

Утверждаю

Генеральный директор
ЗАО «Энергоприбор»



Б.Б. Феофанов

2009г.

Согласовано

Руководитель ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»



Н.И. Ханов

2009г.

АППАРАТУРА

технологического контроля параметров и защиты
энергетических турбоагрегатов ЛМЗ–97.09С

Методика поверки
ЯШМИ.402243.201 МП

кр. 18012-09

Руководитель лаборатории
ГЦИ СИ ФГУП
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»

_____ В.Я. Смирнов

«___» _____ 200 г.

Санкт-Петербург
2009 г

СОДЕРЖАНИЕ

1	Операции и средства поверки	3
2	Условия поверки и подготовки к ней	4
3	Требования безопасности	5
4	Проведение поверки	5
4.1	Внешний осмотр	5
4.2	Проверка электрического сопротивления изоляции	5
4.3	Опробование	5
4.4	Определение метрологических характеристик	6
4.4.1	Определение абсолютной погрешности измерений зазора с преобразователем ПЛП-03	6
4.4.2	Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига ротора с преобразователем ПЛП-05	7
4.4.3	Определение абсолютной погрешности аппаратуры измерений разности расширения ротора и цилиндра с преобразователями ПЛП-06.2 , ПЛП-09.3	8
4.4.4	Определение приведённой погрешности измерений абсолютного расширения цилиндра с преобразователем ПЛП-07	10
4.4.5	Определение приведённой погрешности измерений перемещения хода сервомотора и перемещения регулирующего клапана с преобразователем ПЛП-08	11
4.4.6	Определение приведенной погрешности измерений уклона с преобразователем ПУ-03.2М	13
4.4.7	Определение относительной погрешности измерений размаха виброперемещения с преобразователем с ПЛП-03/2	14
4.4.8	Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости с преобразователем ПЛВ-03	16
4.4.9	Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения с преобразователем ПЛП-03	17
4.4.10	Определение абсолютной погрешности измерений фазового угла виброскорости с преобразователем ПЛВ-03	19
4.4.11	Определение погрешности измерений сигналов тока при работе с внешними токовыми устройствами	19
5	Оформление результатов поверки	20
ПРИЛОЖЕНИЕ А Форма протокола поверки		21
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Форма протокола измерения ОС		22
ПРИЛОЖЕНИЕ В Форма протокола измерения ОРР		23
ПРИЛОЖЕНИЕ Г Форма протокола измерения СКЗ виброскорости		24
ПРИЛОЖЕНИЕ Д Схема измерения фазового угла		25

Настоящая методика распространяется на аппаратуру ЛМЗ-97.09С технологического контроля параметров и защиты энергетических турбоагрегатов (в дальнейшем - аппаратура ЛМЗ-97.09С) и устанавливает методику первичной и периодической поверки. Первичная поверка производится при выпуске из производства и после ремонта аппаратуры.

Межповерочный интервал – 1 год.

1 Операции и средства поверки

1.1 При проведении поверки аппаратуры ЛМЗ-97.09С проводят операции и применяют средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1- Операции и средства поверки

Наименование операции	Номер пункта методики	Наименование средств поверки и их метрологические характеристики	Обязательность проведения при:	
			первич. поверке	период. поверке
1	2	3	4	5
Внешний осмотр	4.1	-	Да	Да
Проверка электрического сопротивления изоляции	4.2	Тераомметр по ГОСТ 23706 -79 $\delta = \pm 10\%$	Да	Да
Опробование	4.3	Индикатор часового типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм кл.т.0,1 ГОСТ 577-68	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений зазора с преобразователем ПЛП-03	4.4.1	Индикатор часового типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм кл.т.0,1 ГОСТ 577-68	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига ротора с преобразователем ПЛП-05	4.4.2	Индикатор часового типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм кл.т.0,1 ГОСТ 577-68	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерения разности расширения ротора и цилиндра с преобразователями ПЛП-06.2, ПЛП-09.3	4.4.3	Индикатор часового типа ИЧ с ценой деления 0,01 мм Кл.т.0,1 ГОСТ 577-68	Да	Да
Определение приведенной погрешности измерения абсолютного расширения цилиндра с преобразователем ПЛП-07	4.4.4	Штангенциркуль ШЦ-П-300-0,05 ГОСТ 166-89	Да	Да
Определение приведенной погрешности измерений перемещения хода сервомотора или перемещения регулирующего клапана с преобразователем ПЛП-08	4.4.5	Штангенциркуль ШЦ-П-300-0,05 ГОСТ 166-89	Да	Да

Продолжение таблицы 1

1	2	3	4	5
Определение относительной погрешности измерений размаха виброперемещения с преобразователем ПЛП-03/2	4.4.7	Установка вибрационная образцовая по МИ 2070-90 $\delta = \pm 3 \%$	Да	Да
Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости с преобразователем ПЛВ-03	4.4.8	Установка вибрационная образцовая по МИ 2070-90 $\delta = \pm 3 \%$	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения с преобразователем ПЛП-03	4.4.9	Установка тахометрическая УТ-05-60 ТУ 50-123-79	Да	Да
Определение абсолютной погрешности измерений фазового угла виброскорости с преобразователем ПЛВ-03	4.4.10	Диапазон 0- 360 град погрешность $\pm 0,1$ град	Да	Нет
Определение погрешности измерений сигналов тока при работе с внешними токовыми устройствами	4.4.11	Вольтметр В7-38 Диапазон 0- 2В Погрешность : $(0.02+0,02 (\frac{U_k}{U_x}))\%$	Да	Нет

Примечания:

- при проведении поверки разрешается применять другие средства измерения, метрологические характеристики которых не хуже рекомендованных;
- средства измерения, используемые для поверки, должны быть поверены.

2 Условия поверки и подготовка к ней

2.1 При проведении поверки должны быть соблюдены следующие условия:

- температура окружающей среды, °С 20 ± 5
- относительная влажность воздуха, % 30 – 80
- атмосферное давление не регламентируется
- напряжение сети питания, В $220 \pm 4,4$
- частота, Гц $50 \pm 0,5$

2.1 Допускается проведение поверки параметров приборов в условиях, реально существующих в помещении поверителей и отличающихся от нормальных, если они не выходят за пределы рабочих условий, установленных на поверяемые приборы.

2.2 При проведении поверки должны производиться операции и применяться средства поверки, средства измерения и контроля (СИ и К), указанные в таблице 1.

2.3 Подготовка к поверке эталонных, поверяемых и вспомогательных средств, а также крепление поверяемых преобразователей должны соответствовать требованиям нормативной документации на них.

3 Требования безопасности

- 3.1 К поверке аппаратуры ЛМЗ-97.09С допускают лиц, аттестованных в качестве поверителей, прошедших обучение в установленном порядке и изучивших нормативные документы на поверяемые приборы и настоящую методику.
- 3.2 При проведении поверки должны соблюдаться следующие требования безопасности:
- средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны иметь защитное заземление.
 - не допускается использовать в качестве заземления корпус (коробку) силовых электрических и осветительных щитов и арматуру центрального отопления.

4 Проведение поверки

4.1 Внешний осмотр

- 4.1.1 При внешнем осмотре первичной аппаратуры (преобразователей) должно быть установлено, что:
- на верхней части корпусов электронных блоков преобразователей (ПЛВ-03, ПЛВ-03/3 (02/3), ПЛП-03, ПЛП-03/2, ПЛП-05, ПЛП-06.2, ПЛП-07, ПЛП-08, ПЛП-09.3, ПУ-03.2М), входящих в состав аппаратуры ЛМЗ-97.09С, нанесено условное обозначение преобразователя, серийный номер и год изготовления;
 - отсутствуют механические повреждения и следы коррозии датчиков.
- 4.1.2 При внешнем осмотре блока измерения ИВВ-03С или ИВ-208 должно быть установлено, что:
- на блок измерения нанесено наименование и его условное обозначение, знак утверждения типа;
 - внизу на задней стенке нанесено наименование предприятия изготовителя: «ЗАО “Энергоприбор”», серийный номер блока измерения;
 - отсутствуют механические повреждения и следы коррозии на корпусе блока измерения;
 - разъемы и соединительные кабели не имеют механических повреждений, влияющих на работоспособность аппаратуры;
- 4.1.3 Аппаратуру, имеющую дефекты, не поверяют и возвращают владельцу.

4.2 Проверка электрического сопротивления изоляции

При проверке электрического сопротивления изоляции подключают тераомметр между контактами кабеля сетевого питания и корпусом блока измерения. Проводят измерение сопротивления изоляции. Оно должно быть не менее 20 МОм.

4.3 Опробование

4.3.1 При опробовании собирают электрическую схему, в соответствии с рисунками 1...6 для соответствующего преобразователя и выполняют следующие операции:

- подключают преобразователь к входу блока измерения;
- включают измерительную и поверяемую аппаратуру на время установления рабочего режима, установленного в их эксплуатационной документации;
- устанавливают торец датчика преобразователя перемещений ПЛП над стальной поверхностью (имитатором объекта) на расстояние 1,2 - 1,4 мм.
- устанавливают на блоке измерения ИВВ-03С режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования (РИ), нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры] и наблюдают в строке *Зазор, мм* показания перемещения.

Наличие показаний блока измерения определяет работоспособность измерительного канала.

4.4 Определение метрологических характеристик

4.4.1 Определение абсолютной погрешности измерений зазора с преобразователем ПЛП-03

4.4.1.1 Для определения абсолютной погрешности измерений зазора собирают схему, приведенную на рисунке 1.

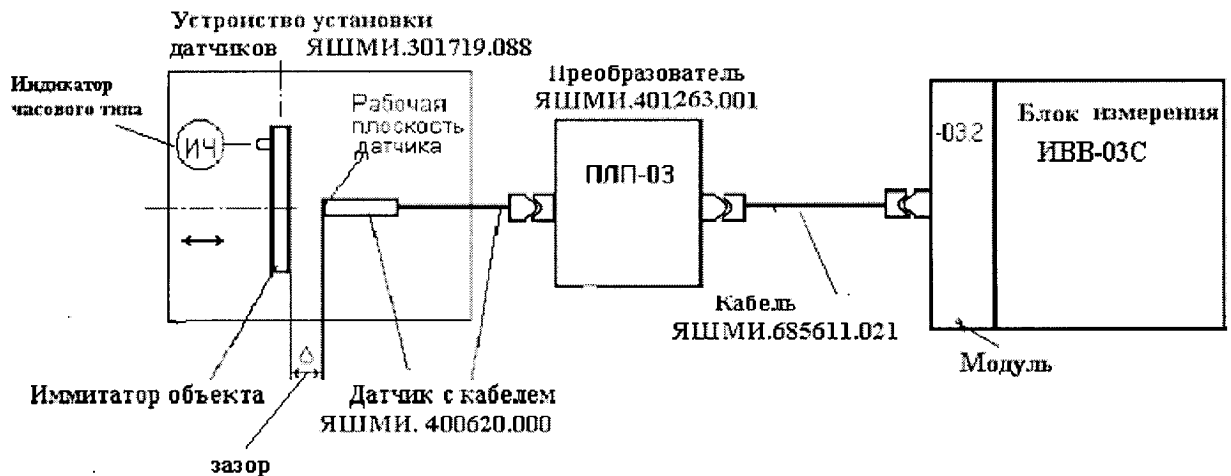


Рисунок 1- Определение абсолютной погрешности измерений зазора

Для проведения измерений используется измерительный канал в составе :

- преобразователь ПЛП-03 ЯШМИ.401263.001 в составе: датчик ЯШМИ. 400620.000 и блок электронный ЯШМИ. 468151.035-03;
- модуль 03.2 ЯШМИ.402243.007-03.2 или ЯШМИ.402243.030-03.2 в составе блока измерения;
- блок измерения ИВВ-03С/В1 - измеритель вибрации вала ЯШМИ 402233.053 или ИВВ-03С/К1- измеритель комбинированный ЯШМИ 402233.054.

4.4.1.2 Датчик ПЛП-03 закрепляют в держателе устройства установки датчиков ЯШМИ.301719.088. В подвижной части устанавливается металлический диск (имитатор объекта), изготовленный из стали той же марки (20Х12, 20Х13, 20ХЗМВФ, 38ХЗМВФ, 38ХЗМВФА, 34ХНЗМА, 40ХН, 40ХНМА, 40Х2МА), из которой выполнен контролируемый датчиком объект. Диаметр диска - 15 мм, толщина - 10 мм, чистота поверхности – Rz 0,8.

С помощью ручки перемещения диска (имитатора объекта) устанавливают диск вначале до упора в торец датчика. Совмещают отметку «0» поворотной шкалы индикатора часового типа со стрелкой индикатора. Затем устанавливают диск по показаниям индикатора часового типа на расстоянии 1,25 мм от рабочей поверхности датчика. Контролируют зазор по блоку измерения прибору ИВВ-03С.

Фиксируют показание индикатора часового типа устройства установки датчиков , соответствующее начальной установке зазора.

4.4.1.3 Ручкой перемещения диска по показаниям индикатора часового типа устанавливают значение зазора $S_z = 0,5$ мм от рабочей поверхности датчика.

На блоке измерения ИВВ-03С устанавливают режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования (РИ), нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры] и считывают в строке *Зазор, мм* значение измеренного зазора. Последовательно выполняют операции по 4.4.1.3 для значений зазора S_{zi} 1,0; 1,3, 1,5; 2,0; 2,1 мм и считывают соответствующие показания S_{npi} блока измерения.

Вычисляют абсолютную погрешность измерения зазора δ_{si} , мкм, для каждого заданного значения зазора по формуле

$$\delta_{si} = S_{npi} - S_{zi} \quad (1)$$

где S_{npi} - измеренное значение зазора по блоку измерения, мм;
 S_{zi} - установленное значение зазора по индикатору часового типа, мм.

За погрешность измерения принимают наибольшее значение абсолютной погрешности измерения зазора, вычисленной по формуле (1).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если наибольшее значение абсолютной погрешности измерения зазора не превышает значений ± 50 мкм.

4.4.2 Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига ротора с преобразователем ПЛП-05

4.4.2.1 Для определения абсолютной погрешности измерений осевого сдвига ротора собирают электрическую схему, приведенную на рисунке 2.

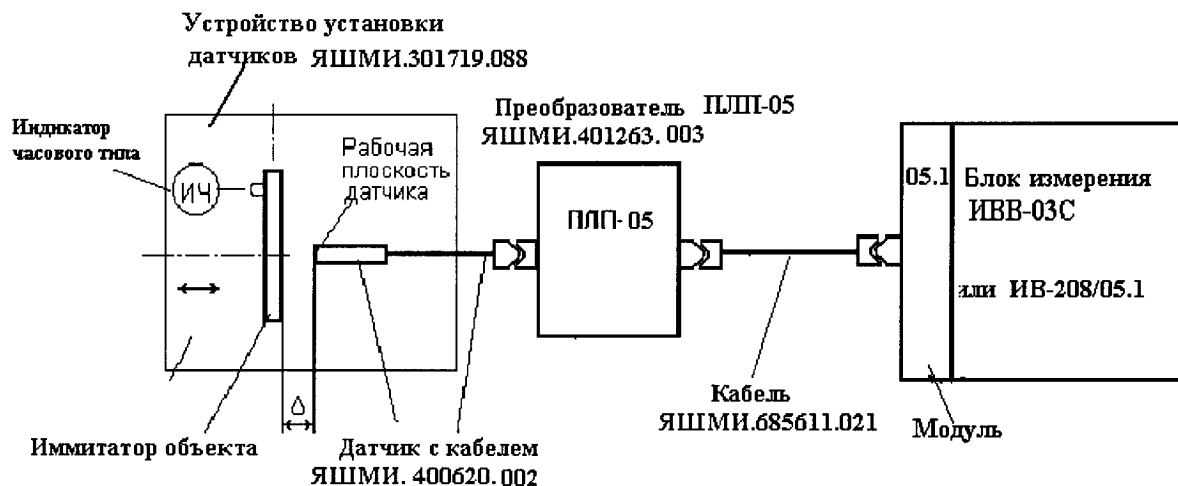


Рисунок 2 - Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига ротора

Для проведения измерений используется измерительный канал в составе:

- преобразователь ПЛП-05 ЯШМИ 401263.003 в составе: датчик ЯШМИ 400620.002 и блок электронный ЯШМИ.468151.039-0.5;
- модуль 05.1 ИВВ-03С ЯШМИ.402243.26-05.1 или ЯШМИ.402243.32-05.1 в составе блока измерения;
- блок измерения ИВВ-03С/М1 - измеритель механических величин ЯШМИ 402233.051 или блок измерения ИВВ-03С/К1 - измеритель комбинированный ЯШМИ 402233.054 или блок измерения ИВ-208/5.1(5.2).

4.4.2.2 Установка преобразователя ПЛП-05

Датчик ПЛП-05 закрепляют в держателе устройства установки датчиков ЯШ-МИ.301719.088. В подвижной части устанавливается металлический диск (имитатор объекта) из стали той же марки (20Х12, 20Х13, 20Х3МВФ, 38Х3МВФ, 38Х3МВФА, 34ХНЗМА, 40ХН, 40ХНМА, 40Х2МА), из которой выполнен контролируемый датчиком объект. Диаметр диска - 15 мм, толщина - 10 мм, чистота поверхности – Rz 0,8.

С помощью ручки перемещения диска устанавливают диск (имитатор объекта) вначале до упора в торец датчика. Совмещают отметку «0» поворотной шкалы индикатора часового типа со стрелкой индикатора. Затем устанавливают диск по показаниям индикатора часового типа на расстоянии 1,25 мм от рабочей поверхности датчика.

На блоке измерения ИВВ-03С устанавливают режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования, нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры] контролируют значение зазора по блоку измерения.

Фиксируют показание индикатора часового типа, соответствующее начальной установке зазора.

4.4.2.3 Определяют работоспособность измерительного канала для чего на блоке измерения ИВВ-03С, устанавливают режим индицирования *Таблица параметров*, для чего нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры] и наблюдают в строке *ОС, мм* появление показания перемещения, что является показателем работоспособности измерительного канала.

4.4.2.4 Ручкой устройства установки датчиков устанавливают диск (имитатор объекта) вначале до упора в торец датчика.

Совмещают отметку «0» поворотной шкалы часового индикатора со стрелкой индикатора.

Затем устанавливают диск по показаниям часового индикатора на расстоянии 2,5 мм от рабочей поверхности датчика. Контролируют зазор по блоку измерения.

Фиксируют показание часового индикатора, соответствующее начальной установке зазора.

Вращают ручку устройства установки датчиков до появления на дисплее блока измерения ИВВ-03С в строке *ОС* (осевой сдвиг) *Таблицы параметров* значения 0,00 мм. Фиксируют показание S_{n0} по шкале часового индикатора, соответствующее начальной установке: величине - 0,00 мм.

Последовательно устанавливая перемещения диска с помощью ручки устройства установки датчиков на величину +2,50; +2,00; +1,00; 0,00; -1,00; -2,00; -2,50 мм от значения начальной установки, считывают показания блока измерения ИВВ-03С в строке *ОС* (осевой сдвиг) *Таблицы параметров*.

4.4.2.5 Вычисляют абсолютную погрешность измерения осевого сдвига ротора по формуле (1).

За погрешность измерения принимают наибольшее значение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига, вычисленного по формуле (1).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерений осевого сдвига не превышает величины ± 100 мкм.

4.4.3 Определение абсолютной погрешности измерений разности расширения ротора и цилиндра с преобразователями ПЛП-06.2, ПЛП-09.3

4.4.3.1 Для определения абсолютной погрешности измерений разности расширения ротора и цилиндра собирают электрическую схему, приведенную на рисунке 3.

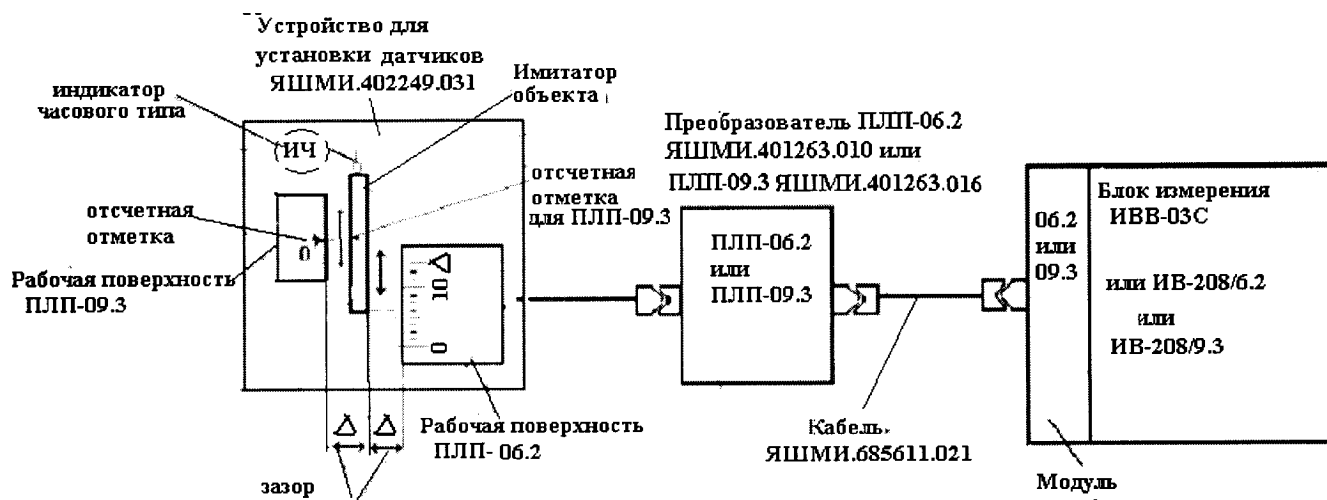


Рисунок 3- Определение абсолютной погрешности измерений разности расширения ротора и цилиндра

Состав измерительного канала:

- преобразователь ПЛП-06.2 (двухканальный) ЯШМИ 401263.010 в составе : датчик ЯШМИ 400620.008 и блок электронный ЯШМИ.468151.036 или преобразователь ПЛП-09.3 трехканальный ЯШМИ.401263.016 в составе : датчик ЯШМИ.400620.020-04.020 и блок электронный ЯШМИ.468151.037;
- модуль 06.2 или 09.3 ЯШМИ.402243.26-05.1 или ЯШМИ.402243.32-05.1 в составе блока измерения;
- блок измерения ИВВ-03С/М1 - измеритель механических величин ЯШМИ 402233.051 или ИВВ-03С/К1 - измеритель комбинированный ЯШМИ 402233.054 или блок измерения ИВ-208/6.2 ЯШМИ.402233.017, или ИВ-208/9.3 ЯШМИ.402233.024

4.4.3.2 Опробование

При опробовании проводят следующие операции:

- подключают преобразователь ПЛП-06.2 (ПЛП-09.3) к блоку измерения ; – включают измерительные приборы и поверяемую аппаратуру на время установления рабочего режима в соответствии с их эксплуатационной документацией ;

Датчик устанавливается в держателе устройства установки датчиков. Имитатором объекта является металлическая пластина, установленная на устройстве установки датчиков .

Металлическая пластина должна быть выполнена из стали одной из следующих марок: 20Х13, 20Х12, 20Х3МВФ, 38Х3МВФ, 38Х3МВФА, 34ХНЗМА, 40ХН, 40ХНМА, 40Х2МА.

Размеры пластины: 30 × 40 мм, толщина не менее 10 мм, шероховатость поверхности Rz 0,8.

При установке датчика должна быть обеспечена строгая параллельность рабочей поверхности датчика и имитатора объекта.

Приближают торец датчика ПЛП-06.2 (ПЛП-09.3) к имитатору объекта на расстояние примерно 1,25 мм, при этом рабочее ребро пластины (имитатор объекта) должно располагаться на риске 5 мм датчика ПЛП-06.2 (для датчика ПЛП-09.3 :отсчетная отметка « 0» должна располагаться на уровне отсчетной отметки имитатора объекта)

4.4.3.3 Установка блока измерения ИВВ-03С

- устанавливают на блоке измерения ИВВ-03С режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования, нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры];
- отмечают в строках *ОРР*, мм и *Зазор*, мм в столбце *ОРР* блока измерения ИВВ-03С появление показания перемещений.

Показания блока измерения являются показателем работоспособности измерительного канала.

4.4.3.4 Окончательно устанавливают зазор по показаниям прибора ИВВ-03С в строке Зазор - 1,25 мм.

Устанавливают осевое перемещение имитатора объекта по блоку измерения ИВВ-03С в строке ОРР - 0,00 мм и фиксируют показания индикатора часового типа.

При проведении измерений с преобразователем ПЛП-06.2 устанавливают последовательно осевое перемещение пластины имитатора объекта по показаниям индикатора часового типа S_{zi} для следующих значений: -5,00; -4,00; -3,00; -2,00; -1,00; 0,00; +1,00; +2,00; +3,00; +4,00; +5,00 мм и считывают показания S_{npi} , блока измерения.

Проведение измерений с преобразователем ПЛП 09.3 проводят по аналогичной методике для десяти значений рабочего диапазона, при этом два значения в начале и в конце диапазона.

4.4.3.5 Вычисляют абсолютную погрешность измерения разности расширения ротора и цилиндра δ_{si} , мм, по формуле

$$\delta_{si} = S_{npi} - S_{zi} \quad (2)$$

где S_{npi} - измеренное значение разности расширения ротора и цилиндра по блоку измерения, мм;

S_{zi} - установленное значение по индикатору часового типа, мм.

За погрешность измерений принимают наибольшее значение абсолютной погрешности измерений разности расширения ротора и цилиндра, вычисленного по формуле (2).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерений разности расширения ротора и цилиндра не превышает:

$\pm 0,3$ мм в диапазоне 0,1 --10мм,

$\pm 1,0$ мм в диапазоне 0,1 --30мм;

$\pm 1,5$ мм в диапазоне 0,1 --60мм

4.4.4 Определение приведенной погрешности измерений абсолютного расширения цилиндра с преобразователем ПЛП-07

4.4.4.1 Для определения приведенной погрешности измерений абсолютного расширения цилиндра собирают электрическую схему, приведенную на рисунке 4.

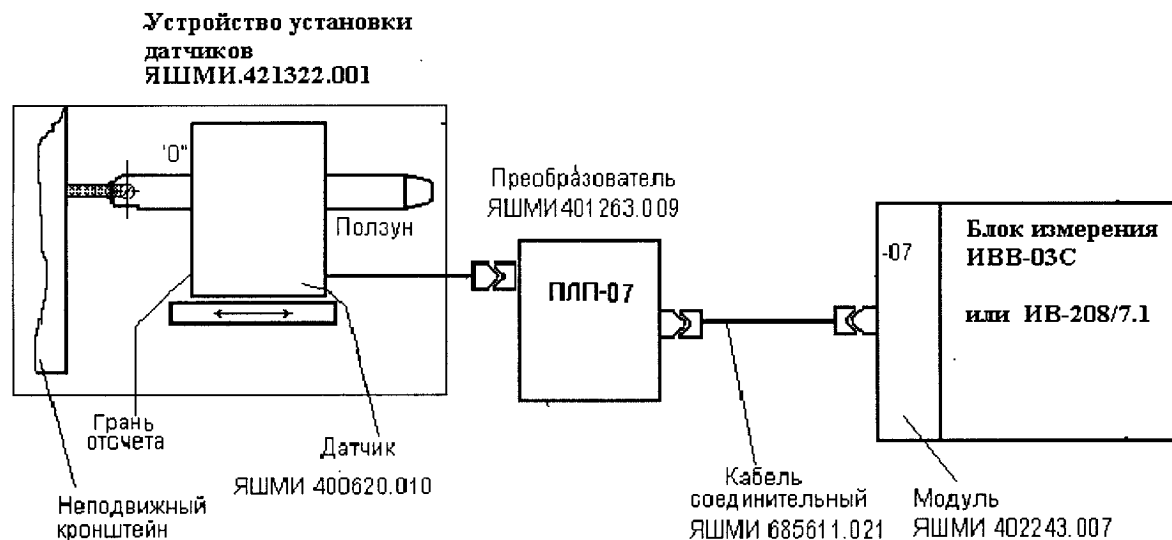


Рисунок 4 -Определение приведенной погрешности измерений абсолютного расширения с преобразователем ПЛП-07.

Состав измерительного канала:

- преобразователь ПЛП-07 ЯШМИ 401263.009 в составе:
датчик ЯШМИ 400620.010 и блок электронный ПЛП-07 ЯШМИ 468151.035-07 ;
- модуль 07.1 ЯШМИ 402243.007-07.1 (ЯШМИ 402243.030-07.1) в составе блока измерения ;
- блок измерения ИВВ-03С/М1 - измеритель механических величин ЯШМИ 402233.051 или ИВВ-03С/К1 - измеритель комбинированный ЯШМИ 402233.054 или ИВ-208/7.1

4.4.4.2 Опробование

При опробовании поверяемого измерительного канала необходимо провести следующие операции:

- подключают преобразователь ко входу блока измерения ;
- включают поверяемую аппаратуру.

Установка блока измерения ИВВ-03С:

-устанавливают на блоке измерения ИВВ-03С режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования, нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры];

-отмечают в строке ТРк, мм, в столбце АР ЦНД изменения показания перемещения, которые служат признаком работоспособности измерительного канала.

4.4.4.3 Датчик закрепляют на устройстве установки датчиков ЯШМИ.421322.001 . Ползун датчика жестко закрепляется на неподвижном кронштейне.

4.4.4.4 Предварительная установка

Вращая ручку устройства установки датчика , перемещают корпус датчика, устанавливают его ползун в положение, близкое к отметке “0”. Отсчет величины перемещения производят по показаниям блока измерения ИВВ-03С. Зафиксировать начальную величину отсчета по штангенциркулю - X мм, соответствующую отсчету 0,00 по блоку измерения ИВВ-03С.

4.4.4.5 Последовательно перемещают корпус датчика с помощью ручки в пределах диапазона измерения перемещения на величину, равную $0,2 D \times n$, где D – диапазон измерения поверяемого преобразователя, в миллиметрах, $n = 1, 2 \dots 4$.

Например, для $D = 40$ мм, $S_{zi} = (X+10); (X+20); (X+30); (X+40)$ мм показания штангенциркуля Считывают показания S_{npi} на дисплее блока измерения ИВВ-03С.

4.4.4.6 Вычисляют приведенную погрешность измерения абсолютного расширения цилиндра δ_i в процентах по формуле

$$\delta_i = \frac{S_{npi} - S_{zi}}{S_d} \cdot 100, \quad (3)$$

где S_{npi} - измеренное значение перемещения по блоку измерения, мм;

S_{zi} – заданное значение перемещения по штангенциркулю , мм;

S_d – верхнее значение рабочего диапазона перемещения , мм

За погрешность измерений абсолютного расширения цилиндра принимают наибольшее значение погрешности , вычисленное по формуле (3).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если приведенная погрешность измерения абсолютного расширения цилиндра не превышает $\pm 5\%$.

4.4.5 Определение приведенной погрешности измерений перемещения хода сервомотора и перемещения регулирующего клапана с преобразователем ПЛП-08

4.4.5.1 Для определения приведенной погрешности измерений перемещения хода сервомотора и перемещения регулирующего клапана собирают электрическую схему, приведенную на рисунке 5.

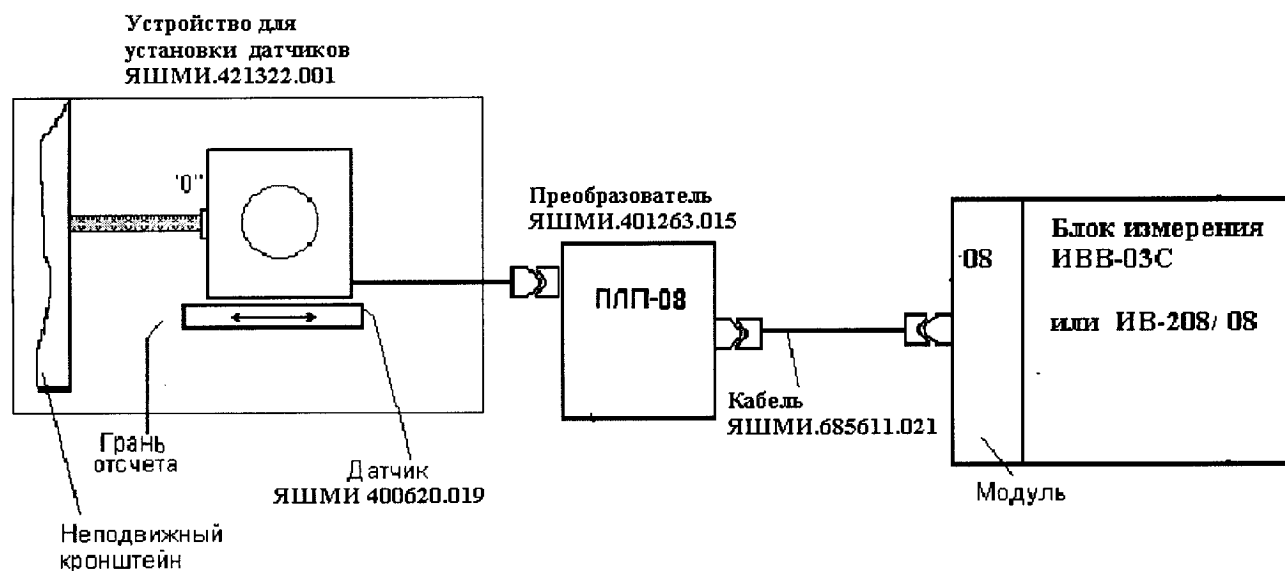


Рисунок 5 -Определение приведенной погрешности измерений перемещения хода сервомотора и перемещения регулирующего клапана с преобразователем ПЛП-08

Состав измерительного канала:

- преобразователь ПЛП-08 ЯШМИ 401263.015 в составе:
датчик ЯШМИ 400620.019 и блок электронный ПЛП-08 ЯШМИ 468151.035-08 ;
- модуль 08.1 ЯШМИ 402243.026-08.1 или ЯШМИ. 402243.032 -08. в составе блока измерения ;
- блок измерения ИВВ-03С/М1 - измеритель механических величин ЯШМИ 402233.051 или ИВВ-03С/К1 - измеритель комбинированный ЯШМИ 402233.054, блок измерения ИВ-208/8.1

4.4.5.2 Опробование

При опробовании поверяемого измерительного канала необходимо провести следующие операции:

- подключают преобразователь перемещений к входу блока измерения ;
- включают поверяемую аппаратуру

Установка блока измерения ИВВ-03С:

- устанавливают на ИВВ-03С режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования, нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры];
- отмечают в строке ТРк, мм в столбце ХСМ блока измерения ИВВ-03С изменения показания перемещений.

Показания блока измерения служат признаком работоспособности измерительного канала.

4.4.5.3 Датчик жестко закрепляют на устройстве установки датчиков ЯШМИ 421322.001 .

Наконечник троса датчика жестко закрепляют на неподвижном кронштейне устройства установки датчиков .

Вращая ручку устройства установки датчиков , перемещают корпус датчика, устанавливают наконечник его троса в положение, наиболее близкое к корпусу блока датчика. Отсчет величины перемещения производят по показаниям прибора ИВВ-03С. Зафиксировать начальную величину отсчета по штангенциркулю - X мм, соответствующую отсчету 0,00 по блоку измерения ИВВ-03С.

4.4.5.4 Последовательно перемещают корпус датчика с помощью ручки в пределах диапазона измерения поверяемого преобразователя на величину, равную $0,2 D \times n$, где D – диапазон измерения поверяемого преобразователя, в миллиметрах, $n = 1, 2 \dots 4$.

Например, для $D = 200$ мм, $S_{pi} = (X+50); (X+100); (X+150); (X+200)$ мм - показания штангенциркуля. Считывают показания S_{pri} на дисплее блока измерения ИВВ-03С.

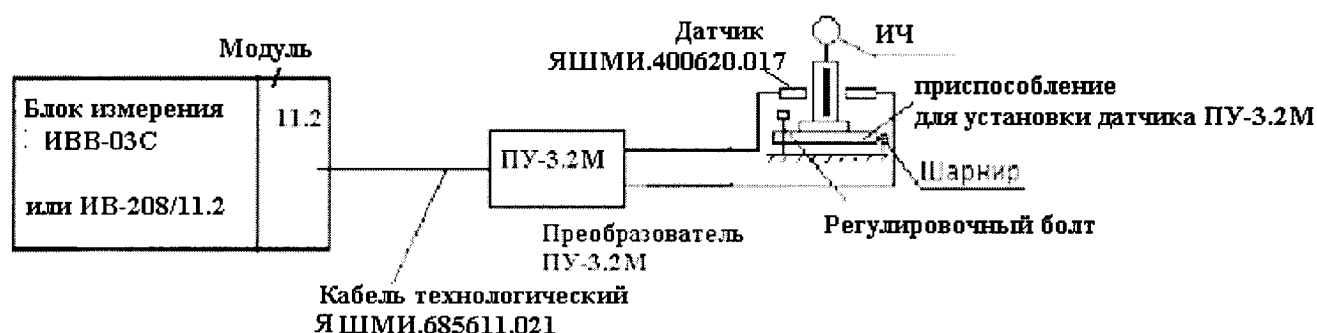
4.4.5.5 Вычисляют приведенную погрешность измерений перемещения хода сервомотора или перемещения регулирующего клапана по формуле (3).

За погрешность измерений перемещения хода сервомотора или перемещения регулирующего клапана принимают наибольшее значение погрешности, вычисленное по формуле (3).

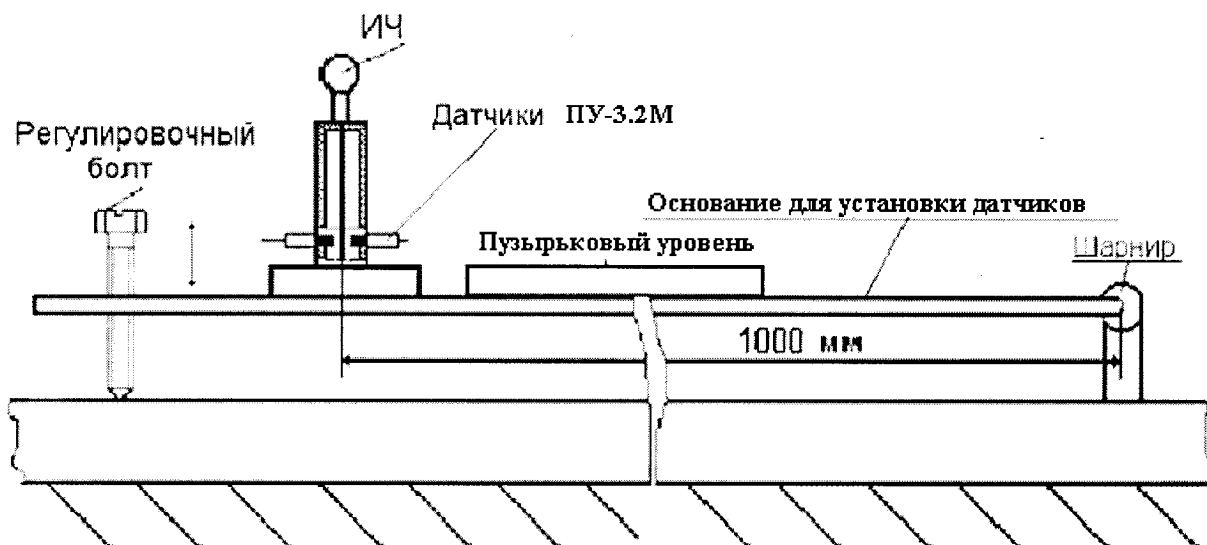
Результаты поверки считают удовлетворительными, если приведенная погрешность измерения перемещения хода сервомотора или перемещения регулирующего клапана не превышает $\pm 5\%$.

4.4.6 Определение приведенной погрешности измерений уклона с преобразователем ПУ-03.2М

4.4.6.1 Для определения приведенной погрешности измерений уклона собирают электрическую схему, приведенную на рисунке 6а.



а) Определение приведенной погрешности измерения уклона



б) Приспособление для установки датчиков уклона

Рисунок 6- Определение приведенной погрешности измерений уклона

Состав измерительного канала:

- преобразователь ПУ-03.2М ЯШМИ 401263.014 в составе:
датчик ЯШМИ 400620.017 и блок электронный ЯШМИ 468151.038-ПУ/3.2 ;
- модуль 11.2 ЯШМИ .402243.021 - в составе блока измерения ;
- блок измерения ИВВ-03С/М1 - измеритель механических величин ЯШМИ 402233.051 или ИВВ-03С/К1 - измеритель комбинированный ЯШМИ 402233.054, или ИВ-208/11.2

4.4.6.2 Устанавливают датчик преобразователя ПУ-03.2М на приспособление для установки датчика, приведенное на рисунке 6б.

Устанавливают на блоке измерения ИВВ-03С режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования, нажимают кнопки [Монитор]→ [Параметры ».

Вращая регулировочный болт приспособления (рис 6б) устанавливают перемещение имитатора объекта по блоку измерения ИВВ-03С в строке УКЛОН в положение «0».

4.4.6.3 Совмещают отметку «0» поворотной шкалы индикатора часового типа ИЧ со стрелкой индикатора.

4.4.6.4 Устанавливают последовательно по индикатору часового типа ИЧ перемещение имитатора объекта S_{zi} следующие значения : -5,00; -4,00; -3,00; -2,00; -1,00; +2,00; +3,00; +4,00; +5,00 мм ,

и сравнивают с показаниями значений уклона S_{npi} по блоку измерения прибору ИВВ-03С в строке УКЛОН *Таблицы параметров*.

4.4.6.5 Вычисляют приведенную погрешность измерения уклона δ_i в процентах по формуле

$$\delta_i = \frac{S_{npi} - S_{zi}}{S_d} \cdot 100 , \quad (4)$$

где S_{npi} - измеренное значение по блоку измерения, мм;

S_{zi} – значение по показаниям индикатора часового типа , мм;

S_d – верхнее значение рабочего диапазона измерения уклона , мм

За погрешность измерения уклона принимают наибольшее значение погрешности измерения, вычисленной по формуле (4).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если приведенная погрешность измерения уклона не превышает $\pm 5\%$.

4.4.7 Определение относительной погрешности измерений размаха виброперемещения с преобразователем ПЛП-03/2

4.4.7.1 Для определения относительной погрешности измерений размаха виброперемещения определяют погрешность измерений размаха виброперемещения в рабочем диапазоне размаха виброперемещения и в рабочем частотном диапазоне .

Проверку проводят по методике МИ 1873 с помощью образцовой виброустановки

Состав измерительного канала :

- преобразователь ПЛП-03/2 ЯШМИ 401263.021 в составе: датчик ЯШМИ. 400620.000 и блок электронный ЯШМИ. 468151.038;
- модуль 03.2 (2-хканальный) ЯШМИ 402243.007-03.2 в составе блока измерения
- прибор ИВВ-03С/В1 - измеритель вибрации вала ЯШМИ 402233.053.

Установка прибора ИВВ-03С:

-установить на приборе ИВВ-03С режим индицирования *Таблица параметров*, для чего, находясь в режиме индицирования, нажать кнопки [Монитор]→[Параметры];

Измеренное значение размаха виброперемещения должна отображаться в *Таблице параметров* прибора вибрации вала ИВВ-03С/В1 в строке *Размах*, мкм столбце *Опора 1*.

4.4.7.2 Определение относительной погрешности измерений размаха виброперемещения в рабочем диапазоне размаха виброперемещения

Датчик преобразователя устанавливают на образцовую виброустановку.

С помощью измерительной системы виброустановки на частоте 31,5 Гц последовательно задается размах виброперемещения в диапазоне (15 – 600) мкм для следующих значений :

15 ; 20; 50; 100 ; 300 ; 500; 600 мкм

Для каждого значения размаха виброперемещения производят считывание показаний по блоку измерения ИВВ-03С/В1 в режиме индицирования *Таблица параметров*, для чего нажимают кнопки [Монитор]→[Параметры]. Измеренное значение размаха виброперемещения отображается в *Таблице параметров* в строке «Размах, мкм».

По полученным результатам измерения вычисляют относительную погрешность измерения размаха виброперемещения δ_a в процентах в рабочем диапазоне размаха виброперемещений по формуле

$$\delta_{ai} = \frac{S_{npi} - S_{\alpha i}}{S_{\alpha i}} \cdot 100, \quad (5)$$

где S_{npi} - измеренные значения размаха виброперемещения по ИВВ-03С/В1, мкм;

$S_{\alpha i}$ – задаваемые значения размахов виброперемещений , мкм.

За погрешность измерений размаха виброперемещения в рабочем диапазоне размаха принимают наибольшее значение относительной погрешности измерения, вычисленной по формуле (5).

4.4.7.3 Определение относительной погрешности измерений размаха виброперемещения в рабочем диапазоне частот

Датчик преобразователя устанавливают на образцовую виброустановку.

С помощью измерительной системы виброустановки последовательно задается размах виброперемещения 15 мкм в диапазоне частот (5 – 500) Гц на частотах 5, 50, 150, 300, 500 Гц. Для каждого значения частоты производят считывание показаний по блоку измерения ИВВ-03С/В1 в режиме индицирования *Таблица параметров*, для чего нажимают кнопки [Монитор]→[Параметры]. Измеренное значение размаха отображается в *Таблице параметров* в строке «Размах, мкм».

По полученным результатам измерений в рабочем диапазоне частот вычисляют относительную погрешность измерения размаха виброперемещения δ_{fi} в рабочем диапазоне частот в процентах по формуле

$$\delta_{fi} = \frac{S_{npi} - S_{\alpha i}}{S_{\alpha i}} \cdot 100, \quad (6)$$

где S_{npi} - измеренное значение размаха виброперемещения на частотах диапазона, мкм;

$S_{\alpha i}$ – задаваемое значение размаха виброперемещения, мкм.

За погрешность измерений размаха виброперемещения в рабочем диапазоне частот принимают

За погрешность измерений размаха виброперемещения в рабочем диапазоне частот принимают наибольшее значение относительной погрешности измерения, вычисленной по формуле (6).

4.4.7.4 Суммарную относительную погрешность измерений размаха виброперемещения δ_{anf} в процентах вычисляют по формуле

$$\delta_{anf} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_{\sigma}^2 + 1,25 \cdot (\delta_{ai}^2 + \delta_{fi}^2)} \quad (7)$$

где δ_{σ} - относительная погрешность эталона ;

δ_{ai} - относительная погрешность измерения размаха виброперемещения в рабочем диапазоне измерения размаха виброперемещения , вычисленная по формуле (5);

δ_{fi} - относительная погрешность измерения размаха виброперемещения в рабочем диапазоне частот , вычисленная по формуле (6).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если относительная погрешность измерений размаха виброперемещения не превышает $\pm 10\%$.

4.4.8 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости с преобразователем ПЛВ-03

4.4.8.1 Для определения относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости определяют погрешность измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ и погрешность измерений СКЗ виброскорости в частотном диапазоне .

Проверку проводят по методике МИ 1873 с помощью образцовой виброустановки

Состав измерительного канала:

-преобразователь ПЛВ-03 (двух или трехканальный) ЯШМИ.401263.007 в составе : датчик преобразователя и блок электронный преобразователя ЯШМИ.468151.028 ;

-модуль 02.2 (двухканальный) или 02.3 (трехканальный) ЯШМИ. 402243.030-02.2 (02.3) в составе блока измерения;

- блок измерения ИВВ-03С/О1- измеритель вибрации опор.

4.4.8.2 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости

Датчик преобразователя ПЛВ-03 устанавливают на вибростол образцовой виброустановки.

Вибростолу виброустановки на частоте 80 Гц последовательно задают следующие значения СКЗ виброскорости $V_{\sigma i}$: 0,5 ; 0,6 ; 5 ; 6; 10; 25 мм/с.

Для каждого заданного значения СКЗ виброскорости производят считывание по ИВВ-03С/О1 в режиме индирования *Таблица параметров*, для чего нажать кнопки [Монитор]→ [Параметры].

Измеренное значение СКЗ виброскорости отображается в строке «СКЗ, мм/с».

По полученным измеренным значениям вычисляют относительную погрешность измерения СКЗ виброскорости δ_{ai} в процентах в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости по формуле

$$\delta_{ai} = \frac{V_{npi} - V_{zi}}{V_{zi}} 100, \quad (8)$$

где V_{npi} - измеренные значения СКЗ виброскорости по ИВВ-03С/О1, мм/с;
 V_{zi} – задаваемые значения СКЗ виброскорости, мм/с

За погрешность измерения СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости принимают наибольшее значение относительной погрешности измерения, вычисленной по формуле (8).

4.4.8.2 Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот

Датчик преобразователя ПЛВ-03 устанавливают на вибростол образцовой виброустановки.

С помощью измерительной системы эталона задают значение СКЗ виброскорости 10 мм/с последовательно на частоте 80 Гц и производят считывание СКЗ виброскорости по блоку измерения ИВВ-03С/О1 по методике 4.4.8.1.

Аналогично последовательно задают значения виброскорости 10 мм/с на частотах 10, 20, 40, 80, 160, 315, 630, 800, 1000 Гц.

Для каждого значения частоты производят считывание СКЗ виброскорости по блоку измерения ИВВ-03С/О1 по методике 4.4.8.1.

По полученным результатам измерений вычисляют относительную погрешность измерения СКЗ виброскорости δ_{fi} в процентах в рабочем диапазоне частот по формуле

$$\delta_{fi} = \frac{V_{npi} - V_{zi}}{V_{zi}} \cdot 100, \quad (9)$$

где V_{npi} - измеренные значения СКЗ виброскорости по ИВВ-03С на частотах рабочего диапазона, мм/с;
 V_{zi} – задаваемое значение СКЗ виброскорости на частоте 80 Гц.

За погрешность СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот принимают наибольшее значение относительной погрешности, вычисленной по формуле (9).

4.4.8.3 Суммарную относительную погрешность измерений СКЗ виброскорости δ_{anf} в процентах вычисляют по формуле

$$\delta_{anf} = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\delta_s^2 + 1,25 \cdot (\delta_{ai}^2 + \delta_{fi}^2)} \quad (10)$$

где δ_s - относительная погрешность эталона;

δ_{ai} - относительная погрешность измерения СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне измерения СКЗ, вычисленная по формуле (8);

δ_{fi} - относительная погрешность измерения СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот, вычисленная по формуле (9).

Нестабильность виброметра v_t за время поверки должна быть не более:

$$v_t = 0,5 \sqrt{\delta_{ai}^2 + \delta_{fi}^2}.$$

Результаты поверки считают удовлетворительными, если относительная погрешность измерений СКЗ виброскорости не превышает $\pm 10\%$.

4.4.9 Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения с преобразователем ПЛП-03

4.4.9.1 Для определения абсолютной погрешности измерений частоты вращения собирают схему, приведенную на рисунке 7.

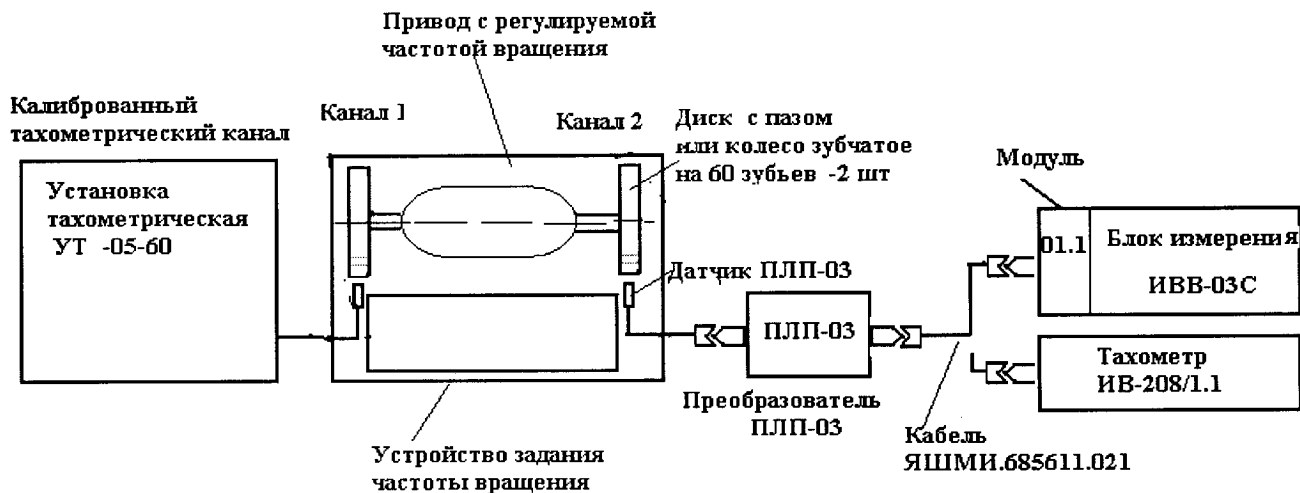


Рисунок 7 - Определение абсолютной погрешности измерений частоты вращения вала с преобразователем ПЛП-03.

Состав измерительного канала:

- преобразователь ПЛП-03 ЯШМИ 401263.001 в составе:
датчик ЯШМИ 400620.001 и блок электронный ПЛП-03 ЯШМИ 468151.035-03 ;
- модуль 01.1 ЯШМИ 402243.007-01.1 (ЯШМИ 402243.030-01.1) в составе блока измерения ;
- блок измерения ИВВ-03С/В1 – измеритель вибрации вала или ИВ-208/1.1 -тахометр.

Устройство задания частоты вращения включает ротор с регулируемой частотой вращения, на который устанавливают два одинаковых металлических диска из стали Ст3. Диаметр дисков – не менее 100 мм, толщина – не менее 10 мм, чистота поверхности – $R_z 0,8$. В дисках должно быть выполнено по одному пазу шириной не менее 10 мм и глубиной 1,0...1,5 мм в плоскости оси вращения диска. Контроль частоты вращения привода проводится на установке тахометрической УТ-05-60.

Датчики калиброванного и поверяемого каналов устанавливают вблизи вращающихся дисков (канала 1 и канала 2 соответственно) устройства задания частоты вращения и закрепляют с помощью скобы таким образом, чтобы зазор между торцевой поверхностью датчика и вращающимся диском был в пределах 1,2 – 1,3 мм.

4.4.9.2 С помощью устройства задания частоты вращения последовательно устанавливают значения частот N_{zi} , контролируемые на установке УТО-05-60, в рабочем диапазоне частот (2 – 10000) об/мин. для следующих значений:

2; 100; 500; 1000; 2000; 3000; 5000; 10000 об/мин

Для каждого значения заданной частоты вращения производят считывание в Таблице параметров блока измерения ИВВ-03С/В1 в строке СИНХР., об/мин

По результатам измерений для каждого значения частоты вращения вычисляют абсолютную погрешность измерения δ_N , об/мин, по формуле

$$\delta_N = N_{npi} - N_{zi} \quad (11)$$

где $N_{при}$ – измеренное значение частоты вращения, об/мин;

$N_{зи}$ – установленное значение частоты вращения, об/мин.

За погрешность измерений принимают наибольшее значение абсолютной погрешности, вычисленной по формуле (11).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерения частоты вращения не превышает ± 2 об/мин для диапазона от 2 до 4000 об/мин, ± 5 об/мин для диапазона свыше 4000 до 10000 об/мин.

4.10 Определение абсолютной погрешности измерений фазового угла виброскорости с преобразователем ПЛВ-03

4.10.1 Проверка проводится в соответствии со схемой подключения, приведенной в приложении Г.

Состав измерительного канала:

- преобразователь ПЛВ-03/2 ЯШМИ. 401263.005 в составе: датчик преобразователя и блок электронный преобразователя ЯШМИ.468151.030;
- модуль 02.2 (двухканальный) или 02.3 (трехканальный) ЯШМИ 402243.030-02.2 (-02.3) в составе блока измерения;
- блок измерения ИВВ-03С/О1 - измеритель вибрации опор ЯШМИ 402233.062.

Удалить из блока измерения крайний правый модуль и установить вместо него модуль ЯШМИ. 402243.030-02.2.

Последовательно устанавливая в соответствии с руководством по эксплуатации в модуле 02.2 блока измерения ИВВ-03С/О1 сигнал виброскорости, пропорциональный 10 мм/с на частотах 10, 100, 500, 1000 Гц, производят считывание показаний блока измерения ИВВ-03С/О1 в режиме индицирования *Таблица параметров*, для чего нажать кнопки [Монитор] → [Параметры] и показания фазометра Ф2-34;

Абсолютную погрешность измерений фазового угла виброскорости $\delta_{\phi l}$, град, на каждой частоте вычисляют по формуле

$$\delta_{\phi l} = \varphi_{при} - \varphi_{фаз} \quad (12)$$

где $\varphi_{при}$ – значение фазового угла, измеренное по блоку измерения, град;

$\varphi_{фаз}$ – значение фазового угла, измеренное фазометром, град.

За погрешность измерений фазового угла виброскорости принимают наибольшее значение абсолютной погрешности измерения, вычисленной по формуле (12).

Результаты поверки считают удовлетворительными, если абсолютная погрешность измерений фазового угла виброскорости не превышает ± 5 град.

4.4.11 Определение погрешности измерений сигналов тока при работе с внешними токовыми устройствами

4.4.11.1 Определение погрешности измерения сигналов тока производят по схеме, приведенной на рисунке 8.

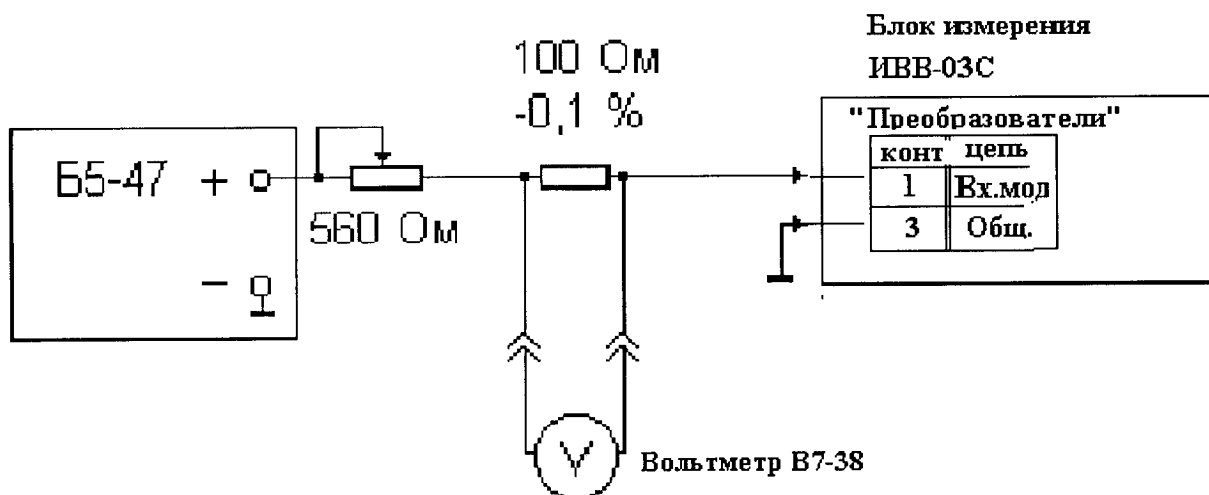


Рисунок 8 – Определение погрешности измерений сигналов тока при работе с внешними токовыми устройствами

4.4.11.2 С помощью резистора 560 Ом по вольтметру В7-38 устанавливают на резисторе 100 Ом напряжение в диапазоне 0,1 – 0,5 В, соответствующее диапазону тока 1-5 мА и в диапазоне 0,4 – 2 В, соответствующее диапазону тока 4-20 мА.

Измерения проводят для пяти значений напряжения в диапазоне 0,1 – 0,5 В и в диапазоне 0,4 – 2 В. Для каждого значения устанавливаемого напряжения рассчитывают значение тока, измерение которого проводят по блоку измерения ИВВ-03С в режиме индикации *Таблица параметров*, для чего нажать кнопки [Монитор] → [Параметры];

Сравнивают расчетное значение входного тока с приведенным в *Таблице параметров* блока измерения. Погрешность измерения сигнала тока не должна отличаться более, чем на 0,5%, от расчетного значения входного тока.

5 Оформление результатов поверки

5.1 Результаты измерений оформляют протоколами.

Результатом поверки является подтверждение пригодности аппаратуры ЛМЗ-97.09С

С к применению или признание аппаратуры ЛМЗ-97.09С непригодной к применению.

Если по результатам поверки аппаратура ЛМЗ-97.09С признана пригодной к применению, то на нее выдается «Свидетельство о поверке» по форме, установленной в ПР50.2.006-94.

Если по результатам поверки аппаратура ЛМЗ-97.09С признана непригодной к применению, то на нее выписывается «Извещение о непригодности» по форме, установленной в ПР50.2.006-94.

ПРИЛОЖЕНИЕ А
(рекомендуемое)

ФОРМА ПРОТОКОЛА ПОВЕРКИ

ПРОТОКОЛ №1

Определение абсолютной погрешности измерений зазора с преобразователем ПЛП-03

Методика поверки 4.4.1

Результаты поверки:

Установленное значение зазора, мм	Показания блока измерения Spri, мм	Абсолютная погрешность измерений зазора ,мкм	Допускаемая погрешность по ТУ
0,5	0,00		±0,050мм
1,0			
1,3			
1,5			
2,0			
2,1			

Поверитель _____ / _____ /

ПРИЛОЖЕНИЕ Б
(рекомендуемое)

Определение абсолютной погрешности измерений осевого сдвига ротора с преобразователем ПЛП-05

Методика поверки 4.4.2

Результаты поверки:

Установленное значение зазора мм	ОСЕВОЙ СДВИГ		Допускаемая погреш- ность по ТУ
	Показания блока измерения ,мм	Абсолютная погрешность изме- рений мм	
2,5			±0,100 мм
2,0			
1,5			
1,0			
0,5			
0			
-0,5			
-1,0			
-1,5			
-2,0			
-2,2			
-2,5			

Поверитель _____ / _____ /

ПРИЛОЖЕНИЕ В
(рекомендуемое)

Определение абсолютной погрешности измерений разности расширения ротора и цилиндра с преобразователями ПЛП-06.2, ПЛП-09.3

Методика поверки 4.4.3

Результаты поверки:

Установ- ленное значение осевого переме- щения, мм	ОРР						
	Допус- каемая погреш- ность по ТУ, мм	Показания блока измерения ,мм	Абсолют- ная по- грешность измерения, мм	Показания блока измерения ,мм	Абсолют- ная погреш- ность изме- рений , мм	Показания блока изме- рения ,мм	Абсолют-ная погрешность измерений , мм
1,0		1,25		1,5			
5,0	±0,3						
4,0							
3,0							
2,0							
1,0							
0							
-1,0							
-2,0							
-3,0							
-4,0							
-5,0							

Поверитель _____ / _____ /

ПРИЛОЖЕНИЕ Г
(рекомендуемое)

Определение относительной погрешности измерений СКЗ виброскорости с преобразователями ПЛВ-03

Методика поверки 4.4.8

Результаты поверки:

СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне СКЗ виброскорости на частоте виброустановки 80Гц			СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне частот при значении СКЗ 10мм/с			Суммарная относит. погрешность СКЗ виброскорости, %	Допускаемая погрешность, %
Значение СКЗ виброскорости в рабочем диапазоне, мм/с	Измеренное СКЗ виброскорости, по прибору мм/с	Относит погрешность, %	Значение частоты в рабочем диапазоне, Гц	Измеренное СКЗ виброскорости, по прибору мм/с	Относит погрешность, %		
Канал 1							
0,5			10				± 10
06			20				
5,0			40				
6,0			80				
10,0			160				
25,0			315				
			630				
			800				
			1000				
Канал 2							
0,5			10				± 10
0,6			20				
5,0			40				
6,0			80				
10,0			160				
25			315				
			630				
			800				
			1000				
Канал 3							
0,5			10				± 10
0,6			20				
5,0			40				
6,0			80				
10,0			160				
25			315				
			630				
			800				
			1000				

Приложение Д

Схема кабеля ЯШМИ 685611.077 для измерения фазового угла

