

Основные условия организации работы мощностного стенда

дата публікації: 2017.01.25



Высококачественное диагностическое оборудование для проведения мощностных и экологических испытаний требует некоторых базовых условий для того, чтобы быть в состоянии выдавать точные и воспроизводимые результаты испытаний в сочетании с приемлемым уровнем эксплуатационной безопасности.

Конструкционные условия для установки современных колесных мощностных стендов могут быть столь же различны, как и различны их возможные применения. В самом простом варианте, динамометр состоит из одного роликового агрегата, который крепится к полу в испытательном помещении без каких-либо дополнительных структурных изменений (напольный монтаж стенда).

Для заезда на стенд должны быть предусмотрены соответствующим образом сконструированные рампы (пандусы). Напольные динамометры с одним роликовым агрегатом могут быть сравнительно легко интегрированы в существующую среду. Поэтому они пригодны для пользователей, которые, например, хотят оставаться гибкими с точки зрения пространства или по другим причинам желают избежать дополнительных затрат на изготовление фундамента для динамометра.

Для монтажа мощностных стендов вровень с полом необходима подготовка фундамента. В зависимости от конструктивных условий, выбор установки динамометра вровень с полом, помимо более высоких капитальных затрат, также требует долгосрочного планирования.

Напольный мощный стенд обладает высокой мобильностью, что позволяет устраивать выездные мощностные испытания.



В обоих случаях, рынок дает возможность адаптировать динамометр к конкретным требованиям, не требуя дорогостоящих индивидуальных конструкций с помощью подходящей комбинации готовых компонентов. Возможности для индивидуальных решений, однако, не имеют практически никаких ограничений и, в частности, в промышленном секторе, часто приводят к дорогим нестандартным решениям. Здесь универсальные структурные требования могут быть сформулированы очень ограниченно.

Основательная подготовка: роликовый агрегат, монтируемый вровень с полом, требует изготовления фундамента.



В любом случае, функционирование динамометра будет действительно разумным и логичным, если пользователь понимает, что для таких видов измерения нужно не только установить динамометр - что профессиональная работа с современными процедурами мощностных и экологических испытаний означает, что взаимодействие между динамометром и транспортным средством следует рассматривать в качестве взаимозависимой термодинамической системы, т.е. температура в диагностическом помещении имеет большое значение для получения качественных результатов испытаний.

Мощностной стенд на канаву: динамометр для коммерческого транспорта с гидравлическим нагружающим устройством. На переднем плане экраны для защиты от вылетающих из-под колес частиц.



Адекватная система вентиляции, а в некоторых случаях и кондиционирования помещения, где установлен динамометр, может легко удвоить бюджет инвестирования. Однако, было бы контрпродуктивно пренебрегать этим чрезвычайно важным аспектом. Это происходит потому, что, как уже было подчеркнуто во многих опубликованных работах и материалах, современные системы управления двигателем очень чувствительны к условиям окружающей среды во время мощностных измерений. Обратите внимание на расположенный рядом образец распечатки мощностных испытания двигателя, работающего по циклу Отто, ясно представляющий описываемую проблему.

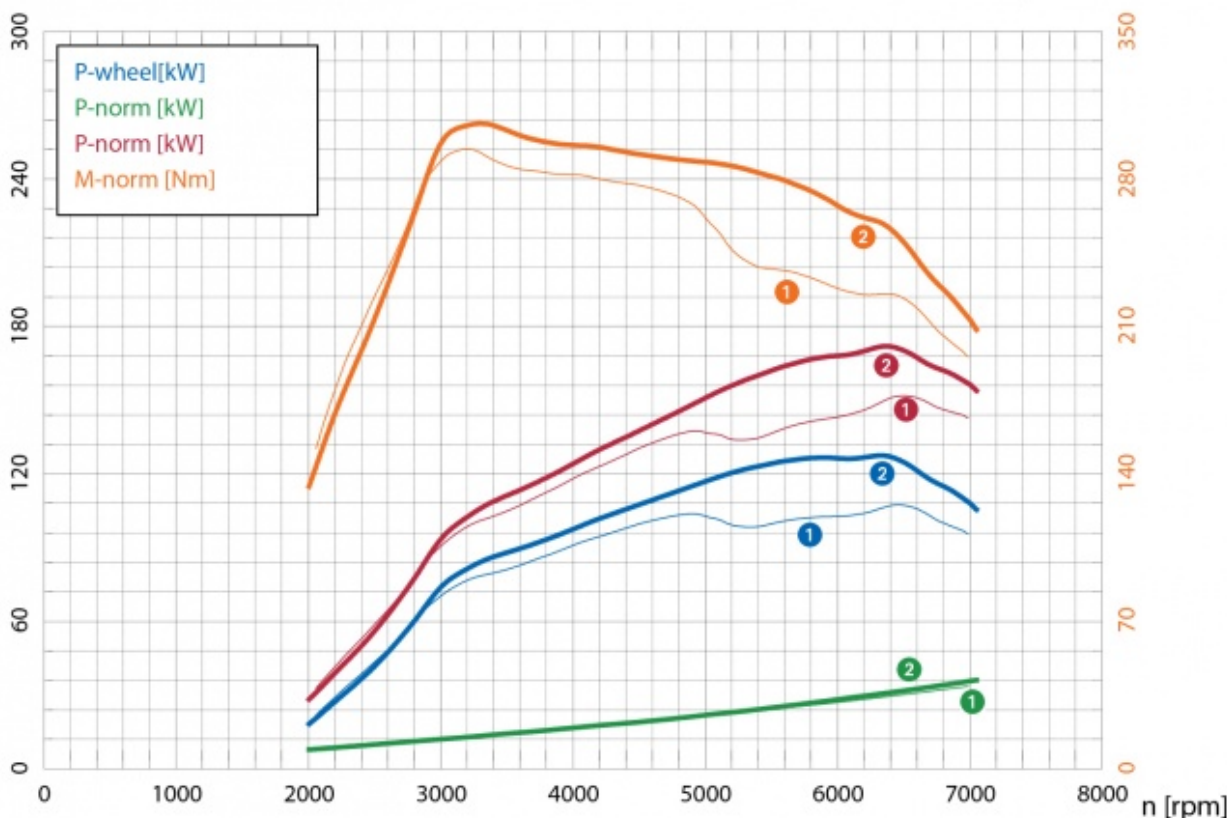
Vehicle type: Audi S3 165 KW
 Identification:
 Person conducting the test:

Otto engine / Turbo charger (air-cooled)
 Manual transmission
 LPS 3000

- ❶ Слишком высокая температура воздуха на впуске 48-62 °C
- ❷ Нормальная температура воздуха на впуске 25-52 °C



Date of measurement:



Power data

Corrected power ¹⁾	P_{Norm}	171.8 kW	/	233.6 PS
Engine power	P_{Eng}	157.9 kW	/	214.7 PS
Wheel power	P_{Wheel}	127.3 kW	/	173.1 PS
Drag power	P_{Drag}	30.5 kW	/	41.5 PS
Max. power at		6350 rpm	/	153.4 km/h
Torque ¹⁾	M_{Norm}	306.1 Nm		
Max. torque		3290 rpm	/	79.4 km/h
Max. attained rpm		7050 rpm	/	170.4 km/h

1) Correction acc. to EEC 80/1269, Correction factors: $Q_p = 0,00\%$

Ambient data

Ambient temperature	$T_{Ambient}$	27.4 °C
Intake air temperature	T_{Intake}	26.2 °C
Relative humidity	H_{Air}	40.7 %
Air pressure	p_{Air}	939.4 hPa
Steam pressure	p_{Steam}	--- hPa
Oil temperature	T_{Oil}	--- °C
Fuel temperature	T_{Fuel}	--- °C

Slip

Unloaded velocity	$V_{Unloaded}$	--- km/h
Unloaded rpm	$n_{Unloaded}$	--- rpm
Velocity under full load	$V_{FullLoad}$	--- km/h
rpm under full load	$n_{FullLoad}$	--- rpm
Slip		--- %

Rotating mass

Mean deceleration Outlet 1	a_1	--- m/s ²
Mean braking force Outlet 1	F_1	--- N
Mean deceleration Outlet 2	a_2	--- m/s ²
Mean braking force Outlet 2	F_2	--- N
Force of rotating mass	$F_{Rot-Total}$	--- N
Total rotating mass	$m_{Rot-Total}$	320.0 kg
Rotating mass of dynamometer	$m_{Rot-Dyno}$	250.0 kg
Rotating mass of vehicle	$m_{Rot-Veh}$	70.0 kg

Помощь в принятии решений: Те, кто стремится к экономии при создании адекватной системы вентиляции, должны присмотреться к этим результатам. Современные двигатели чрезвычайно чувствительны к температуре.

Первый тест (тонкая линия) проводилась при особо неблагоприятных условиях: температура в помещении, где проводилось испытание, была относительно высокой, и интеркулер работал не идеально. В результате, температура всасываемого воздуха поднялась с 48 ° С до 62 ° С во время испытания. Система управления двигателем активировала защитные компоненты и тем самым снизила мощность двигателя. На распечатке это показано ясно видимым снижением мощности почти во всем диапазоне оборотов и реальным падением мощности примерно с 5000 об/мин. Второе испытание, при улучшенных температурных условиях (температура интеркулера от 25 ° С до 52 ° С), показывает, соответственно, другие результаты.

Половина дела: мощностные испытания без вентиляции

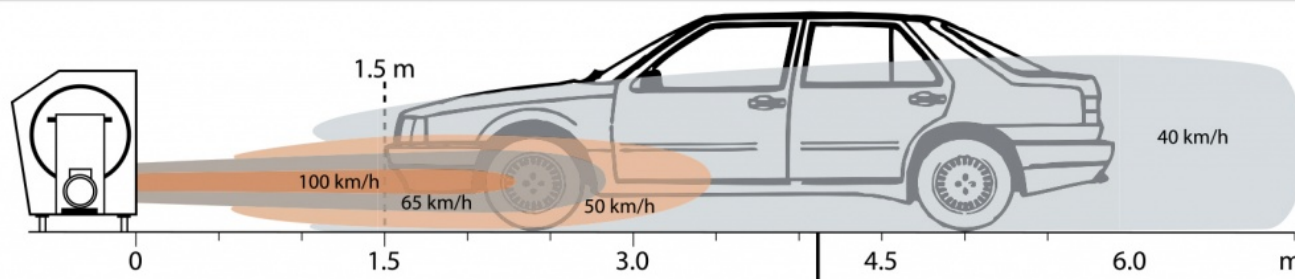
Неоптимальные температурные условия оказывают значительное негативное влияние на профессиональное мощностное испытание современной автомобильной техники и могут даже сделать его невозможным. Этот аспект мощностных испытаний нельзя игнорировать. Поэтому пояснения касающиеся вентиляции имеют решающее значение для качества результатов испытаний.

В любом случае, пользователи, которые используют свои динамометры без соответствующей системы вентиляции иногда или только для измерения старых транспортных средств должны спросить себя, действительно ли такое применение оборудования дает правильные результаты с учетом сделанных инвестиций. Это очень важный вопрос, который нельзя игнорировать.

4.1. Вентиляция

Помещение, в котором установлен мощный стенд должно соответствовать требованиям, установленным законодательством для автообслуживающих предприятий. Кроме того, достаточный приток свежего воздуха и вентканалы соответствующих размеров, в частности, имеют большое значение - не только для здоровья обслуживающего персонала, но и, прежде всего, для получения качественных результатов измерений. Как уже было отмечено выше, регулирующие устройства современных автомобилей автоматически уменьшают мощность двигателя в случае высокой температуры всасываемого воздуха, чтобы защитить чувствительные компоненты. Этот процесс может быть инициирован даже при температуре 50 ° С в непосредственной близости от датчика температуры всасываемого воздуха. Мощностное испытание в теплые летние дни без эффективной системы кондиционирования воздуха также может быть проблематичным для современных транспортных средств.

Расположение вентилятора охлаждения требует осторожного подхода для получения оптимального охлаждающего эффекта.



Грубая оценка теплового баланса помещения диагностики выявляет суть проблемы. Основным решающим фактором является энергия топлива. Возьмем энергию топлива за 100% и представим ее расход следующим образом:

P1 29% = мощность двигателя (механическая)

Эффективность во всем диапазоне частот вращения

P2 23% = тепловые потери через блок и компоненты двигателя

P3 20% = тепло, отводимое теплоносителем (передается через систему охлаждения автомобиля)

P4 14% = отвод тепла от поверхности выхлопной системы автомобиля

P5 14% = тепло, отводимое выхлопными газами

Поскольку P1 превращается в тепловую энергию с помощью электродинамического тормоза, то она, как правило, выбрасывается в помещение диагностики; в то время как P5, с другой стороны, удаляется с помощью системы удаления выхлопных газов, количество тепла выделяемого в помещении равно $P1 + P2 + P3 + P4$. Мощность двигателя, подлежащего испытанию, как правило, известна. Если принять ее за единицу, мы получаем следующие факторы:

P1 мощность двигателя	1
P2 тепловой поток поверхности блока цилиндров двигателя	0,8
P3 система охлаждения	0,7
P4 выхлопная система	0,5

В таком случае количество тепла, выделенное в помещение диагностики, составляет: $0,8 + 1 + 0,7 + 0,5 = 3$. Следовательно, количество энергии, произведенной двигателем, втроекратно аккумулируется в виде выделенного тепла.

Пример 1

P1 мощность двигателя	= 100 кВт
P2 тепловой поток поверхности блока цилиндров двигателя	$0,8 \cdot 100 = 80$ кВт
P3 система охлаждения	$0,7 \cdot 100 = 70$ кВт
P4 выхлопная система	$0,5 \cdot 100 = 50$ кВт

Тепловая нагрузка в помещении = 300 кВт

Если организовать отдельную схему отвода тепла от электродинамических тормозов (энергия P1), объемная тепловая нагрузка может быть значительно снижена. Таким образом, количество тепла в помещении диагностики будет $0,8 + 0,7 + 0,5 = 2$. В таком случае будет происходить двойное накопление энергии, выработанной двигателем, в виде тепла.

Пример 2

P2 тепловой поток поверхности блока цилиндров двигателя	$0,8 \cdot 100 = 80$ кВт
P3 система охлаждения	$0,7 \cdot 100 = 70$ кВт

P4 выхлопная система
кВт

$$0,5 \cdot 100 = 50$$

Тепловая нагрузка в помещении

$$= 200 \text{ кВт}$$

Типичный режим измерения максимальной мощности на стенде с беговыми барабанами длится в среднем 1,5 минуты для легковых автомобилей и от 3 до 4 минут для грузового транспорта. Затем, как правило, следует перерыв, в течение которого производятся регулировки и т.п. и автомобиль остывает.

В соответствии с правилами, действующими в Германии в настоящий момент, кратность обмена воздуха должна быть в пределах 10-15 раз в час для помещений с площадью до 100 м² от 5 до 8 раз в час в помещениях площадью более 100 м². Для этого требуется организовать воздушный поток мощностью около 5000 м³/ч для площади 100 м².

7.jpg

С учетом рассмотренного теплового баланса помещения диагностики, однако, этих величин определенно недостаточно. Наряду с размером помещения, в расчетах, безусловно, необходимо учитывать тепловую энергоемкость стен и других строительных конструкций. Кроме того очень большую роль играют естественно, мощность тестируемых двигателей, а также интенсивность и частота проведения испытаний. Что касается критической температуры всасываемого воздуха, оператор еще на стадии планирования должен также определить допустимое увеличение температуры в помещении.



Опыт показывает, что при полностью открытой дроссельной заслонке может быть достигнута мощность более чем 25000 м³/ч и скорость 90 км/ч охлаждающего потока воздуха. Также необходимо учесть, что из-за теплового излучения от выхлопной системы автомобиля, необходимо обеспечить достаточный поток охлаждающего воздуха под его днище.

8.jpg

Для целенаправленного охлаждения отдельных компонентов в подкапотном пространстве рекомендуется применять дополнительные мобильные вентиляторы, создающие узконаправленные воздушные потоки. Такие устройства особенно полезны при задне- или

среднемоторной компоновке автомобилей, когда фронтально расположенный вентилятор охлаждения не достаточен для обеспечения нужного температурного режима для, например, турбин.

Если, однако, именно такие автомобили планируется тестировать по большей части, то надо сразу при планировании помещения диагностики учитывать особенности системы вентиляции.



**Специальные решения для специальных требований:
Дополнительное охлаждение для высокомощного
заднемоторного автомобиля.**

4.2 Система удаления отработанных газов

Уровень выбросов в мощностных испытаниях зависит от проверяемого транспортного средства. Наиболее важными влияющими факторами являются объем двигателя и частота вращения, а также метод горения (принудительное зажигание или самовоспламенения).



Много горячего выхлопа: Системы удаления выхлопных газов при мощностных испытаниях должны отвечать значительно более высоким требованиям, чем в обычном сервисе.

Приведем общепринятое выражение для определения размеров систем удаления выхлопных газов:

$$V = 1,2 \cdot V_h \cdot 0,0363 \cdot n$$

V = требуемый объем удаления ($\text{м}^3/\text{ч}$)

V_h = объем двигателя автомобиля (л)

n = частота вращения испытуемого двигателя (мин-1)

0,0363 = коэффициент

1,2 = доля свежего воздуха составляет 20%

Обычно применяемые в автосервисах без динамометров системы удаления отработанных газов предназначена только для обычных экологических испытаний и сервисных работ и, поэтому, не подходят для мощностных испытаний. На практике они, как правило, рассчитываются следующим образом:

Легковой сервис. Зона ТО и ремонта	Легковой сервис. Диагностические станции и экологические посты	Грузовой сервис. Зона ТО и ремонта	Грузовой сервис. Диагностические станции и экологические посты
Диаметр шланга 100 мм	Диаметр шланга 150 мм	Диаметр шланга 125-150 мм	Диаметр шланга 200 мм
350-450 м ³ /ч	700-1200 м ³ /ч	700-1200 м ³ /ч	1700-2800 м ³ /ч

Пример расчетов по приведенной выше формуле:

Пример 1

Легковой автомобиль с двигателем объемом 3,0 л,

Сервисные работы со средним оборотами

до 3000 мин⁻¹

$$V = 3,0 \cdot 3000 \cdot 0,0363 \cdot 1,2$$

$$V = 392,04 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Пример 2

Тяжелый грузовой автомобиль с двигателем объемом 12,0 л,

Сервисные работы со средним оборотами

до 1500 мин⁻¹

$$V = 12,0 \cdot 1500 \cdot 0,0363 \cdot 1,2$$

$$V = 784,08 \text{ м}^3/\text{ч}$$

При мощностных испытаниях двигатели работают под большими нагрузками на высоких оборотах. Соответственно высока температура выхлопных газов и воздуха. Выхлопные газы, в основном, могут быть удалены с помощью шланговой системы с производительностью более 3000 м³/ч или при помощи встроенной подземной системы с подъемными газозаборными кожухами с производительностью около 10000 м³/ч. Поэтому для более точного расчета системы удаления отработанных газов при мощностных испытаниях применяют следующее выражение:

$$V_t = V_{ht} (\text{в } ^\circ \text{C: } 273 \text{ Кельвинов}) \cdot \lambda$$

λ = объемная эффективность, принимает значение от 0,85 (без турбонаддува) до приблизительно 1,9 (в зависимости от двигателя и производителя)

Пример 1

Легковой автомобиль, двигатель 5,547 л, 5000

мин⁻¹, температура 500 ° C,

$$\lambda = 1,0$$

$$V_t = 5547 \cdot 5000 \cdot 0,0363 \cdot 1,2$$

$$\cdot 500: 273 \cdot 1,0$$

$$V_t = 2212,71 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Пример 2

Грузовой автомобиль, двигатель 18,273 л,

2300 мин-1, температура 500 ° С,

$$\lambda = 1,5$$

$$V_t = 18273 \cdot 2300 \cdot 0,0363 \cdot 1.2$$

$$\cdot 500: 273 \cdot 1,5$$

$$V_t = 5029,49 \text{ м}^3/\text{ч}$$

Кроме того, система удаления отработанных газов должна соответствовать индивидуальным требованиям владельца стенда. К основным критериям здесь можно отнести, например, особенности конструкции здания, назначение и интенсивность использования мощностного стенда. Следует всегда уделять внимание соответствующей температурной стойкости элементов системы, в особенности ее гибких элементов – шлангов: резиновые шланги, применяемые в обычном сервисе не могут справиться с высокими температурами ОГ при мощностных испытаниях. Запрещается объединять системы удаления ОГ с системами удаления сварочных газов, подсоединять их к общему вытяжному вентилятору, так как в этом случае могут быть созданы огне- и взрывоопасные газовые смеси.

4.3 Звукоизоляция

При проведении мощностных испытаний на динамометрах создается значительный уровень шума. Часть времени автомобиль работает при полностью нажатой педали газа и перегазовках, также и шум, производимый шинами на роликах динамометра, значительно громче, чем на дороге и подвижные части самого динамометра тоже создают дополнительный шум. В силу всего сказанного, чтобы исключить нанесение вреда здоровью, при мощностных испытаниях следует применять устройства защиты органов слуха, одобренные для уровня шума 120 дБ (А) и выше.

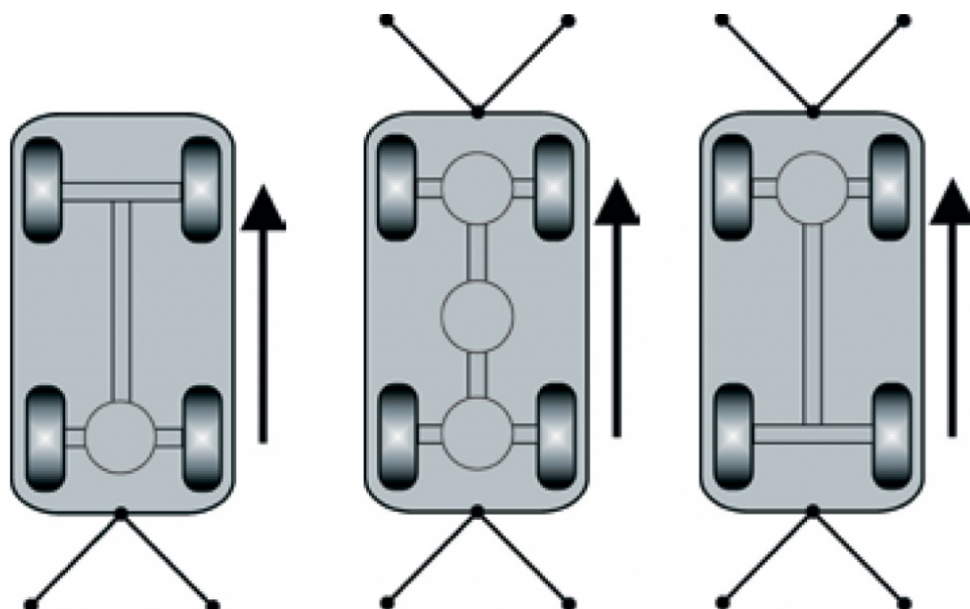
Меры эффективной шумоизоляции необходимо рассматривать и применять уже на стадии проектирования и монтажа динамометра. Решения необходимо принимать на базе рассмотрения и анализа широкого спектра вопросов: Какова конструкция здания? Какие технические решения необходимы, и какие из них могут быть реализованы? Например, создаваемый двигателем шум может передаваться через систему вентиляции или шум от вибрации конструкций может распространяться через фундамент. Поэтому существует большая разница, например, в каком здании расположен динамометр – бетонном или из металлоконструкций, или нужна ли шумозащита находящихся по соседству офисов или жилых помещений – все эти моменты необходимо принимать во внимание. Динамометр всегда должна быть абсолютно устойчиво установлен в своем фундаменте, поэтому он может быть акустически не изолирован при помощи виброамортизаторов или других похожих устройств. В связи с этим решающее значение на процессы передачи вибраций и корпусного шума на прочие конструкции здания приобретает материал, из которого сделаны фундамент и пол в помещении. Может быть, в некоторых случаях необходимым решением станет собственный фундамент для динамометра.

Идеальным местом для динамометра является отдельное здание с шумоизоляцией и системой удаления отработанных газов с достаточного размера глушителями. Наилучшим образом организованное рабочее место оператора – отдельная комната с возможностью управлять работой стенда и звукоизолированным окном в тестовое помещение.

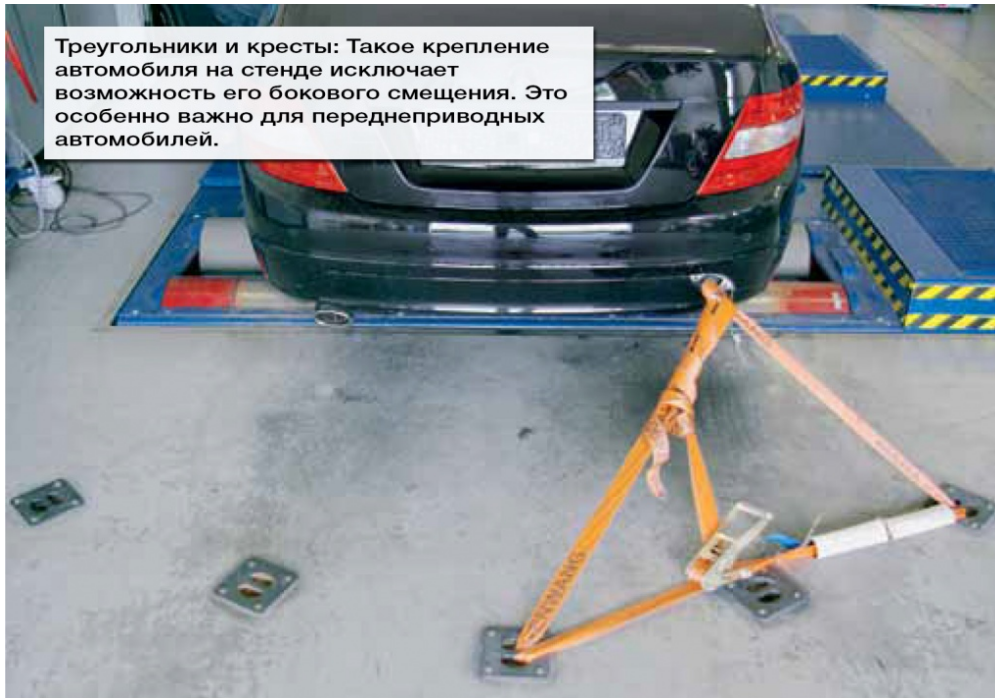


4.4 Безопасность автомобиля

Переднеприводные и полноприводные автомобили закрепляют в передней и задней части; автомобили с задним приводом, в основном закрепляют сзади.

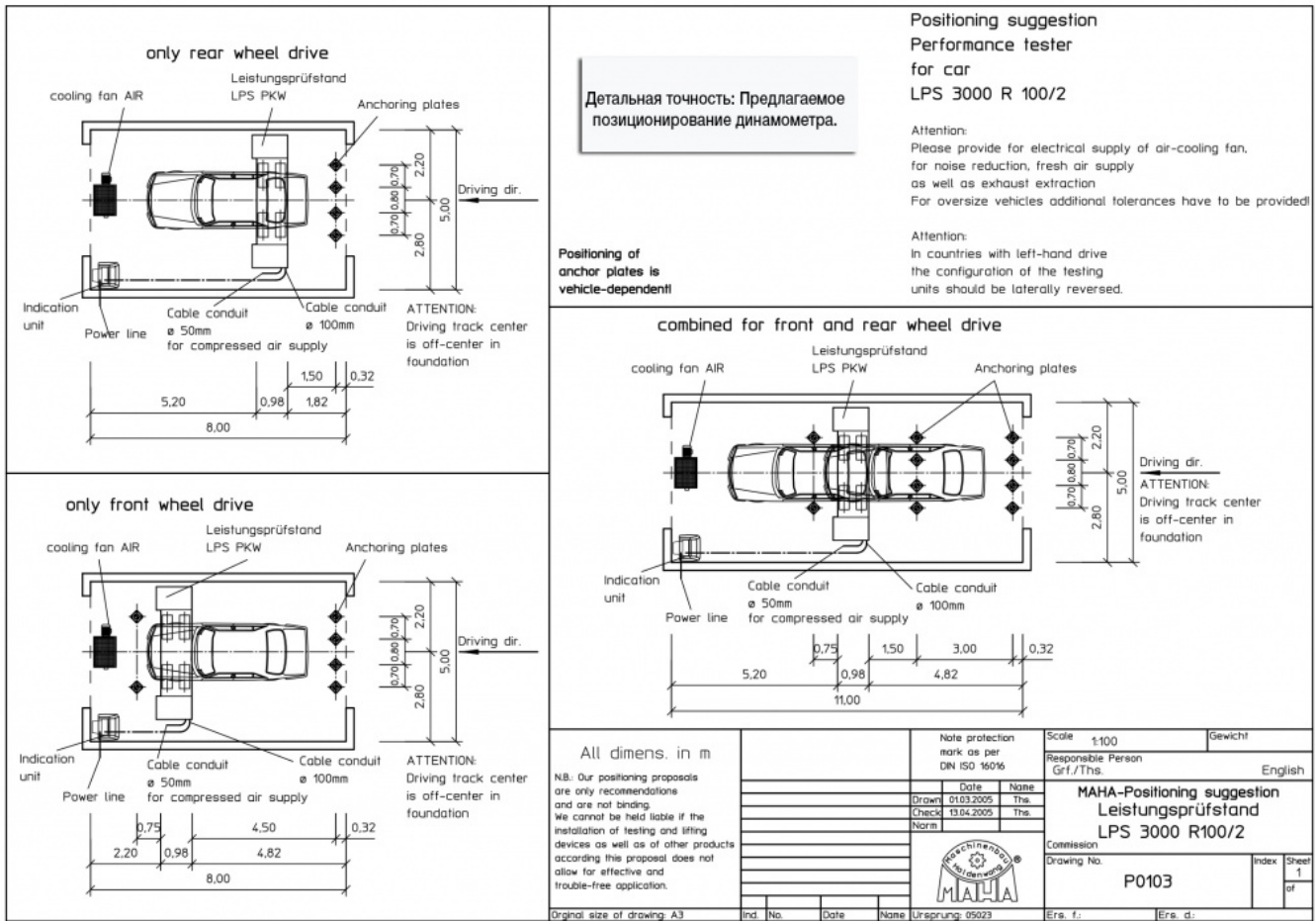


Для закрепления обычных легковых автомобилей применяют ремни с тяговым усилием не менее 2000 даН, которые устанавливаются на стандартные буксировочные устройства автомобиля. На монороликовых динамометрах автомобили должны фиксироваться за жесткие неподвижные части осей.



Удерживающие стропы должны иметь достаточное натяжение, но при этом не тянуть автомобиль вниз. Ремней с открытыми крючками следует избегать, поскольку они могут ослабнуть при проведении измерений. Не оставляйте свободными концы ремней, поток охлаждающего воздуха может затянуть их под колеса или в ролики стенда.

Ремни также могут быть повреждены горячими выхлопными газами или частями глушителей, поэтому необходимо при выборе места установки ремней нужно предусмотреть достаточное безопасное расстояние. На монороликовых стендах автомобили должны быть установлены очень точно и надежно, поэтому для фиксации в задней части применяют только стальные цепи или тросы, а спереди - мощные ремни. Для крепления строповочной системы к полу помещения уже на стадии проектирования необходимо определить оптимальное расположение анкерных точек с учетом расстояния до точек фиксации на автомобиле. Для динамометров с приводом на одну ось расположение точек фиксации для передне- и заднеприводных автомобилей отличается на несколько метров (см. чертеж ниже).



Джерело: <https://automaster.net.ua/drukujpdf/artukul/49747>