

СОГЛАСОВАНО
Заместитель генерального директора,
Руководитель Метрологического центра
ООО «Автопрогресс-М»



В.Н. Абрамов

«27» июля 2022 г.

МП АПМ 43-21

«ГСИ. Стенды тормозные Hofmann. Методика поверки»

1 Общие положения

Настоящая методика поверки применяется для поверки стендов тормозных Hofmann (далее – стенды), производства Snap-on Equipment S.r.l. a Unico Socio, Италия, используемых в качестве рабочих средств измерений и устанавливает методы и средства их первичной и периодической поверки.

1.1 В результате поверки должны быть подтверждены следующие метрологические требования, приведенные в таблице 1.

Таблица 1 – Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение		
	413-BR	416-BR, 420-BR	
Диапазон измерений тормозной силы, кН	от 0 до 30	от 0 до 40	
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений тормозной силы, %	±3		
Диапазон измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось, т	от 0 до 13	от 0 до 16	от 0 до 20
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось, %	±3		
Диапазон измерений усилий на органах управления, Н	от 0 до 1000		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений усилий на органах управления, %	±7		
Диапазон измерений давления сжатого воздуха, МПа	от 0 до 1		
Пределы допускаемой относительной погрешности измерений давления сжатого воздуха, %	±5		

1.2 Стенды до ввода в эксплуатацию, а также после ремонта подлежат первичной поверке, в процессе эксплуатации – периодической поверке.

1.3 Первичной поверке подвергается каждый экземпляр стендов.

1.4 Периодической поверке подвергается каждый экземпляр стендов, находящегося в эксплуатации, через межповерочные интервалы.

1.5 Выполнение всех требований настоящей методики обеспечивает прослеживаемость поверяемого средства измерений к следующим государственным первичным эталонам:

ГЭТ 32-2011 – Государственный первичный эталон единицы силы в соответствии с Государственной поверочной схемой для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии № 2498 от «22» октября 2019 г.

1.6 В методике поверки реализованы следующие методы передачи единиц: методы прямых и косвенных измерений.

2 Перечень операций поверки средств измерений

Для поверки стендов должны быть выполнены операции, указанные в таблице 2.

Таблица 2 – Операции поверки

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Внешний осмотр средства измерений	Да	Да	7
Подготовка к поверке и опробование средства измерений	Да	Да	8

Наименование операции поверки	Обязательность выполнения операции поверки при		Номер раздела (пункта) методики поверки, в соответствии с которым выполняется операция поверки
	первичной поверке	периодической поверке	
Проверка программного обеспечения средства измерений	Да	Да	9
Определение метрологических характеристик средства измерений	-	-	10
Определение диапазона и относительной погрешности измерений тормозной силы	Да	Да	10.1
Определение диапазона и относительной погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось	Да	Да	10.2
Определение диапазона и относительной погрешности измерений усилий на органах управления	Да	Да	10.3
Определение диапазона и относительной погрешности измерений давления сжатого воздуха	Да	Да	10.4
Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям	Да	Да	11

3 Требования к условиям проведения поверки

При проведении поверки должны соблюдаться следующие условия измерений:
 - температура окружающей среды, °С от +15 до +25.

4 Требования к специалистам, осуществляющим поверку

4.1 К проведению поверки допускаются специалисты организации, аккредитованной в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации на проведение поверки средств измерений данного вида, имеющие необходимую квалификацию, ознакомленные с руководством по эксплуатации и настоящей методикой поверки.

4.2 Для проведения поверки стенда достаточно одного поверителя.

5 Метрологические и технические требования к средствам поверки

При проведении поверки должны применяться средства поверки, приведенные в таблице 3.

Таблица 3 – Средства поверки

Операции поверки, требующие применение средств поверки	Метрологические и технические требования к средствам поверки, необходимые для проведения поверки	Перечень рекомендуемых средств поверки
Основные средства поверки		
10.1	Рабочий эталон единицы массы 4-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений массы, утвержденной Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» декабря 2018 г. N 2818 – гири	Гири классов точности E2, F1, F2, M1, M1-2, M2-3, M3 (рег. № 58020-14) Гири классов точности F1, F2, M1, M2 (рег. № 58048-14) Гири с номинальным значением массы 20 и 500 кг, класса точности M1 (рег. № 30728-05) Гири образцовые 4-го разряда параллелепипедные ГО-20 (рег. № 811-66)
10.2	Рабочий эталон 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «22» октября 2019 г. N 2498 - динамометр	Динамометры электронные ДМ-МГ4 (рег. № 49913-12)
10.3	Рабочий эталон 2-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений силы, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «22» октября 2019 г. N 2498 - динамометр	Динамометры электронные ДМ-МГ4 (рег. № 49913-12)
10.4	Рабочий эталон 3-го разряда по Государственной поверочной схеме для средств измерений избыточного давления до 4000 МПа, утвержденной приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от «29» июня 2018 г. N 1339 – калибратор, манометр цифровой, преобразователь давления	Преобразователь давления эталонный ПДЭ-020И-ДИ-190-В (рег. № 58668-14)
Вспомогательное оборудование		
10.1	Уровень брусковый	-
10.1-10.2	Калибровочное приспособление KVR 9t	-
10.4	Пресс ПУМ-6М	-
8, 9, 10.1	Средство измерений температуры окружающей среды: диапазон измерений от +15 до +25 °С, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,3 °С Средство измерений относительной влажности воздуха: диапазон измерений от 0 до 98 %, пределы допускаемой абсолютной погрешности ±0,1 %	Термогигрометр ИВА-6, модификация ИВА-6Н-Д, рег.№ 46434-11
Примечание – допускается использовать при поверке другие утвержденные и аттестованные эталоны единиц величин, средства измерений утвержденного типа и поверенные, удовлетворяющие метрологическим требованиям, указанным в таблице.		

6 Требования (условия) по обеспечению безопасности проведения поверки

При проведении поверки, меры безопасности должны соответствовать требованиям по технике безопасности согласно эксплуатационной документации на стенды и средства поверки, правилам по технике безопасности, действующим на месте проведения поверки.

7 Внешний осмотр средства измерений

При внешнем осмотре должно быть установлено соответствие стенды следующим требованиям:

- соответствие внешнего вида стенда описанию типа средств измерений;
- отсутствие механических повреждений и других дефектов, способных оказать влияние на безопасность проведения поверки или результаты поверки.

Если перечисленные требования не выполняются, стенд признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

8 Подготовка к поверке и опробование средства измерений

8.1 Перед проведением поверки должны быть выполнены следующие подготовительные работы:

- с помощью термогигрометра проверить соответствие условий окружающей среды требованиям, приведенным в п.3;
- проверить наличие действующих свидетельств о поверке на средства поверки;
- стенд и средства поверки привести в рабочее состояние в соответствии с их эксплуатационной документацией и выдержать при условиях, указанных в п.3 не менее 4 ч.;
- стенд и средства поверки должны быть установлены в условиях, обеспечивающих отсутствия механических воздействий (вибрация, деформация, сдвиги).


8.2 При опробовании должно быть установлено соответствие следующим требованиям:

- отсутствие качки и смещений неподвижно соединённых деталей и элементов;
- плавность движения подвижных деталей и элементов;
- правильность взаимодействия с комплектом принадлежностей;
- работоспособность всех функциональных режимов и узлов.

Если перечисленные требования не выполняются, стенд признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производят.

9 Проверка программного обеспечения средства измерений

Идентификация программного обеспечения (далее – ПО) выполняется в следующем порядке:

- запустить ПО «BR-VISUALIZE»;
- нажать на ;
- выбрать раздел «Info»;
- считать идентификационные данные ПО.

Идентификационные данные ПО должны соответствовать данным, приведённым в таблице 4.

Таблица 4 – Идентификационные данные программного обеспечения

Идентификационные данные (признаки)	Значение
Идентификационное наименование ПО	BR-VISUALIZE
Номер версии (идентификационный номер ПО)	не ниже 10.0
Цифровой идентификатор ПО	-

Если перечисленные требования не выполняются, стенд признают непригодным к применению, дальнейшие операции поверки не производятся.

10 Определение метрологических характеристик средства измерений

10.1 Определение диапазона и относительной погрешности измерений тормозной силы

Диапазон и относительная погрешность измерений тормозной силы определяются путём нагружения мотор-редуктора гириями при помощи калибровочного устройства KVR 9t (см. Приложение А).

Определение погрешности измерений тормозной силы колеса специальным калибровочным приспособлением KVR 9t проводится в следующей последовательности:

- включить стенд;
- установить калибровочное приспособление (далее – рычаг) на левый мотор-редуктор согласно эксплуатационной документации на стенд;
- вызвать тестовую программу проверки тормозных силоизмерительных датчиков;
- далее, следуя алгоритму программы, произвести измерения на левом измерительном устройстве;
- последовательно размещая на чашке рычага гири, масса которых в выбранной точке измерений приведена в таблице 5, считывать показания измеренной тормозной силы поверяемого стенда, при этом контролируя горизонтальность рычага уровнем брусковым;
- выполнить измерения в каждой выбранной точке диапазона не менее пяти раз, устанавливая соответствующий набор гирь и снимая его с чашки рычага. После проведения цикла измерений контролировать показания при нулевой нагрузке с показывающих приборов силоизмерительного устройства стенда. За результат измерений в выбранной точке диапазона принять среднее арифметическое значение по результатам пяти измерений;
- аналогичные измерения провести для правого мотор-редуктора;

Таблица 5

Прикладываемая масса, кг	Создаваемая тормозная сила $F_{\text{действ. Н}}$
3	2000
6	4000
9	6000
12	8000
15	10000
30	20000
39	26000
45 ¹⁾	30000
60 ²⁾	40000

1) - только для модификации 413-BR
2) - только для модификаций 416-BR, 420-BR

10.2 Определение диапазона и относительной погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось

Диапазон и относительная погрешность измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось, определяются при помощи калибровочного устройства KVR 9t (см. Приложение Б).

Определение погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось, специальным калибровочным приспособлением KVR 9t проводится в следующей последовательности:

- включить стенд;
- установить KVR 9t на раму левого блока роликов согласно эксплуатационной документации на стенд;
- обнулить показания эталонного динамометра, установленного в KVR 9t;
- вызвать тестовую программу проверки весоизмерительных датчиков;
- далее, следуя алгоритму программы, произвести измерения;

- последовательно, задавая домкратом через динамометр усилия, выбранные в соответствии с таблицей 6, на весоизмерительном устройстве левого блока роликов - $M_{действ}$, считывать показания измеренной массы транспортного средства, приходящейся на ось, испытываемого стенда;

Таблица 6

Показания стенда, кг	Показания эталонного динамометра, Н
для стендов модификации 413-BR	
10,2	100
2000	19620
3250	31882,5
4500	44145
6500	63765
для стендов модификации 416-BR	
10,2	100
2500	24525
4000	39240
6000	58860
8000	78480
для стендов модификации 420-BR	
100	100
3500	34335
5000	49050
7500	73575
10000	98100

- выполнить не менее пяти циклов измерений. После проведения цикла измерений контролировать показания при нулевой нагрузке с показывающих приборов весоизмерительного устройства стенда. За результат измерений в выбранной точке диапазона принять среднее арифметическое значение по результатам пяти измерений;
- аналогичные измерения провести для правого блока роликов.

10.3 Определение диапазона и относительной погрешности измерений усилий на органах управления

При определении диапазона и относительной погрешности измерений усилий на органах управления тормозными системами, выносной тензометрический датчик стенда, с помощью которого измеряются усилия на органах управления тормозными системами, необходимо установить в силовом приспособлении (см. рисунок 1).

Определение производить в следующей последовательности:

- выбрать режим калибровки датчика измерений усилий на органах управления;
- установить эталонный динамометр и датчик измерений усилий на органах управления в направляющие силовом приспособления так, чтобы ось приложения силы проходила через центры тензометрических элементов эталонного динамометра и датчика, как показано на рисунке 1;

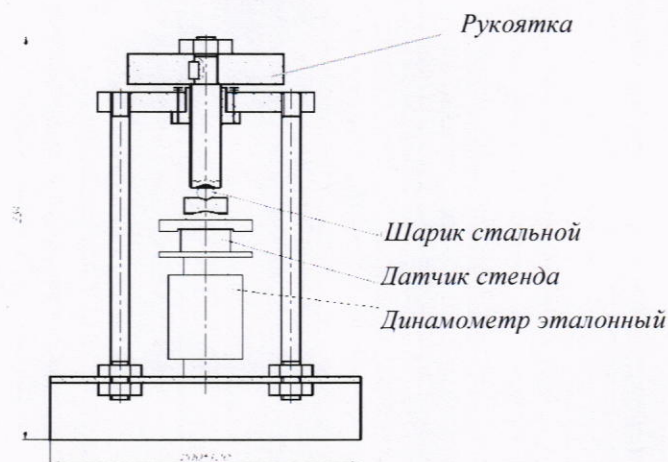


Рисунок 1 - Внешний вид силонажимного приспособления

- войти в тестовый режим согласно эксплуатационной документации на стенд;
- приложить максимально допустимую нагрузку на последовательно установленные динамометр эталонный и датчик измерений усилий на органах управления;
- выдержать датчик под установленной нагрузкой не менее 30 секунд;
- снять нагрузку;
- повторить процедуры нагрузки и разгрузки датчика не менее трех раз;
- сбросить (отъюстировать) показания датчика измерений усилий на органах управления на ноль в соответствии с эксплуатационной документацией на стенд;
- при этом при полностью выведенном из контакта рычаге силонажимного приспособления показание испытываемого сенда должно быть равно 0 Н;
- вращая рукоятку силонажимного приспособления, последовательно задавать на эталонном динамометре значение силы в 100 Н, 250 Н, 500 Н, 750 Н, 1000 Н, одновременно считывая показания испытываемого сенда в каждой точке;
- в каждой выбранной точке диапазона измерения повторить не менее пяти раз.

10.4 Определение диапазона и относительной погрешности измерений давления сжатого воздуха

Определение относительной погрешности измерений давления сжатого воздуха в пневматическом приводе производится при помощи устройства задания давления и образцового манометра.

- смонтировать датчик давления сжатого воздуха в устройство задания давления;
- через интерфейс пользователя ПО в соответствии с эксплуатационной документацией вывести показания измеряемого давления;
- при помощи устройства задания давления установить по образцовому манометру значения давления в 100% от верхнего предела измерений давления сенда. Важно, чтобы при этом скорость изменения давления не должна превышать 10 % от верхнего предела измерений давления сенда в секунду;
- выдержать датчик под установленной нагрузкой не менее 30 секунд;
- снять нагрузку;
- последовательно повысить давление до 20, 40, 60, 80 и 100% от верхнего предела измерений давления сенда, производя при этом считывания значения $N_{изм}$;
- сбросить давление до 0;
- провести вышеописанный цикл измерений не менее трех раз.

11 Подтверждение соответствия средства измерений метрологическим требованиям

11.1 Определить относительную погрешность измерений тормозной силы колеса в следующей последовательности:

- в каждой выбранной точке диапазона вычислить среднее арифметическое значение $F_{\text{изм ср}}$ по результатам n измерений:

$$F_{\text{изм ср}} = \frac{\sum F_{\text{изм}i}}{n} \quad (1)$$

где n - количество измерений, выполненных в i -точке диапазона измерений.

- вычислить относительную погрешность измерений тормозной силы δ_1 в каждой точке по формуле:

$$\delta_1 = \frac{F_{\text{изм ср}} - F_{\text{дейст}}}{F_{\text{дейст}}} \times 100\% \quad (2)$$

где $F_{\text{изм}}$ – значение тормозной силы в выбранной точке диапазона измерений испытываемого стенда, Н;

$F_{\text{дейст}}$ – эталонное значение тормозной силы в выбранной точке диапазона измерений (определяется из таблицы 3), Н.

За окончательный результат принять наибольшее из полученных значений δ_1 .

Значения диапазона и относительной погрешности измерений тормозной силы измерений должны соответствовать значениям, приведённым в таблице 1.

11.2 Определить относительную погрешность измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось, δ_2 по формуле:

$$\delta_2 = \frac{M_{\text{изм ср}} - M_{\text{дейст}}}{M_{\text{дейст}}} \times 100\% \quad (3)$$

где $M_{\text{изм}}$ – измеренное значение массы в выбранной точке диапазона измерений, кг;

$M_{\text{дейст}}$ – заданное значение массы в выбранной точке, кг.

За окончательный результат принять наибольшее из полученных значений δ_2 .

Значения диапазона и относительной погрешности измерений тормозной силы в каждой группе измерений должны соответствовать значениям, приведённым в таблице 1.

11.3 Определить относительную погрешность измерений усилий на органах управления δ_3 по формуле:

$$\delta_3 = \frac{F_{\text{изм ср}} - F_{\text{дейст}}}{F_{\text{дейст}}} \times 100\% \quad (4)$$

где $F_{\text{изм}}$ – измеренное значение усилия в выбранной точке диапазона измерений, Н;

$F_{\text{дейст}}$ – действительное значение усилия в выбранной точке, задаваемое на эталонном динамометре, Н.

За окончательный результат принять наибольшее из полученных значений δ_3 .

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон измерений усилий на органах управления соответствует значениям от 0 до 1000 Н, а полученное значение относительной погрешности измерений усилий на органах управления в диапазоне измерений не превышает $\pm 7\%$.

11.4 Определить относительную погрешность измерений давления сжатого воздуха δ_4 по формуле:

$$\delta_4 = \frac{N_{\text{изм}} - N_{\text{дейст}}}{N_{\text{дейст}}} \times 100\% \quad (5)$$

где $N_{\text{изм}}$ – значение давления испытываемого стенда в выбранной точке, МПа;

$N_{\text{дейст}}$ – значение давления согласно показаниям образцового манометра в выбранной точке, МПа.

За окончательный результат принять наибольшее значение δ_4 , полученное из этих вычислений.

Результаты поверки по данному пункту считать положительными, если диапазон измерений давления сжатого воздуха соответствует значениям от 0 до 1 МПа, а полученное значение относительной погрешности измерений давления сжатого воздуха в диапазоне измерений не превышает $\pm 5\%$.

Если требования данного пункта не выполняются, стенд признают непригодным к применению.

12 Оформление результатов поверки

12.1 Результаты поверки оформляются протоколом, составленным в виде сводной таблицы результатов поверки по каждому пункту разделов 7 - 11 настоящей методики поверки.

12.2 Сведения о результатах поверки средств измерений в целях подтверждения поверки должны быть переданы в Федеральный информационный фонд по обеспечению единства измерений.

12.3 При положительных результатах поверки стенд признается пригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдается свидетельство о поверке установленной формы. Нанесение знака поверки на средство измерений не предусмотрено.

12.4 При отрицательных результатах поверки, стенд признается непригодным к применению и по заявлению владельца средств измерений или лица, представляющего средства измерений на поверку, выдаётся извещение о непригодности установленной формы с указанием основных причин.

Инженер 2 категории
ООО «Автопрогресс – М»



С.К. Нагорнов

Приложение А
(Обязательное)

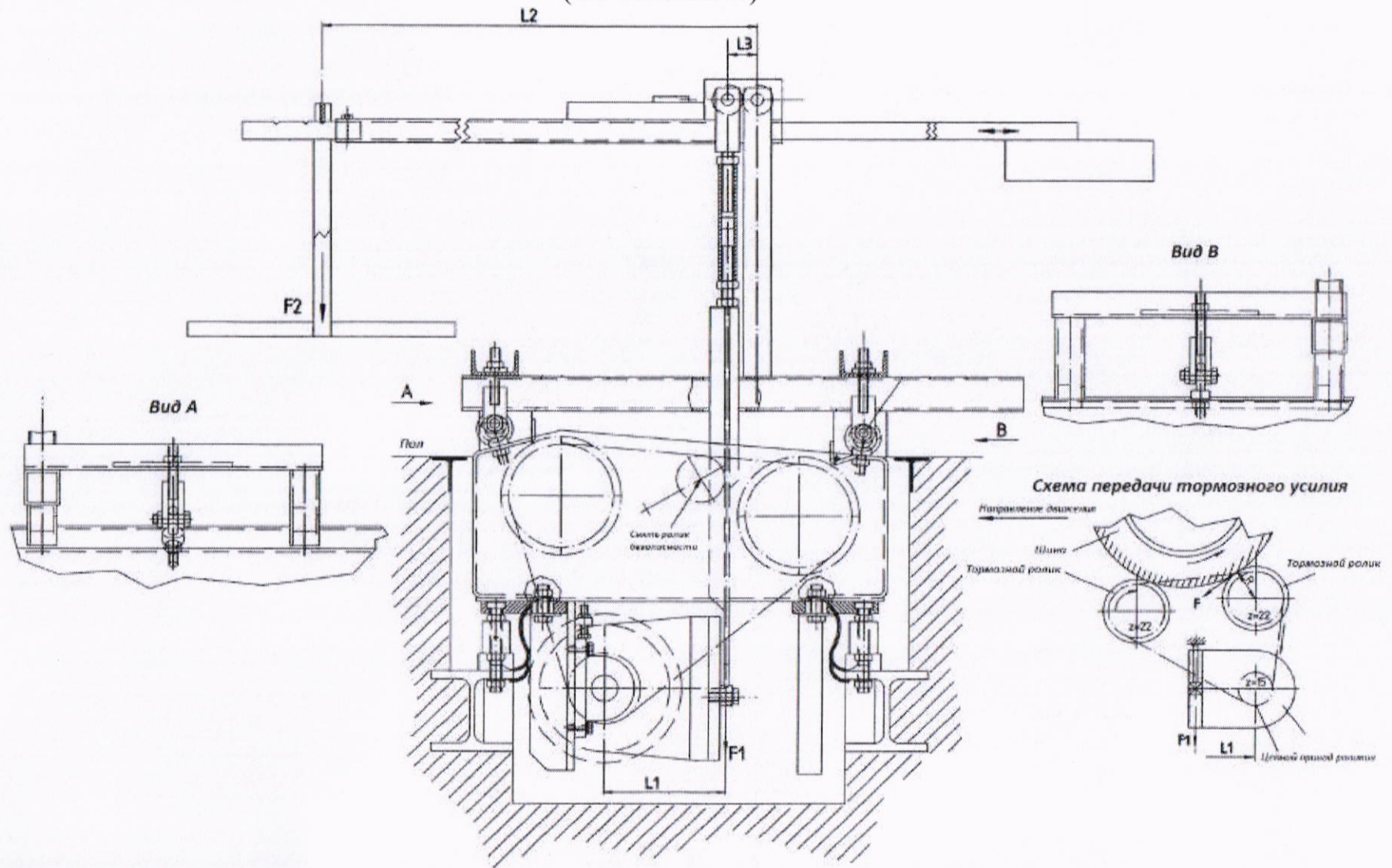


Рисунок А.1 – Определение диапазона и относительной погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось при помощи калибровочного устройства KVR 9t

Приложение Б
(Обязательное)

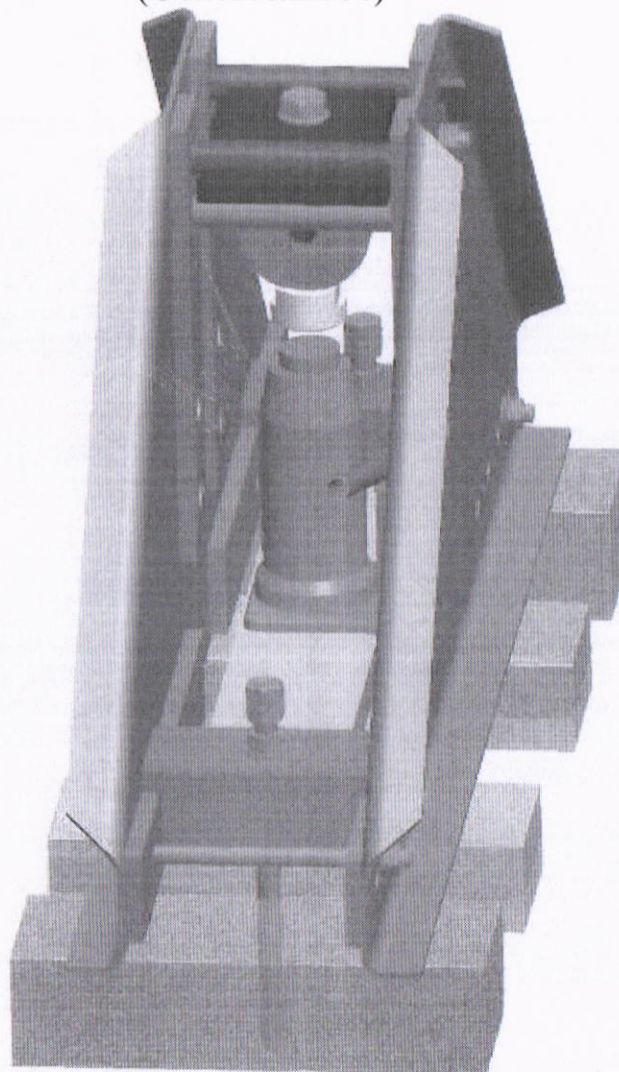


Рисунок Б.1 - Определение диапазона и относительной погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось при помощи калибровочного устройства KVR 9t

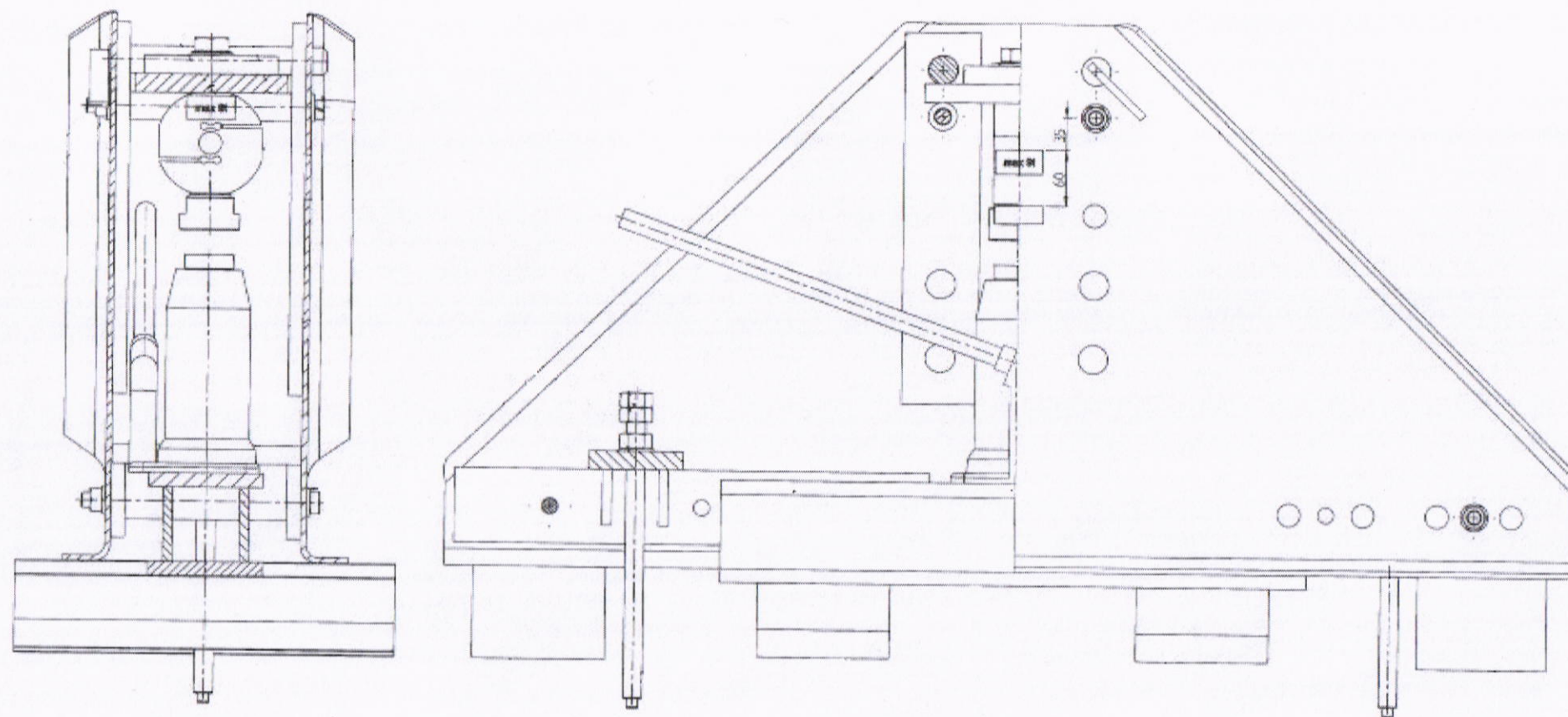


Рисунок Б.2 - Определение диапазона и относительной погрешности измерений массы транспортного средства, приходящейся на ось при помощи калибровочного устройства KVR 9t