

# Технология современной диагностики на колесном мощностном стенде.

дата публікації: 2017.07.12



**Технология современной диагностики на колесном мощностном стенде. Типичные заблуждения. Как провести диагностику мощности двигателя достоверно и качественно, можно ли добиться одинаковых результатов при повторных проверках. В этой статье мы объясним технологию процесса и укажем основные моменты, на которые стоит обращать внимание.**

Закон Мэрфи при измерениях гласит, что чем больше раз повторяешь измерение, тем больше могут разниться результаты. Поэтому любой результат измерения нужно подвергать сомнению. Это, конечно же, работает и для измерения мощности спортивных автомобилей.

## **Проверка Porsche 911 Turbo S как иллюстрация процесса**

Так как все наши измерения затрагивают производителей напрямую, даже небольшие ошибки и отклонения в измерениях не остаются без внимания. Так произошло и весной 2014 года в Вайсахе (Германия): на диагностике Porsche 911 Turbo S нам пришлось дать много разъяснений. Стенд МАНА показал мощность автомобиля 607 лошадиных сил вместо заявленных 560 – значительное отклонение в 8,4 %.

Результаты измерений нашего стенда ранее никогда не подвергались сомнению. Но для нас не существует результатов, которые можно просто проигнорировать. Представители Porsche настаивали на объяснении, и мы воспользовались данной ситуацией, как поводом еще раз публично разъяснить технологию измерений.

Нам предстояло ответить на 4 вопроса: Как функционируют роликовые стенды? На что следует обратить внимание в ходе диагностики? Откуда могут взяться ошибки? И действительно ли мощность Porsche выше, чем заявлено в документах или была допущена ошибка в измерениях?

**Знаете ли вы, как выглядит извержение вулкана вблизи?**

Начнем нашу историю с сотворения мира: как же функционирует колесный мощностной стенд? Майкл Пляйнис, эксперт по работе мощностных стендов компании МАХА, устанавливает Porsche 911 Turbo S на стенд для проверки. Всем надеть защитные очки, вставить беруши – сейчас начнется измерение, и, самое главное, никто не должен находиться позади автомобиля, так как если в протекторе остались мелкие камешки, то они вылетят со скоростью 300 км/час.

Думаете, это звучит слишком зловеще? Напротив! Тот, кто хоть однажды присутствовал на мощностном измерении, знает, что это грандиозное зрелище: ускорение с начальной скорости в 50 км/час до максимальной происходит таким образом, что кажется, как будто рядом с тобой начинается извержение вулкана. Бешеное вращение колес, рев мотора, разгон роликов – все это в нарастающем режиме со всей какофонией визжащих, грохочущих и свистящих звуков, и на самом пике измерения уже хочется сделать несколько шагов назад.

Крепежные ремни напряжены до предела, бешеная мощь ускоряющегося автомобиля чувствуется еще грандиознее, чем когда разгоняешься сам, сидя за рулем спорткара. Страшно даже подумать, что будет, если бы лопнула шина у машины. Но всего через 30 секунд уже преодолен пик измерения, и всё действие начинает затихать, хотя измерение все еще продолжается во время снижения скорости.

### **Два вида роликовых стендов**

Два часа спустя Майкл Пляйнис разъясняет текущую ситуацию на рынке мощностных стендов. Основу роликового стенда составляют электродинамические тормоза, которые, благодаря электромагнитной силе, передают противоположно направленный момент к колесу, находящемуся на ролике, – так происходит затормаживание автомобиля и создается нагрузка на двигатель.

На практике существуют два вида роликовых стендов: с двумя роликами под колесом (давайте назовем twin-roller стендами) и монороликовые (single-roller) стенды. Вопрос о том, какие из них более современны и эффективны, давно решен: будущее, конечно же, за монороликовыми стендами! Это однозначное мнение Майкла Пляйниса.

В чем же различия? В twin-roller стенде колеса автомобиля вращаются на двух роликах, на поддерживающем и на тормозном ролике, их диаметр меньше, чем диаметр у монороликового стенда, который часто достигает величины до 1 метра. Какие же недостатки у twin-roller стенда?

К сожалению, процесс езды на двух роликах едва ли приближен к реальным условиям. Так как спорткары имеют большую мощность, скорее всего возможен эффект проскальзывания. А проскальзывание роликов это огромный пласт проблем, когда речь заходит об измерении мощности. «Для минимизации проскальзывания колес на роликах twin-roller стенда приходится идти на разные ухищрения для увеличения сцепления колеса с роликами, например, дополнительно нагружать автомобиль или давать нагрузку на ведущую ось, увеличения коэффициента сцепления также можно добиться, опрыскав протектор колеса, например, всем хорошо известным составом WD 40», – объясняет Пляйнис. Более высокий коэффициент сцепления между роликами и колесами не означает, однако же, что будут компенсированы потери измерений мощности колеса.

### **Меньше проскальзывания на монороликовом стенде**

И все-таки, будущее принадлежит монороликовым стендам, где колесо движется по верхней поверхности большого ролика. «Такое качество соответствует реальному процессу езды, практически не возникают нежелательные нагрузки на шины и приводной агрегат», – объясняет Пляйнис. Баланс сил между колесом и роликом значительно лучше, деформация протектора меньше, что, в конечном итоге, приводит к тому, что температура нагрева шин не превышает 65 градусов.

Монороликовые мощностные стенды модельного ряда MSR от МАХА обеспечивают скорость

испытаний до 320 км/ч и могут замерять мощность на каждой оси до 1100 кВт (1500 л.с.) при продолжительно действующей нагрузке. Полноприводные версии стенда состоят из переднего и заднего агрегатов с 30 дюймовыми (76 см) роликами; на каждом из агрегатов установлены один или два электродинамических тормоза и электродвигатель 40 кВт. Посредством этих двигателей при помощи электронной системы управления обеспечивается синхронизация вращения роликовых агрегатов с погрешностью менее 1%.



Хватит сухой теории. Как должно проходить правильное измерение в реальной жизни? Для начала необходимо тщательно проверить

диагностируемый автомобиль и убедиться в отсутствии утечек и герметичности агрегатов. Особое внимание стоит обратить на шины, так как на них ложится основная нагрузка во время диагностики. Шины должны соответствовать мощности автомобиля, должно быть правильное давление в шинах, угол развал колес не должен быть завышен, так как это негативно скажется на диагностике.

Некоторые вещи, которые являются само собой разумеющимися, следует все же еще раз озвучить: качество топлива и его температура также важны при проведении измерения. Если в нем мало октановое число и оно к тому же теплое, все это может негативно сказаться на измерении. Двигателю также необходимо остыть перед измерением, так как после езды по городу или гонкам по автобану обычно он может быть склонен к детонации, что, конечно же, будет гаситься защитными механизмами автомобиля и, опять же, негативно скажется на результатах диагностики.

Резюмируя все вышесказанное можно сказать коротко - надо правильно подготовить автомобиль к измерению!

### **Корректировка референтных значений**

Для спортивных машин проводится дополнительное снятие показаний с приборов, которое не относится напрямую к диагностике мощности. При помощи OBD модуля (Onboard-диагностика) можно получить такие референтные значения как температура и давление впускаемого воздуха, которые также можно учесть при диагностике.

«Таким образом, мы можем работать с корректными данными, - объясняет Моритц Мюллер, ответственный за проведение мощностных испытаний на МАХА - Если температура впускаемого воздуха при скорости 200 км/час составляет 50 градусов Цельсия, тогда нам необходимо задать аналогичные параметры и на испытательном стенде, чтобы получить корректные результаты». Для этого получают такие значения с атмосферных двигателей как положение дроссельной заслонки, угол зажигания, частота вращения. Зная все эти показатели легче выбрать правильную передачу для измерения.

«Измерение происходит на повышенной передаче, но начиная с такого количества оборотов, чтобы ускоряться с 50 км/час», - объясняет Моритц Мюллер. В модели Porsche 911 Turbo S оптимальной для измерения является пятая передача, которая идеально позволяет разогнаться от 50 до 240 км/час.

Далее, после осмотра и снятия параметров автомобиля, его необходимо закрепить ремнями

таким образом, чтобы его расположение было оптимальным на стенде. Во время пробной прокатки проверяется, насколько правильно автомобиль установлен и закреплен на стенде, а также выбираются основные параметры в программе компьютера - такие как межколесное расстояние или ожидаемая мощность.

### **Может ли человек проводящий диагностику повлиять своими действиями на результат измерения?**

В Porsche 911 Turbo S с паспортной мощностью 560 л.с. показатель ускорения составляет 2,0 м/с<sup>2</sup>, что как раз соответствует возможности ускорения для данного вида ТС. Далее необходимо выбрать значение маховых масс, для 19 дюймовых колес в нашем случае это значение равно 80 килограммам.

Само измерение проходит в два этапа: сначала по значению ускорения измеряется мощность колеса. Если во время измерения достигнута предельная колесная мощность, тогда выключается передача (или в автоматических коробках селектор ставится на N) и далее во время замедления замеряется мощность механических потерь. Надо особо отметить что очень важна правильно выбранная передача, на которой ведутся измерения.

Во-первых, автомобиль должен плавно разогнаться до 50 км/час. В автоматических коробках передач на каждую передачу приходится определенный диапазон скорости и количество оборотов, которого необходимо придерживаться, иначе передачи сами будут автоматически переключаться в нужный режим. В отличие от распространенного мнения, у человека, проводящего диагностику мощности, не так много возможности как-то повлиять на ход измерения.

Во-вторых, во время диагностики нельзя превышать максимально допустимую скорость на стенде. Для большинства стендов этот показатель равен 300 км/час.

Как поясняет Майкл Пляйнис: «Самое главное для проводящего диагностику - это произвести плавное ускорение до необходимой для начала измерения скорости. Но это не значит, что нужно нажать полный газ и затем отпустить педаль, так как это вызовет автоматический переход на нижние передачи. Ускорение доходит до верхнего значения оборотов и далее в работу вступает мощностной стенд. Поэтому проверяющий не может повлиять на результаты измерений никаким образом».

### **Сложение мощности на колесе и мощности механических потерь дает мощность двигателя**

При замедлении хода, когда происходит измерение мощности механических потерь, теоретически диагност мог бы помочь, нажимая на тормоз, и изменить результат измерения. «Но это сразу же будет заметно, - говорит Майкл Пляйнис - Так как кривая мощности механических потерь должна иметь параболическую форму, не получится при воздействии

параллельной тормозящей силы уменьшит мощность, но по-прежнему типичный вид кривой»

Сложение мощности на колесах (колесной мощности) и мощности механических потерь дает мощность двигателя. Как так?

«Мощность - это произведение массы на ускорение и на скорость, - объясняет Майкл Пляйнис - У нас присутствуют массовые доли как автомобиля, так и стенда. Мощностной стенд и автомобиль во время измерения выглядят как сэндвич:



двигатель должен воздействовать на оба объекта и все массы являются для него нагрузкой. Нагрузка на тормоза роликов является статической долей, к тому же необходимо принимать во внимание и динамическую часть в виде инерционной массы роликов, которые необходимо также разогнать».

### **Главнейший враг измерения - это проскальзывание**

Итак: на роликовом стенде трансмиссия автомобиля и вращающиеся компоненты стенда приносят в измерение часть потерь, так как нагружают двигатель автомобиля во время измерения колесной мощности. Эти статические и динамические потери проявляются в мощности механических потерь. Мощность двигателя возникает в результате сложения колесной мощности и мощности механических потерь

Понятия колесной мощности и мощности механических потерь всегда смущают, многие получив измеренную колесную мощность сразу же считают это значение за действительную мощность. Но это неверно. Автомобиль и мощностной стенд, как уже говорилось ранее, образуют одно целое: если убрать машину со стенда, то мы также уберем воздействие массы и связанные с этим потери. Поэтому нам необходимо также замерять и потери, чтобы учесть их при расчетах.

Современные стенды могут достоверно и на протяжении всего измерения замерять потери, при соблюдении, конечно же, всех предписаний. Какие же это условия? Во-первых, те, которые зависят от организации самого диагностического процесса. Во - вторых, есть такие условия, которые прописаны на законодательном уровне.

Самый большой враг измерения - это проскальзывание. «В спортивных автомобилях всегда будет возникать проскальзывание, - объясняет Майкл Пляйнис - и особенно при максимальной нагрузке на турбодвигатели. Но если данный показатель остается в рамках 6-8 %, это можно не учитывать».

Второй аспект состоит в том, что испытания должны проходить только в условиях приближенным к реальным. Если автомобиль разгоняется до 200 км/час, но не происходит никакого охлаждения, измерение теряет всякий смысл.

### **50.000 кубических метров в час как нижняя граница**

«Охлаждение - это основа основ измерений, особенно при наличии турбомоторов», - говорит Майкл Пляйнис. Окружающий воздух должен охлаждаться, как если бы это были реальные условия, также масляный радиатор и радиатор жидкостного охлаждения должны хорошо

обдуваться. Воздух должен также проходить и через двигатель, так как коробке передач нужно также соответствующее охлаждение.

«При перегреве увеличивается температура впускаемого воздуха и электроника сразу же снижает мощность», - объясняет Пляйнис. Удивительно: иногда все показатели двигателя совпадают, а результат измерений нет, что как раз и происходит из-за слишком высоких температур для блока управления коробкой передач. И, как следствие, бортовой компьютер понижает и мощность. «Часто в автомобилях с V-образными двигателями коробка передач расположена так, что ее нагрев еще более ощутим», - говорит Пляйнис.

Если автомобиль к тому же еще и с низкой посадкой, то воздействие окружающих масс еще выше и охлаждение находится практически на нуле. Очень важно наличие вентилятора системы охлаждения непосредственно перед автомобилем: «Необходимо стремиться к обдуву с расходом в 50 000 кубометров в час со скоростью 130 - 140 км/ч - такова нижняя граница для спорткаров, - продолжает Майкл Пляйнис. - Верхней же границы не существует. 90 000 или 150 000 м<sup>3</sup>/час со скоростью обдува вплоть до 200 км/час - даже этими показателями сегодня не удивишь. Только счетчик электрической энергии будет сильнее крутиться». Профессионалы давно уже используют модульные системы вентиляции, которые можно устанавливать и варьировать в зависимости от потребностей.

Но не следует забывать еще и о внешних факторах, таких как давление воздуха, окружающая температура воздуха - их тоже необходимо принимать во внимание. Некоторые из данных показателей регулируются на законодательном уровне.

«Наши стенды оборудованы модулем контроля окружающей среды, который фиксирует данные показатели, а также температуру воздуха обдува, - объясняет Пляйнис. - Такие нормы, как атмосферное давление, температура в помещении, влажность отражены в нормативном акте ЕС 80/1269».

### Когда встречаются старые нормы и современная техника

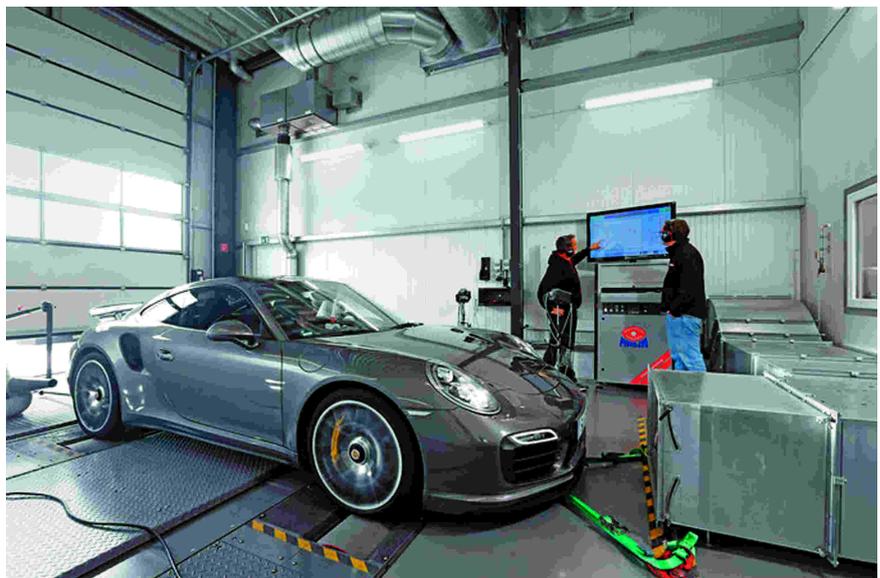
Эти нормы появились еще в 1980-е и были разработаны для двигателей, у которых еще не было универсальных характеристик. В то время параметры окружающей среды (давление и температура воздуха на входе) сильно влияли на работу двигателя.

Приходилось делать расчеты в зависимости от того, где стоит стенд. «На сегодняшний момент двигатели производятся с программным управлением, которые нивелируют такие факторы», - говорит Пляйнис.

«К тому же программное обеспечение автомобиля заботится и об остальных величинах, таких, например, как показатели выбросов. Конечно же, корректировки должны быть минимальными».

Температура в помещении, в котором проходит измерение должна быть от 20 до 25 градусов выше нуля. Если данный показатель будет соблюден, то корректировки будут минимальными. Важно учесть и фактор давления воздуха, который зависит от высоты расположения над уровнем моря. На этот фактор повлиять гораздо сложнее, только если делать очень толстые стены и «нагнетать» воздух.

Чисто теоретически, мощность должна уменьшаться на 1% при увеличении высоты на каждые 100 метров. При норме погрешности в 2% для данного показателя изменение высоты на 700



метров может дать погрешность в 7%, что уже ощутимо.

### Минимальное отклонение в 3,6 лошадиные силы в Porsche 911 Turbo S

И теперь мы логически пришли к тому вопросу, с которого мы начали, а именно к нашему измерению мощности Porsche 911 Turbo S. Измерение проходило в Хальденванге на территории завода МАХА, а не в Штутгарте. Хальденванг находится на высоте 757 метров над уровнем моря, поэтому должна быть внесена поправка в измерение. Проблема лишь в том, что двигатели автомобилей Порше самостоятельно корректируют свою работу в зависимости от высоты и давления вплоть до 1000 метров над уровнем моря. Каким образом? «В двигателе установлен датчик давления, который распознает высоту», - объясняет Кристиан Кунде, начальник департамента Порше по двигателям и зажиганию.

Электронный блок управления с точностью определяет, какое давление необходимо для крутящего момента в каждой ситуации. Все корректировки осуществляются системой турбокомпрессоров. Нагнетателю требуется большее количество оборотов, чтобы создать давление на большей высоте и большее количество воздуха должно быть сгенерировано турбинами - все это регулируется автоматически.

Моритц Мартин, руководитель отдела по работе с блоками оппозитных двигателей на Порше добавляет: «При проведении теста Porsche 911 Turbo S мы получили неверные результаты, так как при измерении не было учтено, что мы имеем дело с турбодвигателем, а не с атмосферным двигателем. В современных турбодвигателях все корректировки вносятся автоматически и не зависят от разницы в давлении воздуха или высот».



Итак, все свелось к тому, что ошибка в измерении была лишь из-за двойной корректировки. Первая была произведена автоматически самим автомобилем, вторая, согласно устаревшим нормам, произведена самим диагностом. В итоге, была произведена двойная корректировка высот над уровнем моря.

Дополнительные замеры без внесения корректур для Porsche 911 Turbo S на других стендах фирмы МАХА в Хальденванге, Штутгарте и Реклингхаузене ( все города расположены на

разных высотах) дали минимальный разброс отклонений в 3,6 лошадиные силы. Даже представители Порше были удивлены такому маленькому коридору отклонения при измерениях.

Аналогичные замеры и тестирования действительны для БМВ и Ауди. Итог: мощностной стенд МАХА замеряет все полностью правильно, самое главное с умом подойти к процессу измерения.

По материалам немецкого журнала **Auto, Motor, Sport (16/02/2016)**

"Сучасна Автомайстерня" № 5 ( 102 ) 2016

Джерело: