

Федеральное государственное унитарное предприятие
«Всероссийский научно-исследовательский институт метрологии
им. Д. И. Менделеева» ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»

Утверждаю
И. о. директора
ФГУП «ВНИИМ им. Д. И. Менделеева»
А. Н. Пронин
М. п. «21» марта 2019 г.



Государственная система обеспечения единства измерений
СТЕНДЫ РОЛИКОВЫЕ МОЩНОСТНЫЕ СЕРИЙ LPS, FPS И MSR

Методика поверки

МП 253-0153-2019

Руководитель НИО
А. Ф. Остривной

Руководитель НИО
А. А. Янковский

Заместитель
руководителя НИО
Д. Б. Пухов

г. Санкт-Петербург

2019 г.

Оглавление	
ВВЕДЕНИЕ	3
1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ	4
2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ	4
3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ	5
4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ	5
5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ	5
5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5
5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения	6
5.3 Опробование	6
5.4 Определение абсолютной погрешности измерений скорости.	6
5.5 Проверка диапазона измерений скорости	8
5.6 Определение приведённой погрешности измерений тягового усилия	8
5.7 Проверка диапазона измерений тягового усилия	10
5.8 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения	10
5.9 Проверка диапазона измерений частоты вращения	11
6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ	11
ПРИЛОЖЕНИЕ А	12

ВВЕДЕНИЕ

1. Настоящая методика поверки распространяется на стенды роликовые мощностные серий LPS, FPS и MSR (далее по тексту - стенды), изготовленные МАНА Maschinenbau Haldenwang GmbH & Co.KG, Германия, и устанавливает объём и порядок проведения поверки.

Интервал между поверками – 2 года.

2. Методикой поверки предусмотрена возможность проведения поверки отдельных измерительных каналов и (или) отдельных автономных блоков из состава средства измерений для меньшего числа измеряемых величин или на меньшем числе поддиапазонов измерений.

3. Перед началом работы необходимо ознакомиться с настоящей методикой поверки, эксплуатационной документацией на стенды, средства измерений и оборудования, используемых при проведении поверки.

В тексте настоящей методики используются следующие сокращения:

КТС – колёсные транспортные средства;

РЭ – руководство по эксплуатации;

МП – методика поверки.

1 ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

1.1 При проведении поверки должны выполняться операции, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции при проведении поверки

Наименование операции	Номер пункта	Обязательность проведения операции при поверке	
		Первичной	Периодической
1	2	3	4
Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки	5.1	да	да
Подтверждение соответствия программного обеспечения	5.2	да	да
Опробование	5.3	да	да
Определение абсолютной погрешности измерений скорости	5.4	да	да
Проверка диапазона измерений скорости	5.5		
Определение приведённой погрешности измерений тягового усилия	5.6	да	да
Проверка диапазона измерений тягового усилия	5.7	да	да
Определение относительной погрешности измерений частоты вращения	5.8	да	да
Проверка диапазона измерений частоты вращения	5.9	да	да
Оформление результатов поверки	6	да	да

2 СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны применяться средства измерений, указанные в таблице 2, имеющие свидетельства о поверке с неистекшим сроком действия.

Таблица 2 – Перечень средств измерений

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.4 – 5.5	Штангенциркуль ШЦ-II	Диапазон измерений от 0 до 500 мм. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,1$ мм, рег. № 72189-18
5.4 – 5.5	Рулетка измерительная металлическая Geobox модификации РК2-8	Верхний предел измерений 8 м. 2 класс точности. Допускаемое отклонение действительной длины интервалов шкалы менее одного метра $\pm 0,3$ мм, рег. № 36016-07
5.8 – 5.9	Генератор сигналов специальной формы Г6-37	Диапазон частот от 0,001 Гц до 20 МГц, Пределы допускаемой относительной основной погрешности в диапазоне частот от 0,1 Гц до 100кГц $\delta = \pm 2\%$, рег. № 10630-86

Номер пункта МП	Наименование средства поверки и его тип	Основные метрологические характеристики
5.4-5.5,	Тахометр АТТ серии 6000	Диапазон измерений частоты вращения от 10 до 10 ⁵ об/мин, пределы допускаемой относительной погрешности $\pm(0,1\%+2 \text{ е.м.р.})$, рег. № 27264-11
5.6 – 5.7	Весы электронные настольные МК-32.2-А20	Диапазон измерений от 0,1 до 32,2 кг. Пределы допускаемой абсолютной погрешности $\pm 15 \text{ г}$, рег. № 55369-13
5.3 – 5.9	Термогигрометр электронный CENTER модели 310	Диапазон измерений температуры от минус 20 до плюс 60, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений температуры $\pm 0,7^\circ\text{C}$, пределы допускаемой абсолютной погрешности результата измерений относительной влажности $\pm 3 \%$, рег. №22129-09

Допускается применение других средств измерений, обеспечивающих требуемый запас точности (не менее 1/3), со свидетельствами о поверке с неистекшим сроком действия.

3 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

3.1 При поверке должны выполняться требования техники безопасности, определяемые:

– ПОТ Р О-14000-001-98 «Правила по охране труда на предприятиях и в организациях машиностроения»;

– ГОСТ 12.2.007.0–75 «Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Изделия электротехнические. Общие требования безопасности (с Изменениями № 1, 2, 3, 4)» – требования техники безопасности для защиты персонала от поражения электрическим током согласно классу I;

– правила безопасности труда и пожарной безопасности, действующие на предприятии.

3.2 К поверке допускаются лица, аттестованные на право проведения поверки, изучившие эксплуатационную документацию на поверяемые стенды и средства поверки и прошедшие инструктаж по технике безопасности.

4 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

4.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

4.1 При проведении поверки соблюдают следующие условия:

- температура окружающего воздуха, °C от +15 до +25
- относительная влажность окружающего воздуха, %, не более 85
- атмосферное давление, кПа от 84 до 107

4.2 При подготовке к поверке, средства поверки и вспомогательное оборудование должны быть подготовлены в соответствии с указаниями эксплуатационной документации.

5 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

5.1 Внешний осмотр, проверка комплектности и маркировки

При внешнем осмотре должно быть установлено:

- отсутствие механических повреждений на корпусах составных частей стенда;

- соответствие соединений всех блоков стенда требованиям РЭ;

При проверке комплектности должно быть установлено её соответствие перечню, приведённому в РЭ на стенд.

При проверке маркировки должно быть установлено:

- наличие маркировки на корпусах блоков стенда;

- соответствие информации, приведённой на шильдике стенда, информации, приведённой в РЭ.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.1, если он соответствует перечисленным требованиям.

5.2 Подтверждение соответствия программного обеспечения

Подтверждение соответствия программного обеспечения (ПО) проводят визуально путем контроля идентификационного наименования и номера версии ПО на экране персонального компьютера (далее – ПК).

5.2.1 Включить стенд в соответствии с РЭ.

5.2.2 После включения на экране ПК отобразится информация о ПО.

5.2.3 Сличить идентификационные данные ПО с данными, приведёнными в таблице 3 для данной модификации стенда

Таблица 3 – Идентификационные данные ПО стенда

Идентификационные признаки	Значение		
Идентификационное наименование ПО	LPS	FPS 2700/5500	MSR
Номер версии (идентификационный номер) ПО	1.00.000 и выше	2.00.000 и выше	3.00.000 и выше

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.2, если наименование и версия ПО соответствуют идентификационным данным программного обеспечения, приведённым в таблице 3.

5.3 Опробование

При проведении опробования должна быть установлена работоспособность стенда.

Проверку работоспособности стенда проводят в соответствии с требованиями, нормами и методами, установленными в РЭ стенда.

При проверке определяют:

- возможность включения, выключения и функционирования стенда;

- работоспособность органов регулирования и управления;

- срабатывание защиты, аварийной сигнализации и блокировки;

- функционирование индикаторных устройств.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.3, если установлена его работоспособность.

5.4 Определение абсолютной погрешности измерений скорости.

Определение абсолютной погрешности измерений скорости проводят в два этапа. На первом этапе определяют диаметр роликов стенда, на втором определяют их частоту вращения.

5.4.1 Определение диаметра роликов

5.4.1.1 Подготовить стенд к проведению поверки в режиме измерения скорости:

- снять защитный кожух и подготовить доступ к месту закрепления ролика на стенде (рис. 1);

- удалить загрязнения, ржавчину и другие посторонние фракции с поверхности роликов;



Рисунок 1 – Расположение ролика на стенде

5.4.1.2 Провести измерение диаметра ролика стенда не менее трёх раз ($j=3$).

5.4.1.3 Определить среднее значение результата измерений диаметра ролика по формуле:

$$d_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 d_{i,j} \quad (1)$$

где

$d_{i,j}$ – j -ый результат измерений диаметра ролика стенда;

i – индекс, соответствующий номеру ролика, $i = 1, 2, 3$ и 4.

5.4.1.4 Определить отклонение рассчитанного диаметра ролика d_i от номинального значения ($d_{\text{ном.}}$). Номинальное значение диаметра ролика стенда выбирается из ЭД стенда данной модификации.

$$\Delta_i = d_i - d_{\text{ном.}} \quad (2)$$

5.4.1.5 Выполнить операции пп.5.4.1.2 – 5.4.1.4 для всех рабочих роликов стенда.

5.4.1.6 Из всех полученных Δ_i выбрать максимальное значение из условия:

$$\Delta = \max(\Delta_1, \Delta_2, \Delta_3, \Delta_4) \quad (3)$$

Полученное значение не должно превышать 3 мм.

5.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений скорости

При проведении измерений, значения скорости на роликах устанавливаются с помощью ПО управления стендом в диапазоне от начального значения до значения верхнего предела измерений в соответствии с поверяемой модификацией стенда. Шаг установки скорости выбирают из условий получения не менее пяти точек ($i=5$), равномерно распределённых в диапазоне измерений для поверяемой модификации стенда.

5.4.2.1 Подготовить стенд к работе в режиме измерений скорости движения КТС.

5.4.2.2 Нанести светоотражающую метку на ролик стенда.

5.4.2.3 Задать первое значение скорости $V_{i=1} = 5 \frac{\text{км}}{\text{ч}}$.

5.4.2.4 С помощью тахометра провести измерение частоты вращения ролика стенда $N_{j=1}$ и полученный результат занести в таблицу 4. Измерение провести не менее трёх раз ($j=3$).

5.4.2.5 Определить скорость для измеренной частоты вращения по формуле 4 и полученный результат занести в таблицу 4.

Таблица 4 - Результаты измерений скорости

V_i , км/ч	N_j , об/мин.			N_i , об/мин.	$V_{расч.i}$, км/ч	Δ_i , км/ч
	N_1	N_2	N_3			
$V_{i=1}$						
$V_{i=2}$						
$V_{i=3}$						
$V_{i=4}$						
$V_{i=5}$						

$$V_{расч.i} = \pi \cdot d_{ном} \cdot N_i \cdot 6 \cdot 10^{-5} \quad (4)$$

$$N_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 N_{i,j}$$

где

$V_{расч.i}$ – рассчитанная скорость, км/ч;

$d_{ном}$ – диаметр ролика стенда, мм;

N_i – частота вращения ролика стенда при заданной скорости V_i , об/мин.;

i – индекс от 1 до 5.

5.4.2.6 Рассчитать абсолютную погрешность измерений скорости Δ_i , по формуле 4

$$\Delta_i = V_i - V_{расч.i} \quad (5)$$

5.4.2.7 Выполнить пункты 5.4.2.3 – 5.4.2.6 для всех заданных значений скорости.

5.4.2.8 Из всех рассчитанных значений Δ_i выбрать максимальное из условия

$$\Delta_v = \max|\Delta_i| \quad (6)$$

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.4, если полученное значение абсолютной погрешности измерений скорости для любой модификации стенда не более 2 км/час.

5.5 Проверка диапазона измерений скорости

При выполнении требований пункта 5.4 МП за диапазон измерений скорости принять диапазон от $V_{i=1}$ до $V_{i=5}$.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.5, если абсолютная погрешность измерений скорости для любой модификации стенда не более 2 км/час в диапазоне от $V_{i=1}$ до $V_{i=5}$.

5.6 Определение приведённой погрешности измерений тягового усилия

При проведении измерений, значение тягового усилия задаётся с помощью калибровочного рычага и контрольных грузов в диапазоне от $(F_1^{зад})$ до значения верхнего предела измерений $(F_m^{зад})$ в соответствии с поверяемой модификацией стенда. Шаг установки тягового усилия определяется конструкцией рычага.

Схемы установки калибровочных рычагов для различных модификаций стендов приведены в ПРИЛОЖЕНИИ А.

5.6.1 Подготовить стенд к работе в режиме измерений тягового усилия.

5.6.2 Провести взвешивание контрольных грузов. Масса контрольного груза не должна отличаться от номинала, указанного в руководстве по эксплуатации, более чем на 100 г.

5.6.3 При помощи линейки проверить правильность разметки калибровочного рычага. Метки на плече рычага должны быть нанесены с погрешностью, не превышающей 1 мм от номинальных значений.

5.6.4 Закрепить калибровочный рычаг к статору вихревого тормоза в соответствии со схемой, приведённой в ПРОЛОЖЕНИИ А. Начальное положение контрольного груза такое, при котором тяговое усилие, создаваемое калибровочным рычагом, будет минимальным. Горизонтальное положение рычага контролировать по пузырьковому уровню.

5.6.5 Включить стенд. В ПО стенда войти в режим «ПОСТОЯННОЕ ТЯГОВОЕ УСИЛИЕ».

5.6.6 С помощью ПО стенда провести измерение первого значения тягового усилия $F_{i,j}^{\text{изм}}$. Измерения провести не менее трёх раз ($j=3$). Полученный результат занести в таблицу 5.

5.6.7 Переместить контрольный груз по калибровочному рычагу в направлении увеличения усилия до следующей метки. Для данного положения определить тяговое усилие $F_{i,j}^{\text{изм}}$. Измерения провести не менее трёх раз ($j=3$). Полученный результат занести в таблицу 5.

В случае поверки стенда, в котором конструктивно применяется рычаг с одной точкой подвеса и набором калибровочных грузов, увеличение усилия достигается в результате последовательной установки и снятия грузов из набора на чашку рычага калибровочного приспособления.

5.6.8 Рассчитать среднее значение тягового усилия по формуле 7 и полученный результат занести в таблицу 5.

$$F_i^{\text{изм}} = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 F_{i,j}^{\text{изм}} \quad (7)$$

где

i – индекс, соответствующий числу меток на калибровочном рычаге.

Таблица 5 - Результаты измерений тягового усилия

$F_i^{\text{зад}}$, Н	$F_{i,j}^{\text{изм}}$, Н			$F_i^{\text{изм}}$, Н	γ_i , %
	$F_{i,1}^{\text{изм}}$	$F_{i,2}^{\text{изм}}$	$F_{i,3}^{\text{изм}}$		
$F_1^{\text{зад}}$					
$F_2^{\text{зад}}$					
$F_3^{\text{зад}}$					
$F_4^{\text{зад}}$					
$F_m^{\text{зад}}$					

5.6.9 Рассчитать приведённую погрешность измерений тягового усилия γ_i , по формуле:

$$\gamma_i = \frac{(F_i^{\text{зад}} - F_i^{\text{изм}})}{F_m} \cdot 100 \quad (8)$$

где

F_m – максимальное значение тягового усилия для данного стенда, Н;

$$F_i^{\text{зад}} = \frac{F_{\text{гр}} \cdot L_i}{R_i} \quad (9)$$

$F_{\text{гр}}$ – сила тяжести, определяемая массой калибровочного груза, кН;

L_i – расстояние от центра вращения ролика до i -ой метки калибровочного рычага, мм;

R_i – радиус ролика, определённый в п. 5.4, мм.

5.6.10 Выполнить пункты 5.6.5 – 5.6.9 для всех заданных значений тягового усилия из таблицы 5.

5.6.11 Из всех рассчитанных значений γ_i выбрать максимальное из условия

$$\gamma_F = \max|\gamma_i| \quad (10)$$

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.6, если полученное значение приведённой погрешности измерений тягового усилия для любой модификации стенда не более 2 %.

5.7 Проверка диапазона измерений тягового усилия

При выполнении требований пункта 5.6 МП за диапазон измерений тягового усилия принять диапазон от $F_{i=1}$ до F_m .

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.7, если приведённая погрешность измерений тягового усилия для любой модификации стенда не более 2 % в диапазоне измерений от $F_{i=1}$ до F_m .

5.8 Определение относительной погрешности измерений частоты вращения

Определение относительной погрешности при измерении частоты вращения коленчатого вала двигателя производить по схеме, представленной на рисунке 2.

При проведении измерений, частота вращения коленчатого двигателя имитируется с помощью генератора в диапазоне от начального значения до значения верхнего предела -15000 об/мин. Шаг установки частоты выбирают из условий получения не менее пяти точек ($i=5$), равномерно распределённых в диапазоне измерений.

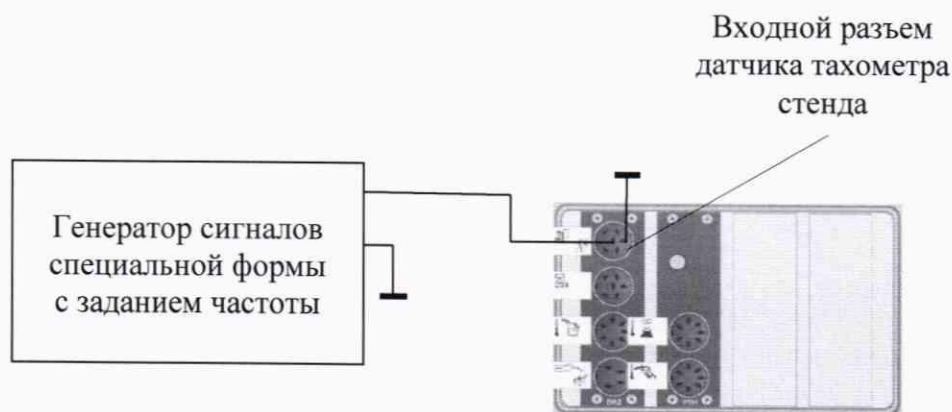


Рисунок 2 - Схема для определения погрешности измерения частоты вращения

5.8.1 Включить стенд. В ПО стенда войти в режим «ИЗМЕРЕНИЕ ЧАСТОТЫ ВРАЩЕНИЯ КОЛЕНЧАТОГО ВАЛА ДВУХ ТАКТОВОГО ДВИГАТЕЛЯ».

5.8.2 Подключить генератор в соответствии с рисунком 2.

5.8.3 Установить следующие параметры выходного сигнала генератора:

- форма выходного сигнала прямоугольные импульсы положительной полярности;

- амплитуда импульса 4 ± 1 В

5.8.4 Установить частоту выходного сигнала генератора, соответствующую первому значению F_r в таблице 6.

Таблица 6 – Результаты измерений частоты вращения

$F_i^{\text{зад.}}, \text{Гц}$	$N_{i,j}, \text{об/мин}$			$\bar{N}_i, \text{об/мин}$	$N_i^{\text{зад.}}, \text{об/мин}$	$\delta_i, \%$
	N_1	N_2	N_3			
0					0	
10					600	
50					3000	
100					6000	
200					12000	
250					15000	

5.8.5 С помощью ПО стенда провести измерение частоты вращения $N_{i,1}$, ($j=1$) и полученный результат занести в таблицу 6. Измерение провести не менее трёх раз ($j=3$).

5.8.6 Рассчитать среднее значение измеренной частоты вращения по формуле 11 и полученный результат занести в таблицу 6.

$$\bar{N}_i = \frac{1}{3} \sum_{j=1}^3 N_{i,j} \quad (11)$$

5.8.7 Определить относительную погрешность измерений частоты вращения по формуле:

$$\delta_i = \frac{(\bar{N}_i - N_i^{\text{зад.}})}{N_i^{\text{зад.}}} \cdot 100 \quad (12)$$

где

$\bar{N}_i$ – среднее значение результата измерений частоты вращения, об/мин.;

$N_i^{\text{зад.}}$ – заданное значение частоты вращения, об/мин.;

5.8.8 Выполнить операции пп.5.8.3 – 5.8.7 для всех значений частот, приведённых в таблице 6.

5.8.9 Из всех рассчитанных значений γ_i выбрать максимальное из условия

$$\delta = \max |\gamma \delta_i| \quad (13)$$

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.8, если полученное значение погрешности измерений частоты вращения не более 2,5 %.

5.9 Проверка диапазона измерений частоты вращения

При выполнении требований пункта 5.8 МП за диапазон измерений частоты вращения принять диапазон от 0 до 15000 об/мин.

Стенд считается прошедшим поверку по пункту 5.9, если диапазон измерений частоты вращения для любой модификации стенда от 0 до 15000 об/мин.

6. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

6.1 При положительных результатах поверки, проведённой в соответствии с настоящей методикой, оформляется протокол поверки и выдаётся свидетельство о поверке. Знак поверки наносится на свидетельство о поверке.

6.2 При отрицательных результатах поверки стенд к применению не допускается и на него оформляется извещение о непригодности.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

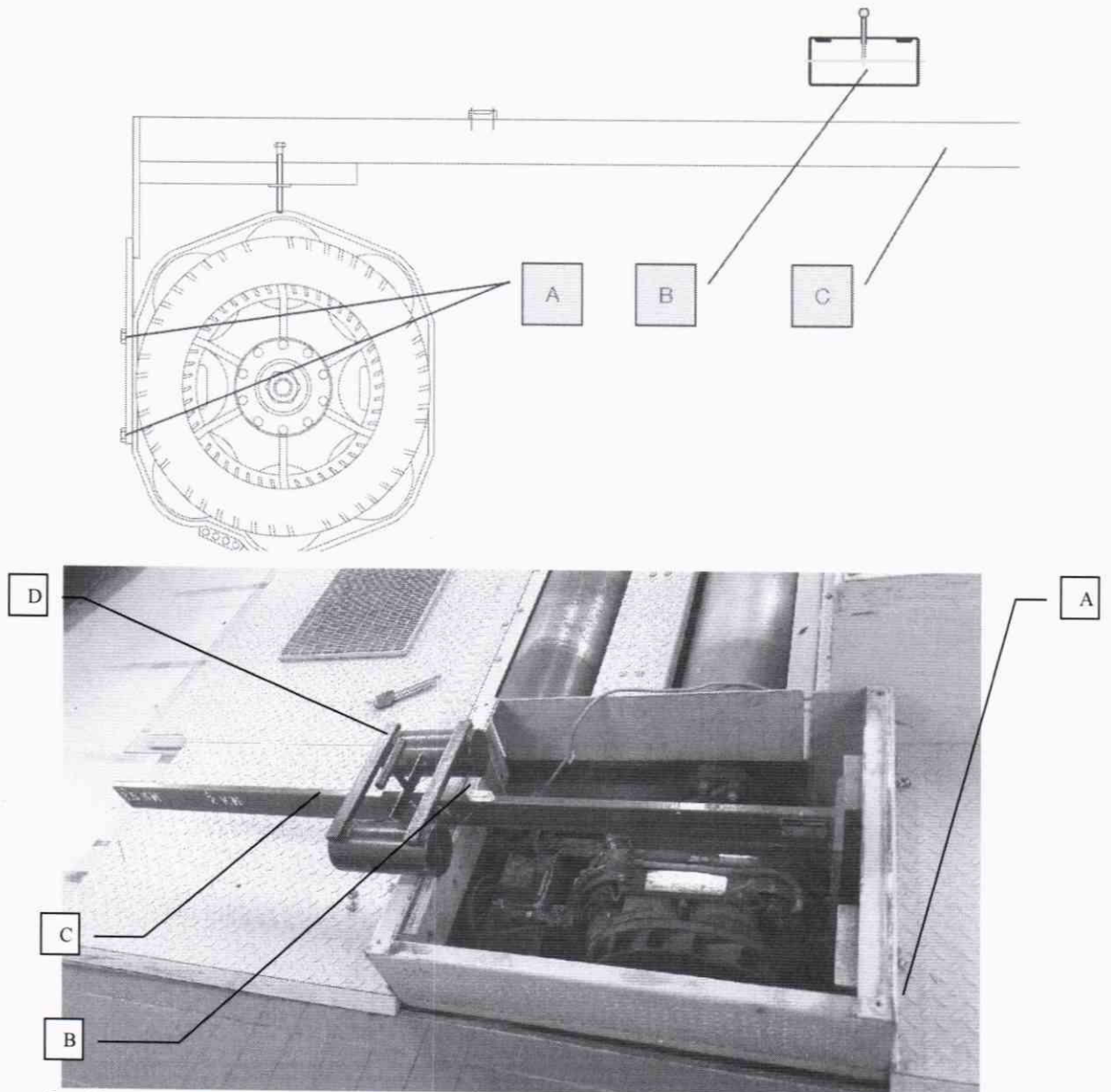


Рисунок 2 - Схема установки калибровочного рычага для модификации LPS 3000, MSR 1000, MSR 1050. (А – монтажный кронштейн; В - калибровочный груз; С – калибровочный рычаг; D – пузырьковый уровень)

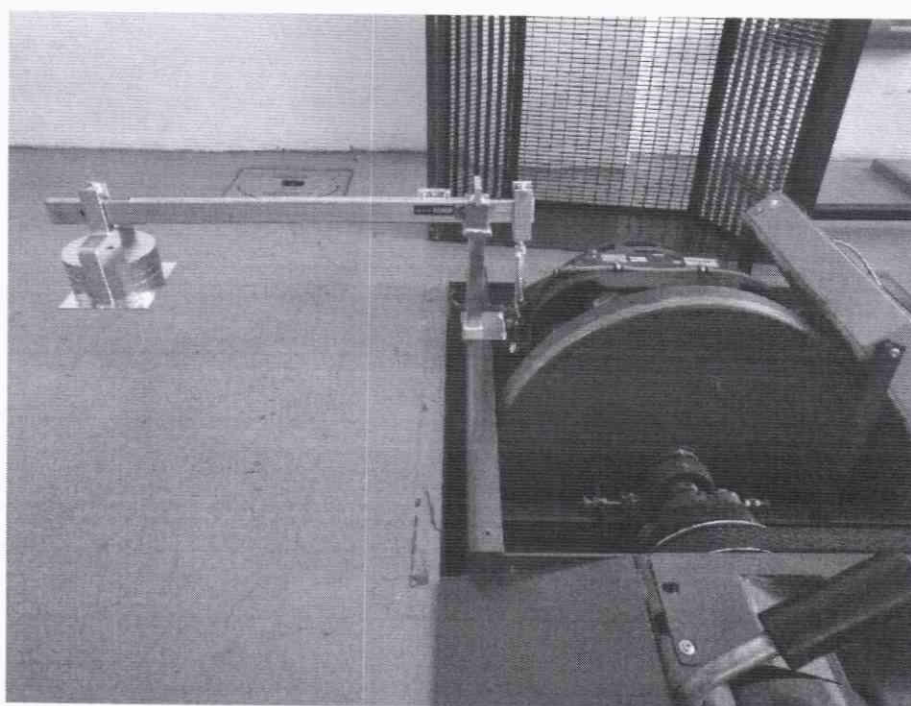
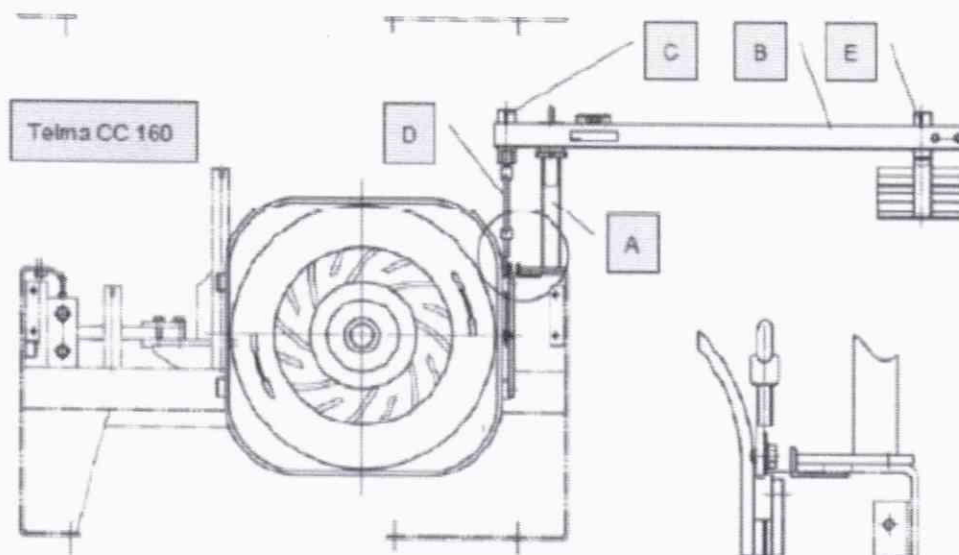


Рисунок 3 - Схема установки калибровочного рычага для модификаций FPS 2700/5500 (А – опора калибровочного рычага; В - калибровочный рычаг; С - кронштейн; D - резьбовая тяга; Е – калибровочные грузы)

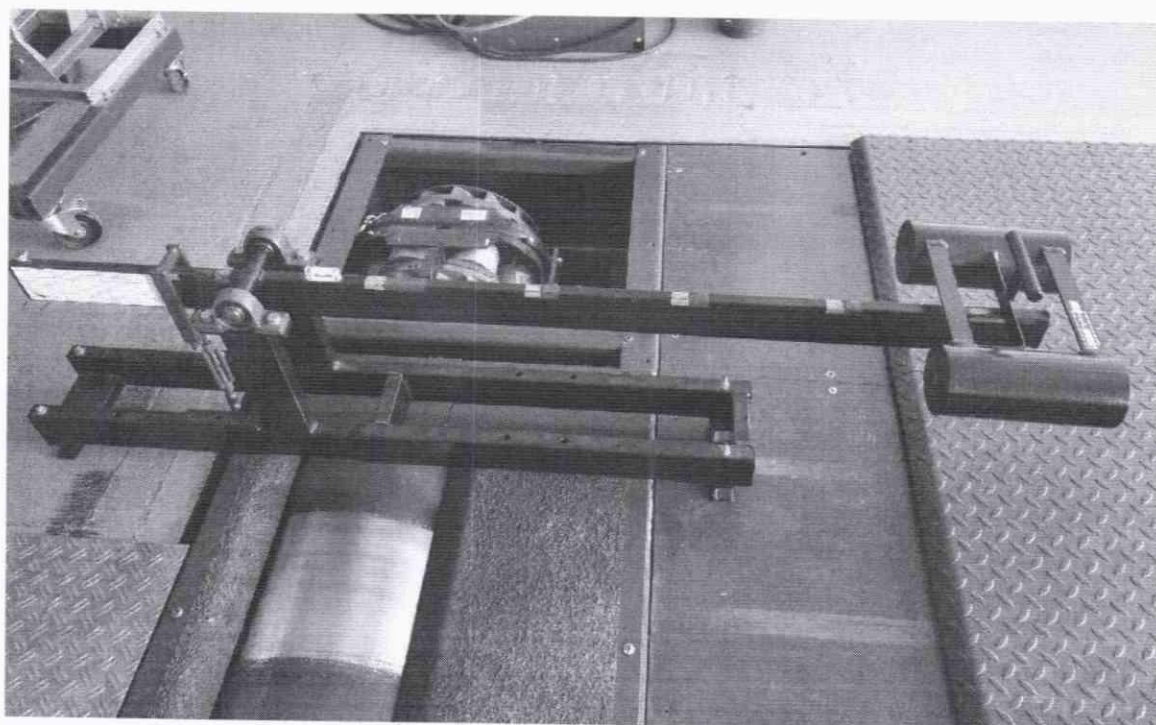
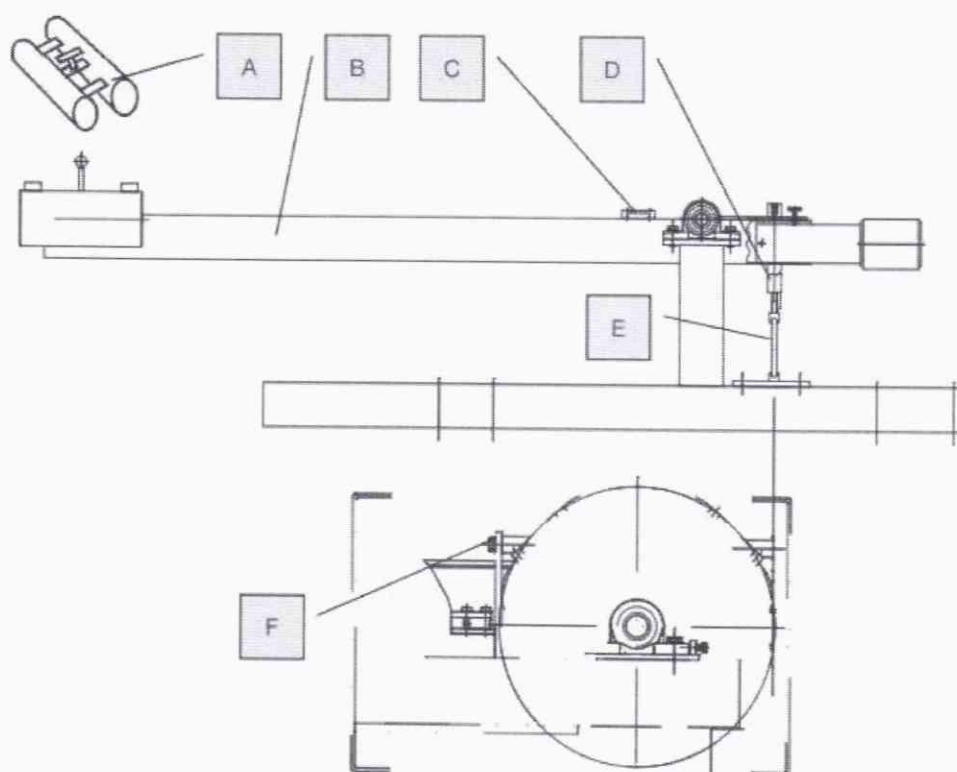


Рисунок 4 - Схема установки калибровочного рычага для модификации MSR 500 и MSR 400.
(А - калибровочный вес; В - калибровочный рычаг; С - пузырьковый уровень; D - резьбовая тяга; Е - гибкая тяга; F – винт)

- Telma CC 160
- Pentar P7.1
- Frenelsa F16-160

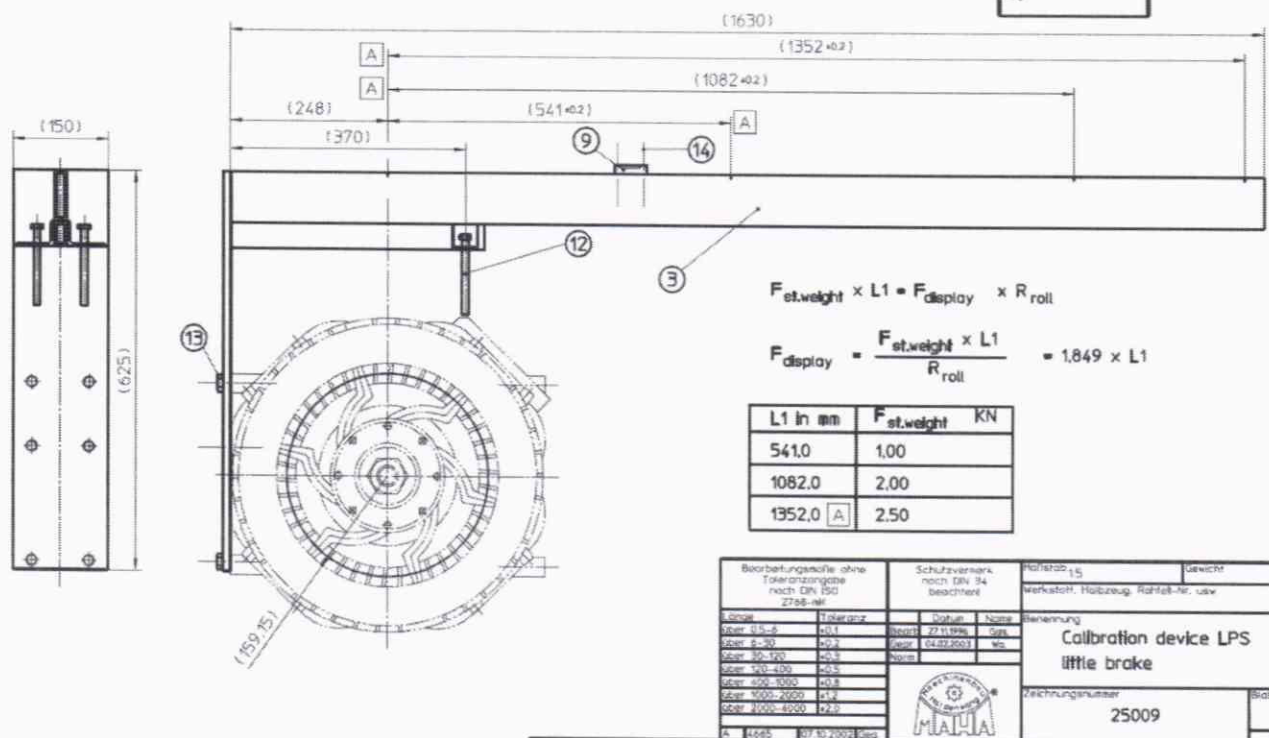


Рисунок 5 - Схема расположения меток на калибровочном рычаге