рад/с²);
- J – суммарный момент инерции вращающихся элементов стенда (барабанов), кг·м²;
- t – время;

Тогда, считывая скорость вращения барабанов в любой момент времени с датчика частоты вращения барабанов можно вычислить потери мощности при любой частоте вращения барабанов по следующей формуле:

$$W_{mp} = 1.423 \cdot 10^{-4} \cdot J \cdot \frac{\pi \cdot (n_1 - n_2) \cdot (n_1 + n_2)}{60 \cdot t} \quad (1.8)$$

где:

- W_{mp} – суммарная потеря мощности в элементах стенда (или стенда+трансмиссии) при данной скорости вращения, л.с.;
- n_1 – скорость вращения барабанов стенда в начале измерения, об/мин.;
- n_2 – скорость вращения барабанов стенда в конце измерения, об/мин.;

Пример 2
Соберем стенд с двумя цельными барабанами на колесо (всего – 4 барабана на ось), каждый диаметром 22" (559 мм.) и длиной 40 см. Масса одного барабана составит около 775 кг., а момент инерции – 30.25 кг·м ² . В качестве примера возьмем Mitsubishi Eclipse GS-T 1996 г. (FWD, turbo) с РКПП и произведем замер разгона на 3-й передаче. Передаточные числа 5-скоростной коробки F5M33-2-SP2T для третьей передачи – 1.127, 1.208 и 3.437 (суммарное п.ч. = 5.053). Предположим, что потери в трансмиссии отсутствуют, а максимальная скорость на 3-й передаче составляет около 150 км/ч. Частота дискретизации скорости барабанов – 0.5 сек.
В процессе измерения в какой-то из моментов времени скорость вращения барабанов выросла с 1400 до 1450 об/мин за указанные выше 0.5 сек. При этом угловое ускорение составит 10.47 рад/с ² . С учетом момента инерции 4 барабанов, момент на колесах составит 1267 Н·м (250.8 Н·м на маховике с учетом передаточного числа), а средняя мощность на колесах – 257 л.с. При установленных на автомобиль шинах размерности 235/45R17, обороты двигателя должны были при этом вырасти с 6145 до 6364 об/мин, а скорость машины – со 146.6 до 151.8 км/ч.

Пример 3
Свободный выбег автомобиля 3А3-1102 Таврия должен составлять не менее 450-500 м. Испытания проводятся следующим образом – автомобиль разгоняется до 50 км/ч, после чего быстро выжимается сцепление, рычаг КПП переводится в нейтральное положение и автомобиль постепенно останавливается. Расстояние от точки выключения трансмиссии до места полной остановки двигателя называется расстоянием свободного выбега. Для испытаний используются следующие условия:
- нормальные атмосферные условия
- сухой ровный асфальт
- наклон участка для испытаний – не более 0.5%
- в машине находятся два человека
- окна плотно закрыты
Измерения проводятся минимум дважды во взаимно противоположных направлениях.
При величине свободного выбега менее 450 м, рекомендуется провести осмотр и ТО подвески и трансмиссии автомобиля.

- J – суммарный момент инерции вращающихся элементов стенда (барабанов), кг·м²;
 t – время между измерениями n_1 и n_2 , с.;

Произведя замер свободного выбега стенда без нагрузки (автомобиля) можно определить собственные потери стенда, а под нагрузкой (с автомобилем) – суммарные потери стенда и трансмиссии автомобиля. Вычтя первое из второго легко определить потери энергии (момента, мощности) в собственно трансмиссии.

Поскольку при свободном выбеге автомобиля трансмиссия отключена от двигателя, напрямую измерить скорость вращения коленвала двигателя (для построения зависимости потерь от частоты вращения двигателя) не представляется возможным. Однако это легко вычислить, зная диаметр барабанов мощностного стенда, размерность колес автомобиля и суммарное передаточное число трансмиссии (см. пример №4).

Поскольку время свободного выбега при большом моменте инерции стенда может составлять несколько минут, для ускорения замеров инерциальные стенды могут дополнительно оборудоваться ленточными (механическими) или электродинамическими тормозами для дополнительного подтормаживания барабанов. При этом измерения можно производить как непрерывно (принимая во внимание дополнительный тормозной момент) так и дискретно (скажем, затормозить барабан до 1450 об/мин, отключить тормоз, замерить время свободного выбега с 1450 до 1400 об/мин, снова включить тормоз, затормозить барабан до 1300 об/мин, отключить тормоз, замерить время свободного выбега с 1300 до 1250 об/мин и т.д.).

Внимательный читатель мог уже обратить внимание на тот факт, что в приведенных выше формулах не учитывается момент инерции элементов трансмиссии (колеса, ступицы, тормозные диски, валы, шестерни и т.п.), который должен был бы быть прибавлен к моменту инерции самого стенда, иначе измеренная колесная мощность окажется меньше фактической. Вариантов решения это проблемы как минимум три:

1. Поскольку момент инерции прямо пропорционален массе и четвертой степени диаметра вращающегося элемента, очевидно, что момент инерции трансмиссии ничтожен по сравнению с моментом инерции самого стенда. Учитывая, что угловое ускорение самых больших и массивных элементов трансмиссии (колес и тормозных дисков) меньше, чем угловое ускорение барабанов стенда, инерционными потерями момента (мощности) в трансмиссии можно либо пренебречь, либо принять постоянной для определенных категорий автомобилей.
2. Поскольку момент инерции прямо пропорционален массе и четвертой степени диаметра вращающегося элемента, очевидно, что наиболее «инерционными» элементами трансмиссии являются колеса и тормозные диски. Моменты инерции этих элементов можно либо легко рассчитать, либо измерить и прибавить к моменту инерции стенда для увеличения точности измерений.
3. Дооборудовав стенд электродвигателем, можно измерить суммарный момент стенда с установленным на нем автомобилем путем разгона барабанов при отключенной трансмиссии (приняв во внимание диссипативные потери стенда и трансмиссии, измеренные указанным выше способом).

С другой стороны, поскольку при использовании инерциального стенда мы фактически замеряем динамическую характеристику как двигателя, так и мотора в целом (причем постоянно работающего в переходных режимах), можно отнести потери на преодоление сил инерции в трансмиссии к общим потерям энергии в трансмиссии и использовать это как характеристику эффективности трансмиссии в целом. В таком случае, уменьшение момента инерции элементов трансмиссии приведет к увеличению мощности на колесах, регистрируемой динамометром (хотя мощность двигателя не изменилась), что на практике будет соответствовать улучшению динамических характеристик автомобиля в целом (например, снижением времени разгона до 100 км/ч). Таким образом, величина регистрируемой мощности на инерциальном стенде может служить интегральным показателем эффективности тюнинга как двигателя, так и подвески/трансмиссии.

Еще более внимательный читатель мог бы обратить внимание, что хотя при помощи инерциального стенда легко зарегистрировать и измерить большую часть потерь энергии в трансмиссии, причем в

Пример 4
<p>Воспользуемся стендом и автомобилем из примера 2. Предположим, что при свободном выбеге ненагруженного стенда при его калибровке обороты барабанов упали с 1450 до 1400 об/мин. за 60 секунд. Тогда собственные средние потери стенда в данном диапазоне оборотов составят ~2,14 л.с. После установки на стенд автомобиля с выжатым сцеплением и включенной 3-й передачей, частота вращения барабанов стенда в указанном выше диапазоне упала с 1450 до 1400 об/мин. за 15 секунд. Тогда суммарные потери мощности системы стенд/трансмиссия с этом же диапазоне оборотов составят 8,56 л.с., а собственно потери в трансмиссии – 6,42 л.с. Напомним, что скорость вращения коленвала при подключенной трансмиссии в данном случае составляла бы 6145-6364 об/мин.</p>

зависимости от частоты вращения коленвала (диссипативные потери на упругую деформацию колес, элементов подвески и трансмиссии, потери на трение в подшипниках и элементах сопряжения и т.п.), он не позволяет измерить потери момента/мощности в зубчатых зацеплениях КПП и диссипативные потери в КПП и элементах привода (ШРУС и др.), которые прямо пропорциональны передаваемому моменту и составляют основную часть потерь мощности в движущемся автомобиле.

К сожалению, вычислить и измерить данный вид потерь технически невозможно при использовании обоих типов динамометрических стендов (нагружного и инерциального). Можно лишь попытаться либо:

1. Определить КПД редуктора (КПП) расчетным путем, исходя из справочных данных о КПД используемых в КПП шестерней.
2. Или измерить КПД КПП на специальном динамометрическом стенде.

Причем КПД (и, соответственно, потери мощности) АКПП, в отличие от РКПП определить расчетным путем практически невозможно и можно только измерить на специальном стенде.

В большинстве же случаев можно принять коэффициент потерь мощности в коробке передач и трансмиссии постоянным для некоторых определенных групп автомобилей, например:

- 10% для переднеприводных автомобилей с РКПП
- 12% для заднеприводных автомобилей с РКПП
- 15-17% для полноприводных автомобилей с РКПП

Приведенные коэффициенты достаточно хорошо коррелируются с фактическими результатами динамометрических испытаний большинства серийных автомобилей.

Обобщая вышесказанное, можно отметить, что инерциальные стенды имеют ряд преимуществ по сравнению с нагружными:

- простота конструкции, легкость изготовления и монтажа
- поскольку метод измерений *пассивный*, не требуется система охлаждения стенда
- легкость измерений и расчетов
- высокая скорость проведения замеров
- легкость калибровки стенда
- модульность (при использовании динамометров DYNOJET для создания стенда для полноприводных достаточно установить второй модуль 428 и просто подключить его к системе сбора и обработки данных)
- легко модифицировать для замера автомобилей любой мощности
- возможность прямого определения частичных потерь в трансмиссии и величины свободного выбега автомобиля

Наибольшим же недостатком инерциальных стендов является то, что принцип и методика измерения мощности слишком отличаются от нагружного динамометрического стенда принятого в качестве стандарта при измерениях мощности по стандартам SAE, поэтому данные измерений не слишком хорошо сопоставимы с паспортными данными автомобилей и измерениями, где используются методики SAE. Немного более подробно этот вопрос освещен ниже, в ответах на ЧАВО («Часто Задаваемые Вопросы»)...

Вопрос 1.

Так все таки – какой стенд более «правильный» и/или «точный»? Каким стендом лучше пользоваться?

Ответ 1.

Если кратко – никакой.

Если подробнее – нельзя утверждать о том, что какой-то из методов измерений более «правильный», чем другой. Просто они очень разные. Нагружной метод можно назвать в некотором роде *статическим*, т.к. измерения производятся обычно дискретно при фиксированной частоте вращения коленвала и постоянной нагрузке на двигатель трансмиссию. При этом двигатель работает в стабильном режиме, состав смеси может корректироваться блоком управления и скорее всего либо близок к оптимальному, либо немного обогащен. Именно при помощи нагружных стендов измеряется момент и мощность двигателей согласно рекомендациям SAE.

В отличие от нагружного стенда, измерения на инерциальном стенде происходят в *динамических* условиях. Двигатель при этом постоянно работает в переходных режимах, а состав смеси и тепловой режим в камере сгорания может существенно отличаться от условий испытаний на нагружном стенде. Кроме того, из-за постоянно присутствующего углового ускорения во всех вращающихся элементах (особенно это касается маховика, колес и тормозных дисков) вносится дополнительная погрешность.

Поэтому мощность одного и того же автомобиля может отличаться при измерениях на нагружном и инерциальном стендах. По разным сведениям, разница в измерениях может составлять до 10%.

Что касается точности измерений, то при существующих технологиях производства и измерений, точность изготовления отдельных элементов стенда может превышать 0.01%, а точность измерения некоторых датчиков – 0.001%. Суммарная погрешность откалиброванного стенда составляет обычно не более 0.5%. Оба типа стендов обеспечивают хорошую повторяемость результатов при правильной настройке.

Какой из стендов «лучше» ответить невозможно. С точки зрения автора, инерциальный стенд может быть несколько предпочтительней по показателю цена/эффективность и более реального моделирования динамических характеристик автомобиля.

Кроме того, существуют динамометры, работающие как инерциальным, так и нагружным методом, как, например модель «INERTIAL 700 CAR 4x4» производства SOFT ENGINE (www.soft-engine.com):



Вопрос 2.

Существует какой-либо коэффициент для взаимного пересчета показаний нагружного и инерциального стендов? Как сравнивать их результаты?

Ответ 2.

Если кратко – 1) нет, 2) никак.

См. ответ на вопрос №1. Результаты измерений на инерциальном и нагружном стендах никак между собой несопоставимы. Обычно на практике инерциальный стенд показывает несколько более высокую мощность на колесах, чем нагружной. Разница может доходить до 10%.

Поэтому если Вы используете динамометрический стенд для настройки автомобиля в процессе тюнинга – просто выберите для себя подходящий стенд и пользуйтесь только им для повторяемости результатов.

Постарайтесь также производить замеры при одинаковых условиях (температура воздуха - +10...20°C, низкая влажность, одинаковое давление в шинах, те же углы схода/развала колес и т.п.).

Вопрос 3.

Так можно все-таки как-нибудь измерить потери мощности в трансмиссии при использовании колесного динамометрического стенда? Как узнать мощность на маховике?

Ответ 3.

1) Нет. 2) Никак.

Для этого нужен специальный стенд, где можно измерить отдельно КПД/потери трансмиссии. Для этого нужно будет частично разбирать моторный отсек.

В качестве эмпирических можно использовать следующие коэффициенты потерь в трансмиссии:

- 10% для переднеприводных автомобилей с РКПП
- 12% для заднеприводных автомобилей с РКПП
- 15-17% для полноприводных автомобилей с РКПП

Не забывайте, что потери энергии в трансмиссии зависят от многих факторов, в том числе от:

- типа и размерности шин
- давления в шинах
- углов схода/развала колес
- вязкости масла в КПП
- технического состояния элементов подвески и трансмиссии
- и т.д.

Если Вы хотите точно измерить мощность на маховике двигателя, Вам придется демонтировать двигатель и замерить его на специальном стенде.

Вопрос 4.

Тогда зачем вообще все это нужно, если я не могу определить мощность двигателя после супер-пупер-тюнинга стоимостью столько-то тысяч долларов?

Ответ 4.

Сначала задайте себе вопрос – а зачем это Вам? Ведь динамические характеристики автомобиля зависят исключительно от момента (мощности), которую Вам удалось в результате передать на колеса. Абсолютно неважно, какая у Вас мощность двигателя на маховике, если только 50% ее дойдет до дороги. Тем более, что мощность на маховике прямо пропорциональна мощности на колесах, просто обычно неизвестен точно коэффициент пересчета.

Мощность на колесах служит неплохим интегральным показателем работ, проведенных над машиной. Это также весьма удобный инструмент для настройки системы управления двигателем. Не всегда можно позволить себе проверять каждый этап постройки двигателя выездом на трассу или соревнования по драг-рейсингу. Колесный динамометр позволяет в течение 5 минут оценить достигнутые вами успехи и общую эффективность того или иного изменения в конструкции автомобиля.

Замер мощности самого двигателя на специальном стенде обойдется Вам во много раз дороже и займет несколько дней.

Вопрос 5.

А вот я слышал, что потери в трансмиссии могут достигать 25-30% от мощности двигателя? Когда я замерял мой автомобиль в мне сказали, что потери в трансмиссии у меня 30% и мощность на маховике у меня равна ... л.с.!

Ответ 5.

Прочитайте еще раз ответ на вопрос №4 и спросите себя – важно ли Вам это? Что изменилось бы от того, что на самом деле потери в трансмиссии были бы 0%, а фактическая мощность на маховике равнялась бы колесной?

Если же вернуться к вопросу №5, я бы советовал бежать от этой компании/механика как можно скорее. Если бы потери в трансмиссии составляли действительно 25-30% от мощности двигателя, в трансмиссии автомобиля мощностью 400 л.с. выделялось бы 75-90 кВт в секунду. Это огромное количество тепла, которое не выдержала бы практически никакая стандартная трансмиссия. На практике, эта цифра должна быть где-то в диапазоне, указанном выше, в ответе на вопрос №3.

Многие операторы мощностных стендов завышают эту цифру не со зла или по незнанию, а для того, чтобы угодить клиенту и дать ему чувство гордости на свою машину. На самом же деле, Вы должны понимать, что измерить мощность на маховике при использовании колесного стенда нельзя. Так что пользуйтесь той цифрой, которой Вы можете доверять, а именно – фактически измеренной мощностью на колесах. Остальное – от лукавого ☺.