

Московский государственный технический университет
имени Н.Э. Баумана

А.Н. Вержбицкий

ПОКАЗАТЕЛИ МАСС АВТОМОБИЛЕЙ

*Методические указания к выполнению лабораторных работ
и домашнего задания по курсам
«Основы научных исследований и испытаний автомобилей»
и «Основы научных исследований и испытаний колесных
машин»*

Москва
Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана
2009

УДК 629.1131/.115

ББК 39.33

В31

Рецензент *Б.А. Афанасьев*

Вержбицкий А.Н.

В31

Показатели масс автомобилей : метод. указания к выполнению лабораторных работ и домашнего задания по курсам «Основы научных исследований и испытаний автомобилей» и «Основы научных исследований и испытаний колесных машин» / А.Н. Вержбицкий. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009. – 40 с. : ил.

Методические указания содержат описание порядка проведения и методики обработки результатов лабораторной работы по измерениям показателей масс, поперечной устойчивости и координат центра масс автомобилей (колесных машин). Приведена методика оценки погрешности результатов в зависимости от количества опытов. Числовой пример результатов обработки взвешивания автомобиля служит методической основой для выполнения домашнего задания.

Для студентов 5-го курса специальностей «Автомобилестроение и тракторостроение» и «Многоцелевые гусеничные и колесные машины», изучающих курсы «Основы научных исследований и испытаний автомобилей» и «Основы научных исследований и испытаний колесных машин».

УДК 629.1131/.115

ББК 39.33

Данные методические указания по курсам «Основы научных исследований и испытаний автомобилей» и «Основы научных исследований и испытаний колесных машин» содержат описание порядка проведения лабораторной работы по измерению масс, определению координат центра масс и показателей поперечной устойчивости автомобилей (колесных машин). Приведена методика обработки результатов лабораторных измерений, оценки погрешности результатов, обоснования количества опытов. Числовой пример результатов обработки проведенного взвешивания автомобиля служит методической основой для выполнения домашнего задания.

1. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Действующими нормативными документами определена классификация, согласно которой автотранспортные средства подразделяют и обозначают следующим образом.

Автомобили легковые, в том числе:

категория M_1 — транспортные средства, используемые для перевозки пассажиров и имеющие помимо места водителя не более восьми мест для сидения.

Автобусы, троллейбусы, в том числе:

категория M_2 — транспортные средства, максимальная масса которых не превышает 5 т, используемые для перевозки пассажиров, имеющие помимо места водителя более восьми мест для сидения;

категория M_3 — транспортные средства, максимальная масса которых превышает 5 т, используемые для перевозки пассажиров, имеющие помимо места водителя более восьми мест для сидения.

Автомобили грузовые и их шасси, в том числе:

категория N_1 — транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу не более 3,5 т;

категория N_2 — транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу свыше 3,5, но не более 12 т;

категория N_3 — транспортные средства, предназначенные для перевозки грузов, имеющие максимальную массу более 12 т.

Особенности классификации.

Транспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров и грузов, относится к категории M , если произведение предусмотренного конструкцией числа пассажиров на условную массу одного пассажира (68 кг) превышает массу перевозимого одновременно с пассажирами груза, и к категории N , если это условие не выполняется.

Транспортные средства категорий M и N могут быть отнесены к транспортным средствам повышенной проходимости (категории G). При обозначении категории транспортных средств буква G вводится совместно с буквами M или N (например, N_1G).

Транспортные средства категории N_1 , полная масса которых не превышает 2 т, а также транспортные средства категории M_1 считают повышенной проходимости, если они имеют:

- по меньшей мере одну переднюю и одну заднюю оси, конструкция которых обеспечивает их одновременный привод, включая транспортные средства, в которых привод одной оси может отключаться;

- по меньшей мере один механизм блокировки дифференциала или один механизм аналогичного действия;

- способность преодолевать (без прицепа) подъем 30 %.

Кроме того, транспортные средства должны удовлетворять по меньшей мере пяти из шести приведенным ниже требованиям:

- угол въезда составлять не менее 25°;

- угол съезда — не менее 20°;

- угол продольной проходимости — не менее 20°;

- дорожный просвет под передней осью — не менее 180 мм;

- дорожный просвет под задней осью — не менее 180 мм;

- межосевой дорожный просвет — не менее 200 мм.

Транспортные средства категории N_1 , полная масса которых свыше 2 т, или категорий N_2 , M_2 либо M_3 , полная масса которых

не более 12 т, считают транспортными средствами повышенной проходимости, если их конструкция обеспечивает одновременный привод всех колес, включая и те, в которых привод одной оси может отключаться, либо если они удовлетворяют следующим требованиям:

- по меньшей мере одна передняя и одна задняя оси имеют одновременный привод, включая и транспортные средства, где привод одной оси может отключаться;

- имеется по меньшей мере один механизм блокировки дифференциала или один механизм аналогичного действия;

- способные преодолевать (без прицепа) подъем 25 %.

Транспортные средства категории M_3 , максимальная масса которых свыше 12 т, и категории N_3 считают транспортными средствами повышенной проходимости, если они имеют одновременный привод всех колес, включая те, в которых привод одной оси может отключаться, либо если соблюдаются следующие требования:

- по меньшей мере половина осей имеет привод;

- имеется хотя бы один механизм блокировки дифференциала или один механизм аналогичного действия;

- способные преодолевать (без прицепа) подъем 25 %.

При этом должны соблюдаться хотя бы четыре из шести следующих требований:

- угол въезда составлять не менее 25°;

- угол съезда — не менее 25°;

- угол продольной проходимости — не менее 25°;

- дорожный просвет под передней осью — не менее 250 мм;

- межосевой дорожный просвет — не менее 300 мм;

- дорожный просвет под задней осью — не менее 250 мм.

Основные термины показателей масс автотранспортных средств и их определения, приведенные далее, стандартизованы в ряде нормативных документов [1–5], являются общепринятыми и широко распространены в специальной литературе по автомобильной технике:

технически допустимая максимальная масса — максимальная масса снаряженного транспортного средства с грузом (пассажирами), установленная изготовителем в качестве максимально допустимой согласно эксплуатационной документации;

разрешенная максимальная масса транспортного средства — максимальная масса транспортного средства, допущенного к эксплуатации официальным органом в соответствии с ограничениями, установленными этим органом;

фактическая (эксплуатационная) масса транспортного средства — масса конкретного транспортного средства в существующей комплектации, заправленного топливом, маслами и эксплуатационными жидкостями, с учетом реальной массы водителя, сопровождающего персонала и груза (пассажиров, багажа).

Применяемые термины показателей масс приведены ниже.

Термины показателей масс

Термин	Определение
Осевая масса	Часть массы неподвижного автотранспортного средства, вызывающая гравитационное воздействие оси (колес) на горизонтальную опорную плоскость (можно говорить об условном распределении массы автотранспортного средства между его конструктивными элементами, имея в виду гравитационное воздействие этих конструктивных элементов на другие физические объекты)
Масса, приходящаяся на тележку	Часть массы неподвижного одиночного многоосного (трехосного и более) автотранспортного средства, вызывающая гравитационное воздействие группы осей, расстояние между которыми менее 2,5 м, на горизонтальную опорную плоскость
Масса, приходящаяся на колесо	Часть массы неподвижного автотранспортного средства, вызывающая гравитационное воздействие колеса, имеющего одну или две спаренные шины, на горизонтальную опорную плоскость
Масса, приходящаяся на борт	Часть массы неподвижного одиночного автотранспортного средства, вызывающая гравитационное воздействие колес одного борта (одной стороны) автотранспортного средства на горизонтальную опорную плоскость
Масса, приходящаяся на тягово-сцепное устройство	Часть массы неподвижного прицепа при расположении автопоезда на горизонтальной опорной плоскости, вызывающая гравитационное воздействие дышла на тягово-сцепное устройство автомобиля-тягача

Термин	Определение
Масса буксируемого прицепа (прицепов), полуприцепа	В технической документации на автомобиль в качестве допустимой массы буксируемого прицепа, полуприцепа указывается наибольшая масса прицепа (прицепов), полуприцепа, на которую рассчитан автомобиль в определенных условиях эксплуатации
Масса груза (пассажиров, багажа) (кроме седельного тягача)	Масса груза (пассажиров, багажа), перевозимого автотранспортным средством (масса груза автомобиля-тягача в составе автопоезда включает массу, приходящуюся на тягово-сцепное устройство)
Седельная масса (только для седельного тягача и полуприцепа)*	Часть массы неподвижного полуприцепа, вызывающая гравитационное воздействие на седельно-сцепное устройство тягача, при расположении автопоезда на горизонтальной опорной плоскости
Сухая масса автотранспортного средства*	Масса без груза, топлива, эксплуатационных жидкостей, смазочных материалов, воды и возимых запасных частей, инструмента и принадлежностей
Масса снаряженного автотранспортного средства	Масса автотранспортного средства без груза (пассажиров, багажа), водителя и сопровождающего персонала
Полная масса автотранспортного средства	Масса снаряженного автотранспортного средства вместе с водителем, сопровождающим персоналом и грузом (пассажиры, багаж) (для прицепного автопоезда допустимая полная масса равна сумме допустимой полной массы автомобиля и допустимой массы буксируемого прицепа (прицепов); для седельного автопоезда допустимая полная масса равна сумме допустимой массы снаряженного тягача, регламентированных масс водителя и обслуживающего персонала — по числу мест в кабине — и допустимой массы буксируемого полуприцепа; при несоответствии допустимых показателей масс отдельных автотранспортных средств, входящих в состав автопоезда, наибольшая полная масса автопоезда обозначается определением «эксплуатационная» и не должна превышать допустимую полную массу автопоезда, а также допустимые полные, седельную и осевую массы его звеньев)

Термин	Определение
Грузоподъемность автотранспортного средства	Наибольшая масса груза (пассажиров, багажа), которая может быть перевезена автотранспортным средством (для всех автотранспортных средств, кроме седельного тягача), или наибольшая седельная масса (для седельного тягача) при соблюдении допустимых значений полной и осевых масс (допустимая грузоподъемность определяется при учете регламентированных масс водителя и сопровождающего персонала; для одиночного автотранспортного средства грузоподъемность равна разности между допустимой полной массой и массой снаряженного автотранспортного средства с учетом массы водителя и сопровождающего персонала; для автопоезда грузоподъемность равна разности между допустимой (эксплуатационной) полной массой автопоезда и массами снаряженных автотранспортных средств, входящих в его состав, с учетом массы водителя и сопровождающего персонала)

* Употребляются только с определением «фактическая» в отличие от остальных терминов, где могут применяться определения «фактическая» и «допустимая».

К показателям масс кроме перечисленных относят координаты центра масс, а также характеристики поперечной статической устойчивости транспортного средства, определяемые расчетами и экспериментально.

Показатели масс, определяемые или проверяемые в процессе испытаний, а также их предельная погрешность и доверительная вероятность указываются в программе испытаний. Масса обозначается в килограммах, а координаты центра масс — в метрах (миллиметрах).

Перед определением показателей масс машина должна быть технически исправна, очищена от грязи и подтеков масла, вымыта, осушена, а также освобождена от всех предметов, не входящих в комплектацию.

Масса дополнительного оборудования, как правило, исключается из массы снаряженного автомобиля и учитывается в грузоподъемности. Масса такого оборудования бывает значительна, что становится ясным при рассмотрении перечня, приведенного в приложении 4.

При определении показателей масс двигатель должен быть заглушен, движители расторможены, рычаг коробки передач установлен в нейтральное положение, двери кабины закрыты, положение управляемых колес должно соответствовать прямолинейному движению, давление в шинах доведено до нормы.

Измерение показателей массы с находящимися в кабине людьми не допускается. При определении показателя «допустимая полная масса автотранспортного средства» люди, багаж и груз имитируются балластом. Загрузка автотранспортного средства должна соответствовать техническим условиям или заменяющей их нормативно-технической документации.

Масса балласта, имитирующего людей и багаж, указывается в протоколе испытаний и должна соответствовать следующим значениям:

водитель и единица персонала в грузовом автомобиле и автобусе, кг	75
водитель легкового автомобиля, пассажир легкового автомобиля и автобуса, кг	68
багаж (с учетом ручной клади) одного пассажира:	
в пригородном автобусе (ручная кладь), кг	3
в автобусе местного (сельского) сообщения, кг	10
ручная кладь	3
в междугородном и туристическом автобусах, кг	20
ручная кладь	3

В колесные машины других типов балласт помещается в соответствии с технической документацией.

Геометрические параметры, необходимые для вычисления показателей масс и координат центра тяжести, определяют согласно требованиям нормативных документов, например [6].

Опорная поверхность, на которой проводят измерения, должна иметь ровное и твердое покрытие. Отклонение от плоскостности опорной поверхности — не более 6 мм, отклонение от горизонтальности — не более $\pm 5'$.

Автотранспортное средство при измерениях устанавливают на опорной поверхности в положение прямолинейного движения.

Линейные размеры следует измерять в миллиметрах, угловые — в градусах и минутах.

Погрешность не должна превышать 20 % поля допуска на проверяемый размер. Погрешность определения размеров, допуски на которые не указаны, не должна превышать:

- ± 8 мм — линейных до 5000 мм включительно;
- ± 15 мм — линейных свыше 5000 до 10000 мм включительно;
- ± 20 мм — линейных свыше 10000 до 20000 мм включительно;
- ± 30 мм — линейных свыше 20000 до 30000 мм включительно;
- $\pm 30'$ — угловых.

При проведении измерений следует применять следующие средства:

- металлические рулетки с длиной шкалы 2, 5, 10, 20, 30 м;
- металлические линейки с пределами измерений 300, 500 и 1000 мм;
- штангенрейсмус с пределом измерений 100 ... 1000 мм;
- отвесы;
- оптический квадрант типа КО-1М;
- оптический угломер.

Допускается применение специальных средств и приспособлений, погрешности измерения которых не превышают упомянутые выше.

Измерение длины проводится между двумя вертикальными плоскостями, перпендикулярными продольной оси автотранспортного средства и проходящими через указанные точки или линии. За начало отсчета при замерах длины принимают центр первой (по направлению движения) передней оси.

Измерение ширины проводится между двумя плоскостями, параллельными продольной оси автотранспортного средства и перпендикулярными опорной поверхности, проходящими через указанные точки или линии.

База автомобиля измеряется между центровыми линиями передних и задних колес. У многоосного автомобиля при измерении базы указывают последовательно расстояния между центровыми линиями колес всех смежных осей и сумму этих расстояний.

Измерение проводят с правой и левой стороны автомобиля, затем вычисляют среднее арифметическое найденных значений.

При проведении измерений условно принято, что центровая линия (линия, соединяющая центры колес, т. е. точки пересечения

осей вращения колес с их центральными плоскостями) проходит через центры фланцев полуосей, крышек или колпаков ступиц.

Колея колес автотранспортного средства должна измеряться между серединами отпечатков на опорной поверхности протекторов шин колес одной оси. Колея сдвоенных колес определяется как среднее арифметическое расстояние между серединами отпечатков на опорной поверхности протекторов шин пары внешних и пары внутренних колес одной оси.

Измерение колеи проводится у колес всех осей, схемы определения приведенной колеи b даны на рис. 1.

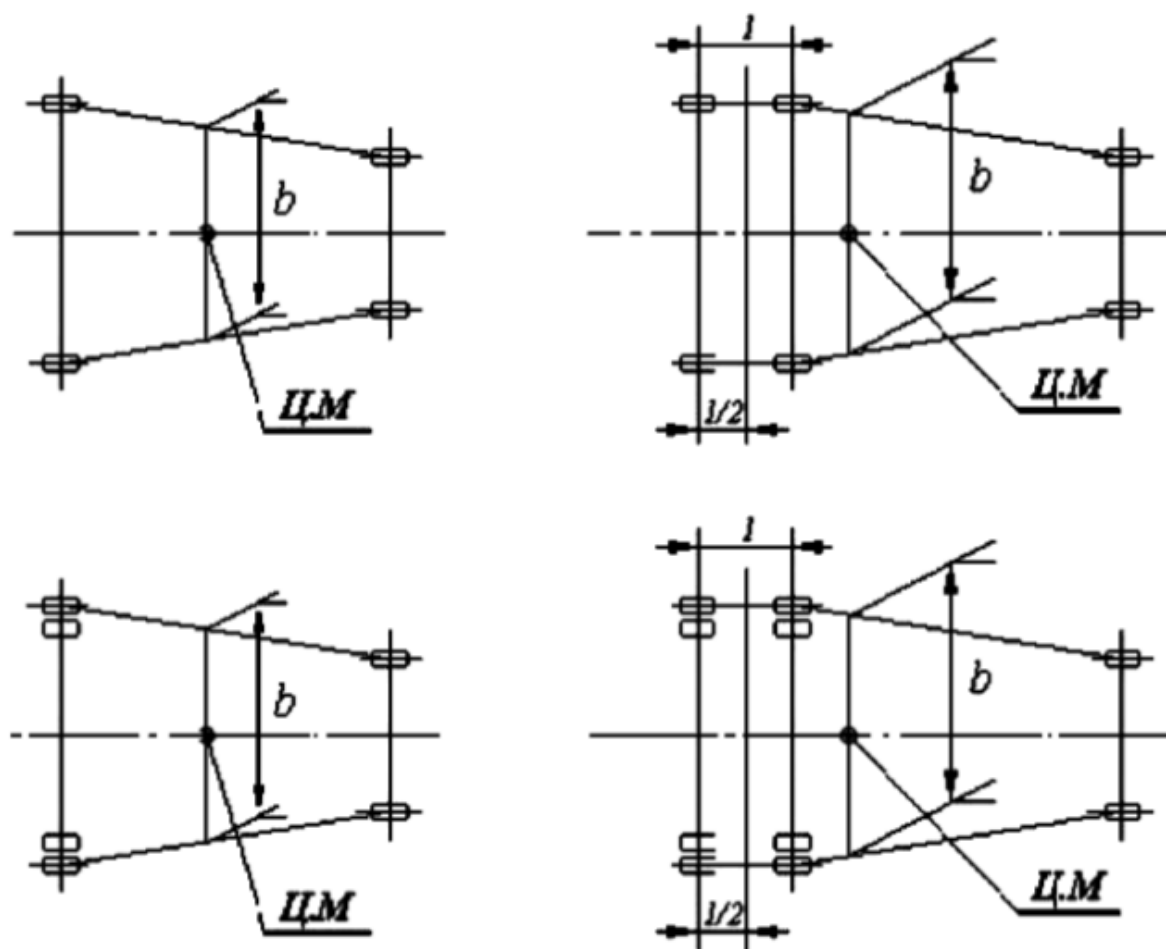


Рис. 1. Схемы определения ширины приведенной колеи b

Продольная координата центра масс находится расчетным способом по результатам взвешивания машины.

2. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСС С ПОМОЩЬЮ ВЕСОВ

Для определения показателей масс могут быть использованы платформенные весы (автомобильные, вагонные и др.). Грузоподъемность платформы весов должна соответствовать общей массе, а размеры — габаритам автомобиля и допускать его установку на весах целиком. Пример определения показателей масс с помощью весов приведен в приложении 3.

Весы должны быть исправными и иметь действительный оттиск клейма государственных поверителей.

При определении массы, создающей нагрузку на мост, тележку колесной машины, колеса, тележка или сама машина должны устанавливаться ближе к середине платформы весов.

Каждое измерение проводят не менее четырех раз.

Перед каждым измерением массы и после него проверяют установку весов на «нуль». Результаты измерений заносят в протокол (см. приложение 1), обработку производят в соответствии с требованиями гл. 6.

1. Массу автомобиля Q определяют после установки на платформу весов.

2. Определение массы, создающей нагрузку на каждый мост многоосной колесной машины, проводят в следующем порядке:

— устанавливают на платформе весов колеса первого моста и измеряют массу Q_1 , создающую нагрузку на этот мост;

— устанавливают на платформе весов колеса первого и второго моста и измеряют суммарную массу Q_2 ;

— измеряют суммарные массы $Q_3, \dots, Q_i, \dots, Q_k$ машины, имеющей k мостов;

— массу Q_i , создающую нагрузку на каждый i -й мост, рассчитывают по формуле

$$Q_i = Q_i - Q_{i-1}; \quad (2.1)$$

— результаты заносят в протокол.

3. Определение массы, создающей нагрузку на каждое колесо многоосной колесной машины, проводят в следующем порядке:

— устанавливают на платформе весов первое колесо левого борта машины и измеряют массу Q'_1 , создающую нагрузку на это колесо;

— устанавливают на платформе весов первое и второе колеса этого же борта и измеряют массу Q'_2 , создающую нагрузку на эти колеса;

— измеряют массы $Q'_3, \dots, Q'_i, \dots, Q'_k$;

— машину разворачивают правым бортом к весам и проводят те же операции, измеряя массы $Q''_1, Q''_2, Q''_3, \dots, Q''_k$;

— массу, создающую нагрузку на каждое колесо, определяют по формулам

$$\begin{aligned} Q'_i &= Q'_i - Q'_{i-1}, \\ Q''_i &= Q''_i - Q''_{i-1}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

4. Определение массы, создающей нагрузку на колеса левого и правого бортов колесной машины, проводят в следующем порядке:

— устанавливают на платформе весов все колеса левого борта и измеряют массу Q' , создающую нагрузку на колеса этого борта;

— устанавливают на платформе весов все колеса правого борта машины и измеряют массу Q'' , создающую нагрузку на колеса правого борта.

5. Положение центра масс определяют тремя координатами:

— расстоянием по горизонтали от центра масс до оси переднего моста a_M ;

— смещением в поперечном направлении центра масс относительно продольной оси машины b_M ;

— расстоянием от центра масс до опорной поверхности, на которой стоит машина, h_M .

Расстояние от центра масс до оси переднего моста определяют расчетным путем по данным, полученным при обмерах и взвешивании машины, по формулам:

для двухосных машин

$$a_M = \frac{Q_2 L}{Q}, \quad (2.3)$$

для многоосных машин

$$a_M = \frac{\sum_{i=2}^k Q_i L_i}{Q}, \quad (2.4)$$

где Q — масса машины, кг;

Q_2 — масса, приходящаяся на вторую ось, кг;

Q_i — масса, создающая нагрузку на колеса i -го моста, кг;

L_i — расстояние от оси i -го моста до оси переднего моста, м;

L — расстояние от оси переднего моста до оси заднего моста, м;

k — количество мостов колесной машины.

Высоту центра масс машины определяют расчетным путем по данным, полученным в результате взвешивания в горизонтальном и наклонном положениях.

При определении высоты центра масс h_M необходимо:

— заблокировать подвески передних и задних мостов;

— установить машину передними колесами на специальные подставки, а остальными колесами — на платформу весов, при этом угол наклона α не должен превышать 15° , а на колеса машины не должны действовать горизонтальные силы (рис. 2);

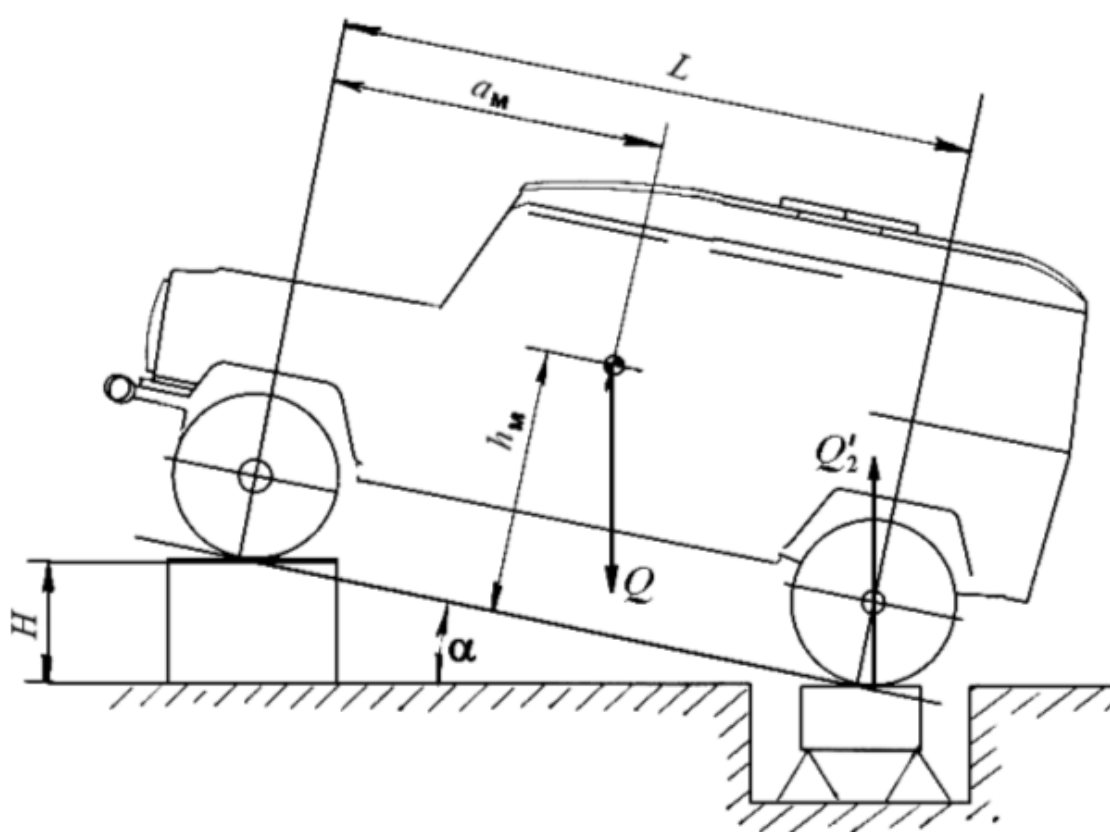


Рис. 2. Схема определения высоты центра масс с помощью весов

— измерить угол $\alpha_{\text{пр}}(\alpha)$ с помощью оптического квадранта или определить расчетным путем по формуле

$$\alpha_{\text{пр}} = \arcsin \frac{H}{L}, \quad (2.5)$$

где H — высота подставки при определении высоты центра масс, мм;

— измерить массу Q'_2 , создающую нагрузку на задний мост при наклонном положении машины;

— вычислить высоту центра масс по формуле

$$h_{\text{м}} = r_{\text{к}} + \frac{(Q'_2 - Q_2)L}{Q \operatorname{tg} \alpha_{\text{пр}}}, \quad (2.6)$$

где $r_{\text{к}}$ — статический радиус колеса, м.

Массы Q_2 и Q должны быть определены ранее при взвешивании машины в горизонтальном положении.

Смещение центра масс относительно продольной оси машины определяют так же, как при измерении массы, создающей нагрузку на колеса каждого борта. Смещение центра масс относительно продольной оси машины в сторону левого борта вычисляют по формуле

$$b_{\text{м}} = b \frac{2Q' - Q}{2Q} \quad (2.7)$$

(отрицательное значение $b_{\text{м}}$ свидетельствует о смещении центра масс в сторону правого борта).

3. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСС С ПОМОЩЬЮ ПЛАТФОРМЫ И ДИНАМОМЕТРА

1. Для определения показателей масс может быть использована жесткая платформа (рис. 3), один конец которой может поворачиваться вокруг горизонтальной оси, а другой через динамометр закреплен к канату.

2. Определение массы колесной машины и горизонтальной координаты центра масс проводят в следующем порядке:

— устанавливают платформу горизонтально с помощью уровня или оптического квадранта;

— записывают показание динамометра S_0 (без автомобиля на платформе);

— устанавливают на платформе автомобиль таким образом, чтобы его продольная ось была перпендикулярна оси вращения платформы (при этом платформа должна остаться в горизонтальном положении);

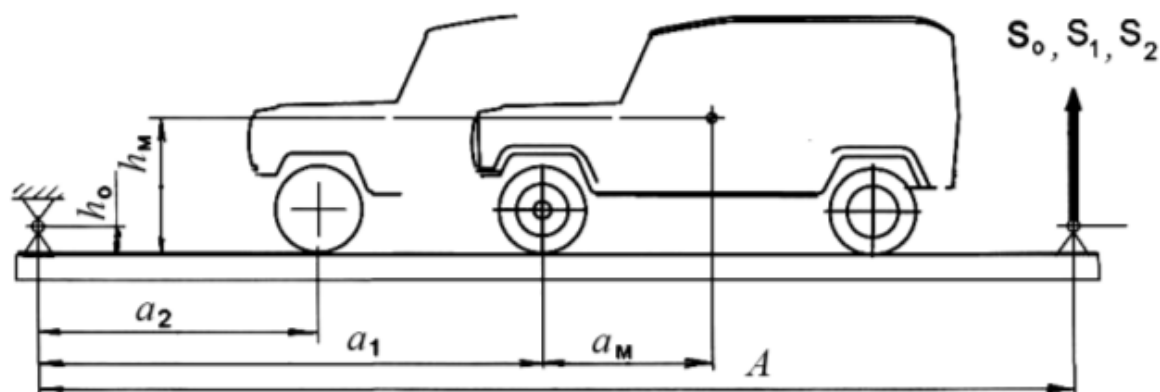


Рис. 3. Схема определения продольной координаты центра масс

- измеряют расстояние a_1 от оси поворота платформы до какой-либо точки автомобиля, принятой за начало координат;
- записывают показание динамометра S_1 ;
- перемещают автомобиль на 0,8... 1,5 м в направлении, перпендикулярном оси поворота платформы;
- измеряют расстояние a_2 от той же точки автомобиля до оси поворота платформы;
- записывают показание динамометра S_2 ;
- определяют массу автомобиля по формуле (3.1), где A — расстояние от точки крепления динамометра до оси вращения платформы стенда, мм:

$$Q = \frac{A(S_1 - S_2)}{g(a_1 - a_2)}; \quad (3.1)$$

- определяют расстояние от центра масс автомобиля до точки, принятой за начало координат, по формуле

$$a_M = \frac{A(S_1 - S_0)}{Qg} - a_1. \quad (3.2)$$

3. Определение массы, создающей нагрузку на каждый мост или колесо, проводят последовательным наездом колес, как при взвешивании на весах; массу, создающую нагрузку на платформу, вычисляют по формуле (3.1) (процедура измерения параметров, входящих в формулу, описана в п. 2).

4. Определение вертикальной координаты центра масс проводят в следующем порядке (рис. 4):

- устанавливают платформу наклонно под углом α к горизонту, тогда $\alpha_{пр} = 10 \dots 15^\circ$, при этом канат с динамометром расположен вертикально;

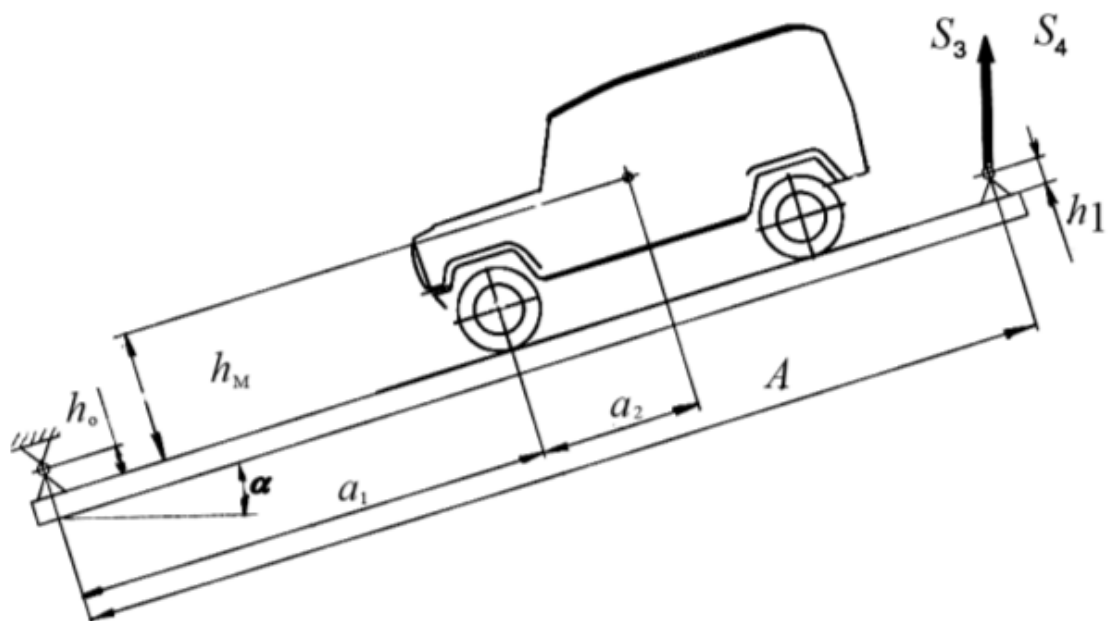


Рис. 4. Схема определения высоты центра масс с помощью платформы и динамометра

— продольный угол $\alpha_{\text{пр}}$ находят с помощью оптического квадранта или угломера (допускается аналитическое вычисление угла $\alpha_{\text{пр}}$);

— записывают показание динамометра S_3 (без автомобиля на платформе);

— устанавливают на платформе колесную машину таким образом, чтобы ее продольная ось была перпендикулярна оси поворота платформы, и закрепляют машину от продольных перемещений по платформе;

— измеряют расстояние a_3 от оси поворота до любой точки на автомобиле, принятой за начало координат;

— устанавливают платформу под тем же углом $\alpha_{\text{пр}}$ к горизонту;

— записывают показание динамометра S_4 (с автомобилем на платформе);

— рассчитывают расстояние от центра масс до опорной поверхности по формуле

$$h_M = h_0 + (a_3 + a_M) \operatorname{ctg}(\alpha_{\text{пр}}) - A \operatorname{ctg}(\alpha_{\text{пр}}) \frac{S_4 - S_3}{Qg}. \quad (3.3)$$

При расчете координаты h_M должно соблюдаться условие $h_0 = h_1$ (см. рис. 4).

5. Процедуру определения величин Q , a_m , h_m выполняют не менее четырех раз, а их зачетные значения рассчитывают как среднее арифметическое результатов проведенных измерений.

4. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПАРАМЕТРОВ СТАТИЧЕСКОЙ УСТОЙЧИВОСТИ

Требования к поперечной статической устойчивости устанавливают для транспортных средств категорий M_1, G, M_2, M_3, N при испытаниях на опрокидывание.

1. Под углом статической устойчивости $\alpha_{c,y}$ понимают угол наклона опорной поверхности α опрокидывающей платформы стенда относительно горизонтальной плоскости, при котором произошел отрыв всех колес одной стороны одиночного транспортного средства (или всех колес одной стороны любого звена седельного автопоезда) от опорной поверхности платформы. Значение угла $\alpha_{c,y}$, полученное в результате испытаний, должно быть не менее нормативного значения α_n , зависящего от коэффициента q_s поперечной устойчивости транспортного средства и рассчитываемого (в град) по следующим формулам:

$$\alpha_n = (-2,4 + 42,4 q_s) \text{ при } 0,55 \leq q_s \leq 1,0; \quad (4.1)$$

$$\alpha_n = (15 + 25 q_s) \text{ при } q_s > 1,0; \quad (4.2)$$

$$\alpha_n \geq 21 \text{ при } q_s < 0,55. \quad (4.3)$$

2. Под углом крена поддрессоренных масс φ понимают угол между опорной поверхностью опрокидывающей платформы и поперечной осью поддрессоренных масс, проходящей через центр масс транспортного средства, и полученный в результате наклона транспортного средства на опрокидывающей платформе.

Угол крена поддрессоренных масс φ определяют при угле наклона платформы, на котором происходит отрыв всех колес одной стороны одиночного транспортного средства от опорной поверхности. Максимально допустимый угол φ в центре масс, полученный в результате испытаний, не должен превышать значений φ_n , зависящих от коэффициента поперечной устойчивости q_s и вычисленных (в град) по следующим формулам:

$$\varphi_n = (10,8 - 4,3 q_s), \text{ при } q_s \leq 1,0; \quad (4.4)$$

$$\varphi_{\text{н}} = 6,5 \text{ при } q_s > 1,0. \quad (4.5)$$

Коэффициент поперечной устойчивости q_s рассчитывают по формуле

$$q_s = \frac{0,5b}{h_{\text{м}}}, \quad (4.6)$$

где b — колея, приведенная к поперечному сечению транспортного средства в плоскости, проходящей через его центр масс (см. рис. 1), мм.

Размер колеи полуприцепа вычисляют как среднее между серединами наружных колес задней оси (тележки) тягача и серединами наружных колес оси (тележки) полуприцепа.

Высоту центра масс рассчитывают по формуле

$$h_{\text{м}} = h_{\text{к.п}} + \frac{0,5b - h_{\text{к.п}} \operatorname{tg} \alpha_{\text{с.у}} - y_{\text{ш}}}{\operatorname{tg} \alpha \cos \varphi + \sin \varphi}, \quad (4.7)$$

где $h_{\text{к.п}}$ — высота оси крена над опорной поверхностью в поперечном сечении, проходящем через центр масс, мм;

$y_{\text{ш}}$ — боковое смещение центра масс, определяемое по результатам замеров боковой деформации шин, мм;

$\alpha_{\text{с.у}}$ — угол наклона опорной поверхности стенда при опрокидывании транспортного средства;

φ — угол крена поддрессоренных масс.

При отсутствии точных данных величина $h_{\text{к.п}}$ может быть принята равной статическому радиусу колеса транспортного средства.

5. ЗАДАНИЕ НЕОБХОДИМОГО ЧИСЛА НАБЛЮДЕНИЙ

1. Необходимое число наблюдений задают в том случае, когда в программе испытаний установлены предельная погрешность результата измерения Δ и доверительная вероятность P , с которой фактическая погрешность не превышает установленную.

2. Вычисляют предельную случайную погрешность результата

$$\Delta' = \Delta - \delta \quad (5.1)$$

(когда величина Δ не задана, допускается принимать $\Delta' = \delta$).

3. Проводят не менее четырех наблюдений параметра X и рассчитывают среднее значение $X_{\text{ср}}$ и среднее квадратическое отклонение σ_x (см. формулы (6.1)) с учетом возможности появления результатов, сильно отличающихся от остальных.

4. Рассчитывают отношение Δ'/σ_x .

5. В зависимости от доверительной вероятности P и значения отношения Δ'/σ_x определяют необходимое число наблюдений n (табл. П2.2).

6. При $n \leq 4$ испытания заканчивают, а величины $X_{\text{ср}}$ и Δ принимают в качестве результатов измерения.

В случае, когда $n > 4$, необходимо провести дополнительные наблюдения, а затем величины $X_{\text{ср}}$ и Δ скорректировать с результатами этих наблюдений.

Если невозможно (или нецелесообразно) проводить дополнительные наблюдения, следует скорректировать предельную погрешность или доверительную вероятность согласно указаниям гл. 6.

6. ОБРАБОТКА И ПРЕДСТАВЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Проверка результатов наблюдений, резко отличающихся от остальных, проводится, как показано ниже.

Если имеются одна или несколько величин $X_{\text{отл}}$, резко отличающихся от остальных, определяют среднее значение $X_{\text{ср}}$ и среднее квадратическое отклонение σ_x без этих величин по формулам*

$$X_{\text{ср}} = \frac{\sum_{j=1}^{n'} x_j}{n'}, \quad \sigma_x = \sqrt{\frac{\sum_{j=1}^{n'} (x_j - X_{\text{ср}})^2}{n' - 1}}, \quad (6.1)$$

где n' — число наблюдений, результаты которых не вызывают сомнений.

*Здесь под $X_{\text{ср}}$ понимают среднее значение масс Q, Q_i, Q'_i, Q''_i и координат a_m, h_m , а под σ_x — среднее квадратическое отклонение $\sigma_m, \sigma_{mi}, \sigma'_{mi}, \sigma''_{mi}, \sigma_{am}, \sigma_{hm}$.

Принимают доверительную вероятность P , с которой отдельный результат наблюдения относится к рассматриваемой совокупности, рекомендуется $P = 0,95$.

В зависимости от n' и P по табл. П2.1 определяют коэффициент Стьюдента t_p .

Устанавливают принадлежность резко выделяющейся величины рассматриваемой совокупности чисел.

Если $|X_{\text{отл}} - X_{\text{ср}}| > t_p \sigma_x$, значение $X_{\text{отл}}$ с вероятностью P нельзя считать случайным, его необходимо отбросить.

Если $|X_{\text{отл}} - X_{\text{ср}}| \leq t_p \sigma_x$, значение $X_{\text{отл}}$ с вероятностью P можно считать случайным и по формулам (6.1) необходимо скорректировать величины $X_{\text{ср}}$ и σ_x с учетом значения $X_{\text{отл}}$.

Среднее значение $X_{\text{ср}}$ (в случае необходимости скорректированное) принимают в качестве результата измерения.

По заданной в программе испытаний доверительной вероятности результаты измерений в зависимости от числа наблюдений, по которым вычисляли результирующие значения X и σ_x , с помощью табл. П2.1 определяют коэффициент Стьюдента t_p .

Рассчитывают доверительный интервал случайной погрешности результата измерения массы

$$\varepsilon_M = t_p \sigma_x. \quad (6.2)$$

По табл. П2.3 — П2.5 выбирают предельную погрешность весов δ_B . Находят границу неисклученной систематической погрешности результата измерения массы

$$\Theta_M = 1,1 \delta_B. \quad (6.3)$$

Оценивают суммарное среднее квадратическое отклонение результата измерения массы

$$\sigma_{\Sigma M} = \sqrt{(\sigma_x^2 + \delta_B^2/3)}. \quad (6.4)$$

Вычисляют коэффициент K , зависящий от соотношения случайной и неисклученной систематической погрешности:

$$K = \frac{\varepsilon_M + \Theta_M}{\sigma_x + 0,6 \delta_B}. \quad (6.5)$$

Находят границу абсолютной погрешности результата измерения массы

$$\Delta_M = K \sigma_{\Sigma M}. \quad (6.6)$$

По заданной доверительной вероятности в зависимости от числа наблюдений, по которым получили результирующие значения a_m и σ_a , определяют коэффициент Стьюдента t_p .

Границу абсолютной погрешности (Δ_a) определения продольной координаты центра масс a_m рассчитывают без учета систематической погрешности:

$$\Delta_a \approx \varepsilon_a = t_p \sigma_a. \quad (6.7)$$

По заданной доверительной вероятности в зависимости от числа наблюдений, по которым вычисляли результирующие значения h_m и σ_h , находят коэффициент Стьюдента t_p .

Рассчитывают доверительный интервал случайной погрешности вертикальной координаты центра масс

$$\varepsilon_h = t_p \sigma_h, \quad (6.8)$$

а также границу систематической погрешности вычисления вертикальной координаты центра масс

$$\Theta_h = 2 \frac{\delta_B L}{M \operatorname{tg} \alpha}. \quad (6.9)$$

Оценивают суммарное среднее квадратическое отклонение координаты h_m

$$\sigma_{\Sigma h} = \sqrt{(\sigma_h^2 + \Theta_h^2/3)}. \quad (6.10)$$

Вычисляют коэффициент

$$K = \frac{\varepsilon_h + \Theta_h}{\sigma_h + 0,6 \Theta_h}. \quad (6.11)$$

Находят границу абсолютной погрешности определения вертикальной координаты центра масс

$$\Delta_h = K \sigma_{\Sigma h}. \quad (6.12)$$

После расчета по формулам (6.1) среднего значения массы Q_{cp} и среднего квадратического отклонения σ_m по результатам проведенных наблюдений и заданной доверительной вероятности определяют коэффициент Стьюдента t_p .

Находят доверительные интервалы случайной погрешности результата определения массы

$$\varepsilon_m = t_p \sigma_m, \quad (6.13)$$

а также границу систематической погрешности результата определения массы

$$\Theta_M = \frac{2\delta_B}{g}. \quad (6.14)$$

Дальнейшие вычисления ведут в соответствии со с. 21, причем в формулы (6.4) — (6.6) вместо δ_B подставляют значение Θ_M , найденное по формуле (6.14).

7. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЗАЧЕТНЫХ ЗНАЧЕНИЙ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСС

Зачетным значением показателя масс считается величина, полученная расчетным путем по результатам проведенных измерений и принимаемая за истинное значение данного показателя.

Зачетное значение масс $Q, Q_i, Q'_i, Q''_i, Q', Q''$ находят как среднее арифметическое результатов соответствующих измерений или вычислений по формулам (2.1), (2.2). При этом должны быть выдержаны условия

$$\begin{aligned} \Sigma Q_i &\approx Q, \\ Q'_i + Q''_i &\approx Q_i, \\ Q' + Q'' &\approx Q. \end{aligned} \quad (7.1)$$

Если какое-либо из равенств (7.1) имеет отклонение, превышающее $2\delta_B$, зачетные значения соответствующих масс корректируют таким образом, чтобы равенства соответствовали заданным условиям. В качестве верных принимают значения, имеющие меньший коэффициент вариации.

Результаты определения показателей масс представляют в следующем виде:

$$\overline{X} \pm \Delta; \quad P, \quad (7.2)$$

где $\overline{X}$ — зачетное значение показателя в единицах измеряемой величины (килограммы или метры);

Δ — граница погрешности измерения в тех же единицах;

P — доверительная вероятность, с которой погрешность измерения находится в этих границах.

Значение результата измерения должно оканчиваться числом того же разряда, что и значение погрешности Δ .

ЛИТЕРАТУРА

1. ОСТ 37.001.408. Автотранспортные средства. Методы измерения показателей масс.
2. ОСТ 37.001.247. Массы легковых автомобилей. Метод определения.
3. ГОСТ Р 52389–2005. Транспортные средства колесные. Массы и размеры. Технические требования и методы испытаний.
4. ГОСТ 22748–85. Автотранспортные средства. Номенклатура наружных размеров. Методы измерений.
5. Международный стандарт ИСО 612:1978. Транспорт дорожный. Размеры автомобилей и тягачей с прицепами. Термины и определения. Road vehicles; Dimensions of motor vehicles and towed vehicles; Terms and definitions.
6. *Беляев В.М.* Автомобили. Испытания: учеб. пособие для вузов / В.М. Беляев, М.С. Высоцкий, Л.Х. Гилелес, А.И. Гришевич. Минск.: Высш. шк. 1991.
7. *Цимбалин В.Б.* Испытания автомобилей / В.Б. Цимбалин, В.Н. Кравец, С.М. Кудрявцев, И.Н. Успенский, В.И. Песков. М.: Машиностроение, 1978.

ФОРМА ПРЕДСТАВЛЕНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТОВ

ПРОТОКОЛ

*определения показателей масс автомобиля (колесной
машины)*

тип, модель, зав. №

на весах _____, имеющих точность взвешивания _____
грузоподъемностью тип, марка

Состояние машины при взвешивании: _____
машина снаряженная, в рабочем состоянии. . . ,

Взвешивание производили: _____

" _____ " _____ " 2007 г.

Таблица П1.1

Протокол результатов наблюдений

Параметр	Обозначение	Результат наблюдения				Среднее	Примечание
		1	2	3	4		
Масса машины, кг	Q						
Масса, создающая суммарную нагрузку на мосты, начиная с переднего до k -го, кг	Q_1 ... Q_i ... Q_k						
Масса, создающая суммарную нагрузку на колеса левого борта, начиная с переднего до k -го, кг	Q'_1 ... Q'_i ... Q'_k						

Параметр	Обозначение	Результат наблюдения				Среднее	Примечание
		1	2	3	4		
Масса, создающая суммарную нагрузку на колеса (катки) правого борта, начиная с переднего до k -го, кг	Q''_1 ... Q''_i ... Q''_k						
Масса, создающая нагрузку на левый борт машины, кг	Q'						
Масса, создающая нагрузку на правый борт машины, кг	Q''						
Масса, создающая нагрузку на задний мост при горизонтальном положении машины, кг	Q_z						
Масса, создающая нагрузку на задний мост при наклонном положении машины, кг	Q'_z						
Угол наклона машины, град	α						

Протокол результатов вычислений

Параметр	Обозначение	Результаты вычислений	Примечание
Масса, создающая нагрузки на колеса i -го моста, кг	$Q_1 = Q_1$ $Q_2 = Q_2 - Q_1$ $\dots$ $Q_i = Q_i - Q_{i-1}$ $\dots$ $Q_k = Q_k - Q_{k-1}$		
Масса, создающая нагрузку на i -е колесо, расположенное с левого борта, кг	$Q'_1 = Q'_1$ $Q'_2 = Q'_2 - Q'_1$ $\dots$ $Q'_i = Q'_i - Q'_{i-1}$ $\dots$ $Q'_k = Q'_k - Q'_{k-1}$		
Масса, создающая нагрузку на i -е колесо, расположенное с правого борта, кг	$Q''_1 = Q''_1$ $Q''_2 = Q''_2 - Q''_1$ $\dots$ $Q''_i = Q''_i - Q''_{i-1}$ $\dots$ $Q''_k = Q''_k - Q''_{k-1}$		
Расстояние от центра масс до точки машины, принятой за начало координат, a_M , м (мм)	$a_M = \frac{\sum_{i=2}^k Q_i L_i}{Q}$		
Смещение центра масс относительно продольной оси машины b_M , м (мм)	$b_M = \frac{2Q'b - Qb}{2Q}$		
Расстояние от центра масс до опорной поверхности машины h_M , м (мм)	$h_M = \frac{(Q'_z - Q_z)L}{Q \operatorname{tg} \alpha} + r_k$		

Параметр	Обозначение	Результаты вычислений	Примечание
Относительная погрешность определения массы	$\varepsilon_m = t_p \sigma_m$		
Абсолютная погрешность определения массы, кг	$\Delta = K \sigma_{\Sigma m}$		

Измерения проводил:_____ (Должность, подпись, фамилия)

Вычисления выполнял:_____ (Должность, подпись, фамилия)

Проверил:_____ (Должность, подпись, фамилия)

СПРАВОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ

Таблица П2.1

Коэффициенты Стьюдента t_p

Число наблюдений n	Значение коэффициента t_p при доверительной вероятности P				
	$P = 0,8$	$P = 0,9$	$P = 0,95$	$P = 0,98$	$P = 0,99$
3	1,9	2,9	4,3	7,0	9,9
4	1,6	2,4	3,2	4,5	5,8
5	1,5	2,1	2,8	3,7	4,6
6	1,5	2,0	2,6	3,4	4,0
8	1,4	1,9	2,4	3,0	3,5
10	1,4	1,8	2,3	2,8	3,3
20	1,3	1,7	2,1	2,5	2,9

Таблица П2.2

Необходимое число наблюдений n для получения случайной ошибки с доверительной вероятностью P

Δ' / σ_x	$P = 0,5$	$P = 0,7$	$P = 0,9$	$P = 0,95$	$P = 0,99$
1,0	2	3	5	7	11
0,5	3	6	13	18	31
0,4	4	8	19	27	46
0,3	6	13	32	46	78
0,2	13	29	70	99	171
0,1	47	169	273	387	668
0,05	183	431	1084	1540	2659

Допускаемая погрешность автомобильных весов

Наибольший предел взвешивания, т	Интервал взвешивания, т	Допускаемая погрешность при эксплуатации, кг
30	1,50 ... 5,00	$\pm 10,0$
	5,00 ... 20,00	$\pm 15,0$
	20,00 ... 30,00	$\pm 20,0$
60	3,50 ... 10,00	$\pm 20,0$
	10,00 ... 40,00	$\pm 30,0$
	40,00 ... 60,00	$\pm 40,0$

Допускаемая погрешность вагонных весов

Наибольший предел взвешивания, т	Интервал взвешивания, т	Допускаемая погрешность при эксплуатации, кг
60	3,00 ... 10,00	$\pm 20,0$
	10,00 ... 40,00	$\pm 30,0$
	40,00 ... 60,00	$\pm 40,0$

ПРИМЕР ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ МАСС

1. Методом взвешивания на весах, имеющих погрешность $\delta_{\text{в}} = 15$ кг, было произведено измерение массы двухосной колесной машины и масс, создающих нагрузки на передний и задний мосты. Результаты пяти измерений приведены в протоколе (табл. ПЗ.1).

Таблица ПЗ.1

Протокол измерения масс и некоторых геометрических параметров

Наименование параметра	Обозначение	Результат наблюдения				
		1	2	3	4	5
Масса машины, кг	Q	21050	21250	21100	21100	21030
Масса, создающая нагрузку на передний мост, кг	Q_1	5900	5980	6050	5950	5930
Масса, создающая нагрузку на задний мост, кг	$Q_2 = Q_z$	15200	15350	15250	15150	15180
Масса, создающая нагрузку на задний мост при наклонном положении машины, кг	Q'_2	16040	16000	16100	16200	16020
Угол наклона машины, град	α	15°				

2. В каждой строке таблицы ПЗ.1 есть результат наблюдения, резко отличающийся от остальных. Эти результаты выделены. Проверяем, относятся ли указанные результаты к рассматриваемой совокупности чисел каждой строки. Для этого в каждой строке определяем средние значения $X_{\text{ср}}$ и средние квадратические отклонения σ_x по результатам тех четырех наблюдений, которые не вызывают сомнения.

Если существуют одна или несколько величин X , резко отличающихся от остальных, определяем среднее значение $X_{\text{ср}}$ и среднее квадратическое отклонение σ_x без этих величин по формулам (6.1).

Принимаем доверительную вероятность $P = 0,95$, с которой отдельный результат наблюдения относится к рассматриваемой совокупности результатов (допустимо $P = 0,90$).

В зависимости от n' и P определяем по табл. П2.1 коэффициент Стьюдента t_p (для четырех измерений $t_p = 3,2$). Далее делаем вывод о принадлежности резко выделяющегося значения рассматриваемой совокупности чисел. Для чего находим модуль разности между резко отличающимся и средним значениями и сравниваем с произведением $t_p \sigma_x$.

Если $|X - X_{\text{ср}}| > t_p \sigma_x$, значение X с вероятностью P нельзя считать случайным, его необходимо отбросить.

Если $|X - X_{\text{ср}}| \leq t_p \sigma_x$, значение X с вероятностью P можно считать случайным и по формулам (6.1) скорректировать величины $X_{\text{ср}}$ и σ_x с учетом значения X . Среднее значение $X_{\text{ср}}$ (скорректированное в случае необходимости) принимается в качестве результата измерения. Результаты вычислений приведены в табл. П3.2.

Таблица П3.2

Результаты вычислений, кг

Параметр	Среднее значение параметра по результатам четырех наблюдений $X_{\text{ср}}$	Среднее квадратическое отклонение по результатам четырех наблюдений, σ_x	Модуль разности $ X - X_{\text{ср}} $	Произведение $t_p \sigma_x$
Q	21045	42	205	134
Q_1	5940	34	110	109
Q_2	15195	42	155	134
Q'_2	16060	36,5	140	116

Из табл. П3.2 видно, что для всех строк справедливо неравенство $|X - X_{\text{ср}}| > t_p \sigma_x$. Следовательно, с вероятностью $P = 0,95$ величины, выделенные в табл. П3.1, нельзя считать случайными, их необходимо отбросить, а средние значения каждого параметра, определенные по результатам четырех измерений, являются окончательными.

Определяем зачетные значения показателей масс. Ввиду того, что равенство $Q_{1\text{ср}} + Q_{2\text{ср}} = Q_{\text{ср}}$ не удовлетворяется, отклонение

превышает $2\delta_B = 30$ кг; проводим корректировку этих значений. Определяем коэффициент вариации каждой величины по формуле $v_x = \sigma_x / X$:

$$v_{M1} = 34/5940 = 0,0572; \quad v_{M2} = 42/15195 = 0,0276;$$

$$v_M = 42/21045 = 0,02.$$

Принимаем, что верными являются Q_{2cp} и Q_{cp} , имеющие меньший коэффициент вариации. Тогда $Q_{1cp} = Q_{cp} - Q_{2cp} = 21045 - 15195 = 5850$ кг принимаем в качестве результата измерений.

Определяем координаты центра масс машины:

$$a_M = \frac{Q_2 L}{Q}; \quad h_M = r_K + \left[(Q'_z - Q_z) \frac{L}{Q \operatorname{tg} \alpha} \right],$$

где $L = 5,7$ — база автомобиля, м; $r_K = 0,59$ — статический радиус колеса, м; $\alpha = 15^\circ$ — угол наклона автомобиля (см. рис. 2).

Величины a_M и h_M определяют по данным тех измерений, результаты которых не вызывают сомнения, а именно по 1, 4 и 5-му измерениям (табл. ПЗ.1). Затем вычисляют средние значения $a_{M,cp}$, $h_{M,cp}$ и средние квадратические отклонения σ_a и σ_h . Результаты вычислений приведены в табл. ПЗ.3.

Таблица ПЗ.3

Результаты вычислений

Параметр	1	2	3	Среднее значение	Среднее квадратическое отклонение
Расстояние по горизонтали от центра масс до оси переднего моста a_M , м	4,116	4,12	4,114	4,116	0,003
Расстояние от центра масс до опорной поверхности h_M , м	1,4187	1,4268	1,4187	1,4214	0,00468

Вычисляем границы погрешности результатов определения масс. Граница систематической погрешности результата измерения массы для всех проведенных измерений $\Theta_M = 1,1\delta_B = 1,1 \cdot 15 = 16,5$ кг.

Доверительные интервалы случайной погрешности результатов измерения масс вычисляем по формуле $\varepsilon = t_p \sigma_x$, где $t_p = 3,2$ — коэффициент Стьюдента при числе наблюдений (опытов) $n' = 4$ и доверительной вероятности $P = 0,95$; σ_x — среднее квадратическое отклонение по результатам четырех наблюдений (см. табл. ПЗ.2).

Оценку суммарного среднего квадратического отклонения результата измерения массы вычисляем по формуле $\sigma_{\Sigma M} = \sqrt{(\sigma_x^2 + \delta_B^2/3)}$.

Коэффициент K вычисляем по формуле $K = (\varepsilon_M + \Theta_M)/(\sigma_x + 0,6\delta_B)$.

Границу погрешности результата измерения массы находим по формуле

$$\Delta = K \sigma_{\Sigma M}.$$

Результаты вычисления погрешностей приведены в табл. ПЗ.4. Там же представлены окончательные результаты измерения масс.

Таблица ПЗ.4

Результаты вычислений

Параметр	Граница систематической погрешности Θ_M , кг	Доверительная граница случайной погрешности ε_M , кг	Оценка суммарного среднего квадратического отклонения $\sigma_{\Sigma M}$, кг	Коэффициент K	Граница погрешности Δ , кг	Окончательный результат измерения масс $X \pm \Delta$, кг
Q	16,5	134	42,8	2,94	126	21045±125
Q_1		109	35,2	2,92	103	5850±105
Q_2		134	42,8	2,94	126	15195±125

Далее вычисляем границы погрешности определения координат центра масс. Для числа наблюдений $n' = 3$, по которым рассчитывались координаты центра масс, и доверительной вероятности $P = 0,95$ выбираем коэффициент Стьюдента $t_p = 4,3$ (см. табл. П2.1).

Граница погрешности координаты a_M определяется без учета систематической погрешности по формуле $\Delta_a \approx \varepsilon_a = t_p \sigma_a = 4,3 \cdot 0,003 = 0,0129$ м.

Доверительная граница случайной погрешности определения координаты h_M

$$\varepsilon_h = t_p \sigma_h = 4,3 \cdot 0,00468 = 0,02 \text{ м.}$$

Граница систематической погрешности определения координаты h_M

$$\Theta_h = \frac{2\delta_B L}{Q \operatorname{tg} \alpha} = \frac{2 \cdot 15 \cdot 5,7}{21045 \cdot \operatorname{tg} 20^\circ} = 0,0303 \text{ м.}$$

Производим оценку суммарного среднего квадратического отклонения результата вычисления координаты h_M

$$\sigma_{\Sigma h} = \sqrt{(\sigma_h^2 + \Theta_h^2/3)} = \sqrt{(0,00468^2 + 0,0303^2/3)} = 0,018 \text{ м.}$$

Вычисляем коэффициент $K = (\varepsilon_h + \Theta_h)/(\sigma_h + 0,6 \Theta_h) = (0,02 + 0,0303)/(0,00468 + 0,6 \cdot 0,0303) = 2,2$.

Граница погрешности координаты h_M : $\Delta_h = K \sigma_{\Sigma h} = 2,2 \times 0,018 = 0,0398 \text{ м.}$ Окончательно координаты центра масс:

$$a_M = 4,116 \pm 0,013 \text{ м;}$$

$$h_M = 1,435 \pm 0,040 \text{ м.}$$

ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО СНАРЯЖЕНИЯ И ОБОРУДОВАНИЯ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ

Топливо в дополнительных штатных емкостях.

Масла в дополнительных штатных емкостях.

Снаряжение — комплект инструментов, принадлежностей, приспособлений и запасных частей, предназначенный для обеспечения эксплуатации автомобиля:

комплект инструментов для проведения технического обслуживания;

шанцевый инструмент (лопата, лом, топор, кувалда, пила и др.);

буксирный трос или жесткая сцепка;

принадлежности:

надставные борта;

каркас тента и тент;

скамейки для перевозки людей в кузове;

ящик с инструментами;

утеплительный капот;

набор емкостей и приспособлений для заправки топливных баков автомобиля и для смены масла в агрегатах;

запасные части, в том числе запасные колеса, а также приспособления для подъема и крепления запасного колеса.

Предметы, улучшающие условия работы обслуживающего персонала и обеспечивающие безопасность обслуживания:

бачок питьевой воды;

медицинская аптечка;

огнетушитель;

знак аварийной остановки;

упоры противооткатные.

Оборудование — дополнительные узлы, агрегаты и устройства, встроенные в автомобиль, необходимые для эксплуатации в соответствии с назначением автомобиля:

механизм отбора мощности;

кран гидравлический подъемный;

устройства для опрокидывания кузова;

лебедка;

грузоподъемный задний борт;
система регулирования давления в шинах;
подогреватель двигателя;
независимый отопитель кабины;
кондиционер кабины или кузова;
холодильник.

П р и м е ч а н и е. Полный перечень заправки, снаряжений и оборудования, входящего в комплект, должен быть приведен в технической документации на каждую модификацию автомобиля.

ОГЛАВЛЕНИЕ

1. Общие положения	3
2. Определение показателей масс с помощью весов	12
3. Определение показателей масс с помощью платформы и динамометра	15
4. Определение параметров статической устойчивости	18
5. Задание необходимого числа наблюдений	19
6. Обработка и представление результатов измерений	20
7. Определение зачетных значений показателей масс	23
Литература	24
Приложения	25

Учебное издание

Вержбицкий Александр Николаевич

ПОКАЗАТЕЛИ МАСС АВТОМОБИЛЕЙ

Редактор *В.М. Царев*

Корректор *Л.Н. Петрова*

Компьютерная верстка *В.И. Товстоног*

Подписано в печать 25.11.2009. Формат 60×84/16.

Усл. печ. л. 2,33. Тираж 100 экз. Изд. № 113.

Заказ

Издательство МГТУ им. Н.Э. Баумана.

Типография МГТУ им. Н.Э. Баумана.

105005, Москва, 2-я Бауманская ул., 5.