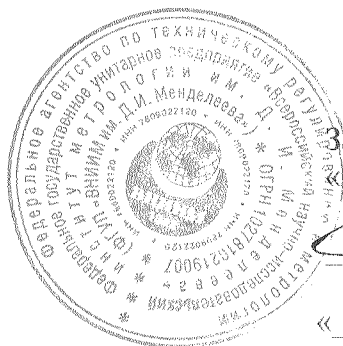




УТВЕРЖДАЮ

Зам. руководителя ГЦИ СИ
«ВНИИМ им. Д.И. Менделеева»


В.С. Александров

« 15 » сентября 2005 г.

ПРЕОБРАЗОВАТЕЛИ ЛИНЕЙНЫХ ПЕРЕМЕЩЕНИЙ
СИЭЛ-166

МЕТОДИКА ПОВЕРКИ
ТПКЦ.427671.001 МП

г.р. 18083-05

СОГЛАСОВАНО

Руководитель лаборатории

 В.Я.Смирнов

« _____ » сентября 2005г.

Санкт-Петербург
2005 г.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Операции и средства поверки	3
2. Требования безопасности	4
3. Условия поверки и подготовки к ней	4
4. Проведение поверки	4
4.1 Внешний осмотр	4
4.2 Опробование	4
4.3 Определение действительного значения коэффициента преобразования	5
4.4 Определение основной приведенной погрешности измерения зазора	6
4.5 Определение неравномерности частотной характеристики (исполнение SB) в рабочем диапазоне частот	7
4.6 Определение нелинейности амплитудной характеристики (исполнение SB) в рабочем диапазоне амплитуд	7
4.7 Определение основной относительной погрешности измерения амплитуды виброперемещения (исполнение SB)	8
4.8 Определение диапазона измерений размаха виброперемещения	8
4.9 Определение частотного диапазона измерений размаха виброперемещения ..	8
4.10 Определение основной относительной погрешности измерения размаха вибро- перемещения СИЭЛ-1662-10-XX-SB, укомплектованного детектором размаха виброперемещения СИЭЛ-1669	9
Приложение А	10
Приложение В	11
Приложение С	12

Настоящий документ распространяется на преобразователи линейных перемещений (в дальнейшем - «ПЛП») СИЭЛ-166 и устанавливает методику первичной и периодической поверки. Первичная поверка производится при выпуске из производства и после ремонта прибора.

Межповерочный интервал 1 год.

1 ОПЕРАЦИИ И СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

При проведении поверки выполняют операции и применяют средства поверки, указанные в таблице 1.

Таблица 1 – Операции и средства поверки

№ п/п	Наименование Операции	Номер пункта методики	Наименование средств поверки	Обязательность выполнения при:	
				первич. поверке, поверке после ремонта	период. поверке
1	2	3	4	5	6
1	Внешний осмотр	4.1	Визуально	Да	Да
2	Опробование	4.2	Измеритель перемещений ИАЧ.033.013 по МИ 273-87.	Да	Да
3	Определение действительного значения коэффициента преобразования	4.3	Измеритель перемещений ИАЧ.033.013 по МИ 273-87; Эталон 2 разряда по МИ 2070-90.	Да	Да
4	Определение основной приведенной погрешности измерения зазора	4.4	Измеритель перемещений ИАЧ.033.013 по МИ 273-87; Эталон 2 разряда по МИ 2070-90.	Да	Да
5	Определение неравномерности частотной характеристики в рабочем диапазоне частот (исполнение SB)	4.5	Эталон 2 разряда по МИ 2070-90.	Да	Да
6	Определение нелинейности амплитудной характеристики в рабочем диапазоне амплитуд (исполнение SB)	4.6	Эталон 2 разряда по МИ 2070-90.	Да	Да
7	Определение основной относительной погрешности измерения амплитуды виброперемещения (исполнение SB)	4.7	Эталон 2 разряда по МИ 2070-90.	Да	Да
8	Определение диапазона измерений размаха виброперемещения	4.8	Эталон 2 разряда по МИ 2070-90	Да	Да
9	Определение частотного диапазона измерений размаха виброперемещения	4.9	Эталон 2 разряда по МИ 2070-90	Да	Да

Продолжение табл. 1

1	2	3	4	5	6
10	Определение основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения СИЭЛ-1662-10-XX-SB, укомплектованного детектором размаха виброперемещения СИЭЛ-1669	4.10	Эталон 2 разряда по МИ 2070-90.	Да	Да

Примечания:

- при проведении поверки разрешается применять другие средства измерения, метрологические характеристики которых не уступают рекомендованным;
- средства измерений, используемые для поверки, должны иметь действующие свидетельства о поверке.

2 ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

2.1 При проведении поверки соблюдают требования безопасности:

- средства поверки и поверяемые средства, а также вспомогательное оборудование должны быть заземлены;
- не допускается использовать в качестве заземления корпус (коробку) силовых электрических и осветительных щитов, а также арматуру центрального отопления.

2.2 К поверке СИЭЛ-166 допускают лиц, прошедших обучение в установленном порядке, аттестованных в качестве поверителей и изучивших нормативные документы на поверяемые приборы и настоящую методику.

3 УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ И ПОДГОТОВКА К НЕЙ

3.1 При проведении поверки соблюдают условия:

температура окружающего воздуха, °С..... 20 ± 5 ;
относительная влажность воздуха, %..... 60 ± 20 ;
атмосферное давление, кПа..... (101 ± 4) ;
напряжение питания постоянное, В $24 \pm 0,5$.

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

4 ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

4.1 Внешний осмотр

4.1.1 При внешнем осмотре устанавливают, что:

- разъемы и соединительные кабели не имеют механических повреждений, влияющих на работоспособность прибора;
 - отсутствуют механические повреждения корпуса датчиков и вторичного прибора.
- Прибор не соответствует требованиям ТУ, если не выполняется хотя бы одно из вышеуказанных условий.

4.2 Опробование

4.2.1 При опробовании собирают электрическую схему, указанную в приложениях А, В, С для соответствующего варианта исполнения ПЛП. Подают питание 24 В на контакты 1 (+), 2 (–) генератора–преобразователя. Устанавливают начальный зазор:

для датчика $\varnothing 10 \text{ мм} - (1,4 \pm 0,1) \text{ мм}$;

для датчика $\varnothing 16 \text{ мм} - (2,5 \pm 0,2) \text{ мм};$

На вторичном приборе (например, вольтметре) должно отображаться значение постоянного напряжения:

$$U_s \approx K_s \times S$$

где: K_s – коэффициент преобразования равный:

СИЭЛ-1661-10-XX-SC, В/мм	4,0;
СИЭЛ-1661-10-XX-SB, В/мм	4,0;
СИЭЛ-1661-16-XX-SC, В/мм	2,0;
СИЭЛ-1662-10-XX-SC, мА/мм	7,0;
СИЭЛ-1662-10-XX-SB, мА/мм	7,0;
СИЭЛ-1662-16-XX-SC, мА/мм	3,5.

S – зазор между торцом датчика ПЛП и контролируемой поверхностью, мм.

При наличии детектора размаха перемещения начальный зазор устанавливается без подключенного СИЭЛ-1669-XXX.

Прибор выдержал испытания, если значения напряжения соответствуют ТУ.

4.3 Определение действительного значения коэффициента преобразования

4.3.1 Определение действительного значения коэффициента преобразования при измерении зазора

Собирают электрическую схему, приведенную в приложении А. Закрепляют датчик ПЛП в измеритель перемещений ИАЧ.033.013. Устанавливают напряжение питания $(24 \pm 0,5) \text{ В}$.

Устанавливают минимальное для данного исполнения ПЛП расстояние $S_{\min}$ между торцом датчика и образцом металла. Измеряют величину выходного постоянного напряжения $U_{\min}$ генератора-преобразователя.

Устанавливают максимальное для данного исполнения расстояние $S_{\max}$ и измеряют величину выходного постоянного напряжения $U_{\max}$. Измерения для $S_{\min}$ и $S_{\max}$ выполняют не менее трех раз. Вычисляют средние арифметические значения $U_{\max}^{cp}$ и $U_{\min}^{cp}$.

По формуле (1) или (2) вычисляют действительное значение коэффициента преобразования K_δ :

$$\text{для модификации СИЭЛ-1661: } K_\delta = \frac{U_{\max}^{cp} - U_{\min}^{cp}}{S_{\max}^{cp} - S_{\min}^{cp}} \quad [\text{В/мм}] \quad (1)$$

$$\text{для модификации СИЭЛ-1662: } K_\delta = \frac{U_{\max}^{cp} - U_{\min}^{cp}}{250 \cdot (S_{\max}^{cp} - S_{\min}^{cp})} \quad [\text{мА/мм}] \quad (2)$$

4.3.2 Отклонение действительного значения коэффициента преобразования от номинального вычисляют по ф. (3):

$$\Delta_{\text{ном}} = \frac{K_\delta - K_{\text{ном}}}{K_{\text{ном}}} \cdot 100 [\%] \quad (3)$$

Прибор выдержал испытания, если значения K_δ и $\Delta_{\text{ном}}$ удовлетворяют требованиям ТУ.

4.3.3 Определение действительного значения коэффициента преобразования при измерении виброперемещения

Собирают схему, приведенную в приложениях А, В, С в зависимости от модификации ПЛП. Устанавливают датчик над образцом металла, закрепленным на столе виброустановки на расстоянии $(1,4 \pm 0,1) \text{ мм}$.

Задают амплитуду виброперемещения $S=0,040$ мм на частоте 80 Гц. Измеряют переменное напряжение $U_{\text{вых}}$ выходного сигнала. По формулам (4) или (5) вычисляют коэффициент преобразования:

$$\text{для модификации СИЭЛ-1661: } K_{\phi} = \frac{U_{\text{вых}}}{S} \text{ [В/мм]} \quad (4)$$

где: $U_{\text{вых}}$ – переменное напряжение выходного сигнала, В;
 S – эталонное виброперемещение, мм.

Примечание: при измерении амплитудных значений напряжений выходных сигналов должны задаваться амплитудные значения виброперемещений, при измерении средних квадратических значений (СКЗ) напряжений выходных сигналов должны задаваться СКЗ виброперемещений.

$$\text{для модификации СИЭЛ-1662: } K_{\phi} = \frac{U_{\text{вых}}}{R_n \cdot S} \text{ [мА/мм]} \quad (5)$$

где: $U_{\text{вых}}$ – переменное напряжение выходного сигнала, мВ;
 S – эталонное виброперемещение, мм.
 $R_n = 250$ Ом – величина сопротивления резистора нагрузки;

Отклонение $\Delta_{\text{ном}}$ действительного значения коэффициента преобразования от номинального определяют по формуле (3).

Прибор выдержал испытания, если значения K_{ϕ} и $\Delta_{\text{ном}}$ удовлетворяют требованиям ТУ.

4.4 Определение основной приведенной погрешности измерения зазора

Собирают электрическую схему, приведенную в приложениях А, В, С для конкретной модификации ПЛП. Устанавливают напряжение питания $(24 \pm 0,5)$ В. Закрепляют датчик ПЛП в измеритель перемещений ИАЧ.033.013. Устанавливают минимальное для данного исполнения ПЛП расстояние $S_{\text{мин}}$ (п. 2.3.1 ТУ) между торцом датчика и образцом металла. Измеряют величину выходного сигнала генератора-преобразователя.

Последовательно увеличивают расстояние S_i до образца металла от $S_{\text{мин}}$ до $S_{\text{макс}}$ (для данного исполнения). Число точек измерений должно быть не менее 6. Измеряют величину выходного сигнала U_i .

Вычисляют приведенную погрешность преобразования $\Delta_{\text{ст } i}$ зазора по формулам (6) или (7) и определяют основную приведенную погрешность $\Delta_{\text{ст}}$

для модификации СИЭЛ-1661:

$$\Delta_{\text{ст}} = \text{макс. } \Delta_{\text{ст } i} = \frac{S_i - \frac{U_i}{K_{\phi}}}{S_{\text{макс}}} \cdot 100 [\%] \quad (6)$$

где S_i – заданное значение зазора, мм;

U_i – выходной сигнал постоянного напряжения, В;

K_{ϕ} – действительное значение коэффициента преобразования, В/мм;

$S_{\text{макс}}$ – максимальное значение диапазона измерения ПЛП данного исполнения, мм.

для модификации СИЭЛ-1662:

$$\Delta_{\text{ст}} = \text{макс. } \Delta_{\text{ст } i} = \frac{S_i - \frac{U_i}{K_{\phi} \cdot R_n}}{S_{\text{макс}}} \cdot 100 [\%] \quad (7)$$

где K_{ϕ} – действительное значение коэффициента преобразования, мА/мм;

S_i – заданное значение зазора, мм;

U_i – выходной сигнал постоянного напряжения, мВ;

R_n – активное сопротивление нагрузки, Ом;

$S_{\max}$ – максимальное значение диапазона измерения ПЛП, мм

Прибор выдержал испытания, если максимальное значение приведенной погрешности измерения $\Delta_{\text{ст}}$ удовлетворяет требованиям ТУ.

4.5 Определение неравномерности частотной характеристики в рабочем диапазоне частот (исполнение SB)

4.5.1 Определение неравномерности частотной характеристики прямым способом

Собирают схему, приведенную в приложении В. Устанавливают датчик ПЛП над образцом металла, закрепленным на столе виброустановки на расстоянии $(1,4 \pm 0,1)$ мм.

Подают напряжение питания $(24 \pm 0,5)$ В. Последовательно задают виброперемещение $S_i = 10$ мкм на частотах ряда:

$$F = (10-12,5-16-20-40-80-160-200-250-315-400-500) \text{ Гц}$$

Если на некоторых частотах диапазона (например, 400 и 500 Гц) невозможно воспроизвести 10 мкм, то воспроизводят максимальные технически достижимые значения виброперемещения. На частотах (10-20) Гц допускается задавать 100 мкм.

Отсчитывают выходные сигналы прибора. По формулам (4) или (5) вычисляют коэффициенты преобразования для всех значений частоты. Вычисляют неравномерность ЧХ по формуле (8):

$$\Delta_F = \max \left| \frac{K_i - K_{\delta}}{K_{\delta}} \right| \cdot 100 [\%] \quad (8)$$

K_i - текущее значение коэффициента преобразования, В/мм, мА/мм.

K_{δ} - значение коэффициента преобразования на базовой частоте 80 Гц, В/мм, мА/мм.

Прибор выдержал испытания, если значение неравномерности удовлетворяет требованиям ТУ.

4.6 Определение нелинейности амплитудной характеристики в рабочем диапазоне амплитуд (исполнение SB)

Собирают схему, приведенную в приложении В. Устанавливают датчик ПЛП над образцом металла, закрепленным на столе виброустановки на расстоянии $(1,4 \pm 0,1)$ мм.

Подают напряжение питания $(24 \pm 0,5)$ В. Последовательно задают на частоте 40 Гц виброперемещения в амплитудном значении из ряда: $S_i = (5-10-20-50-100-200-300)$ мкм

Отсчитывают выходные сигналы переменного напряжения прибора и ставят их в соответствие с заданными виброперемещениями. По формулам (4) или (5) вычисляют коэффициенты преобразования.

Вычисляют нелинейность АХ по формуле (9):

$$\Delta_{Ai} = \frac{K_{cp} - K_i}{K_{cp}} \times 100 [\%] \quad (9)$$

где $K_{cp} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n K_i$ - среднее значение коэффициента преобразования, В/мм, мА/мм;

K_i – текущее значение коэффициента преобразования, В/мм, мА/мм.

Прибор выдержал испытания, если максимальное значение нелинейности $\Delta_{\text{нл}}$ удовлетворяет требованиям ТУ.

4.7 Определение основной относительной погрешности измерения амплитуды виброперемещения (исполнение SB)

Используют результаты измерений п. 4.5, 4.6 ТУ. Вычисляют относительную погрешность измерения виброперемещения по формуле (10):

$$\Delta = \pm 1,1 \cdot \sqrt{\Delta_{\text{эт}}^2 + \Delta_A^2 + \Delta_F^2 + \Delta_n^2} \quad [\%] \quad (10)$$

где $\Delta_{\text{эт}}$ – относительная погрешность эталонного СИ, %

Δ_A – значение нелинейности АХ, %;

Δ_F – значение неравномерности ЧХ, %;

Δ_n – относительная погрешность вторичного прибора, %

Прибор выдержал испытания, если вычисленная погрешность измерения амплитуды виброперемещения удовлетворяет требованиям ТУ.

4.8 Определение диапазона измерений размаха виброперемещения

4.8.1 Для модификации СИЭЛ-1662-10-XX-SB, укомплектованного детектором размаха виброперемещения СИЭЛ-1669-XXX, собирают схему соединений по приложению С.

4.8.2 Устанавливают напряжение питания $(24 \pm 0,5)$ В. Вибростолу поверочной виброустановки последовательно задают на частоте 40 Гц размах виброперемещения, мкм:

- для исполнения СИЭЛ-1669-160 $S_i = 10, 20, 50, 100, 160$;

- для исполнения СИЭЛ 1669-250 $S_i = 10, 25, 50, 100, 200, 250$;

- для исполнения СИЭЛ 1669-320 $S_i = 10, 50, 100, 150, 200, 250, 320$;

- для исполнения СИЭЛ 1669-600 $S_i = 10, 50, 100, 200, 300, 400, 500, 600$.

4.8.3 Отсчитывают выходные напряжения прибора $U_{\text{вых}}$ в мкВ и ставят их в соответствие с заданными размахами виброперемещения S_i в мкм. Вычисляют действительные значения коэффициентов преобразования по формуле (11):

$$K_o = \frac{\frac{U_{\text{вых}}}{R_n} - i_0}{S_i} \quad [\text{мкА/мкм}] \quad (11)$$

где $i_0 = 4000$ мкА – начальный ток прибора;

$R_n = 250$ Ом – сопротивление нагрузки.

4.8.4 Прибор выдержал испытания, если коэффициенты преобразования соответствуют требованиям ТУ, и диапазон измерения размаха виброперемещения соответствует требованиям ТУ.

4.9 Определение частотного диапазона измерений размаха виброперемещения

4.9.1 Собирают схему, приведенную в приложении С. Закрепляют датчик ПЛП на расстоянии $(1,4 \pm 0,1)$ мм над столом поверочной виброустановки.

4.9.2 Последовательно задают виброперемещение $S_i = 10$ мкм на частотах ряда:

$$F = (10-20-40-80-160-315-400-500) \text{ Гц}$$

Если на некоторых частотах диапазона (например, 400 и 500 Гц) невозможно задать 10 мкм, воспроизводят максимальные технически достижимые значения виброперемещения. На частотах (10 – 20) Гц допускается задавать 100 мкм.

Производят отсчет выходного сигнала прибора. По формуле (11) вычисляют коэффициенты преобразования для всех значений частоты.

4.9.3 Прибор выдержал испытания, если значения коэффициентов преобразования соответствуют требованиям ТУ, и диапазон частот измерения размаха виброперемещения прибора соответствует требованиям ТУ.

4.10 Определение основной относительной погрешности измерения размаха виброперемещения СИЭЛ-1662-10-XX-SB, укомплектованного детектором размаха виброперемещения СИЭЛ-1669

Собирают схему, приведенную в приложении С. Закрепляют датчик ПЛП на расстоянии $(1,4 \pm 0,1)$ мм над образцом металла, закрепленным на столе виброустановки. Включают питание прибора.

Последовательно задают на частоте 40 Гц размах виброперемещения S_i из ряда:

$S_i = (80, 125, 160, 300)$ мкм и отсчитывают выходной сигнал U_i .

Вычисляют относительную погрешность измерения размаха виброперемещения ПЛП с детектором размаха виброперемещения Δ' по формуле (12):

$$\Delta' = \max. \Delta'_i = \frac{S_{\text{эт}} - \frac{U_i}{K_{\partial} \cdot R_n}}{S_{\text{эт}}} \cdot 100 [\%] \quad (12)$$

где: $S_{\text{эт}}$ – эталонное (заданное) значение размаха виброперемещения, мм;

U_i – выходной сигнал ПЛП, мВ;

K_{∂} – действительное значение коэффициента преобразования, мА/мм;

R_n – сопротивление нагрузки, Ом.

Прибор выдержал испытание, если вычисленное значение погрешности удовлетворяет требованиям ТУ.

5 Оформление результатов поверки

5.1 Результаты поверки считают положительными, если метрологические характеристики преобразователей удовлетворяют требованиям настоящих методических указаний. В этом случае на преобразователи выдают свидетельство о поверке по форме, установленной правилами ПР50.2.006-94.

5.2 При отрицательных результатах преобразователи к применению не допускают и на них выдают извещение о непригодности с указанием причин по форме, установленной правилами ПР50.2.006-94

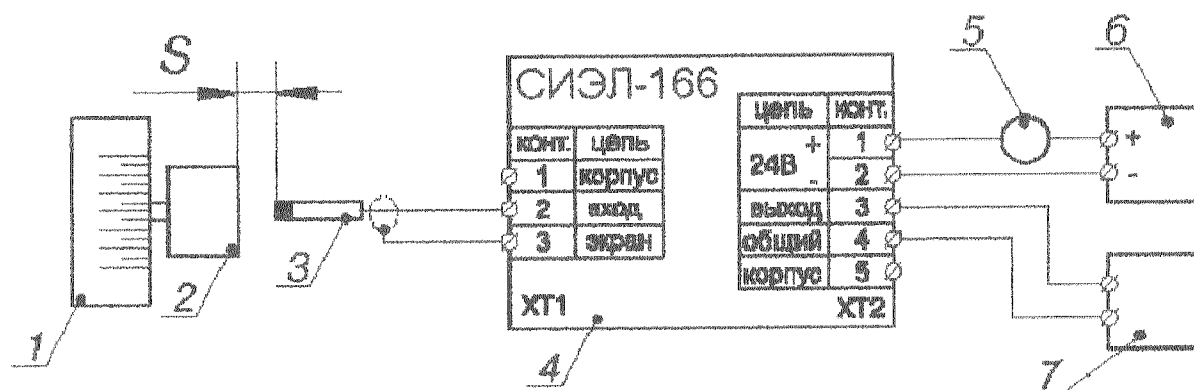


Рис. 1 – Схема внешних электрических соединений СИЭЛ-1661

- 1 – шкала отсчетного устройства;
- 2 – образец металла;
- 3 – датчик преобразователя перемещений;
- 4 – генератор-преобразователь;
- 5 – амперметр;
- 6 – источник питания;
- 7 – вторичный прибор (вольтметр).

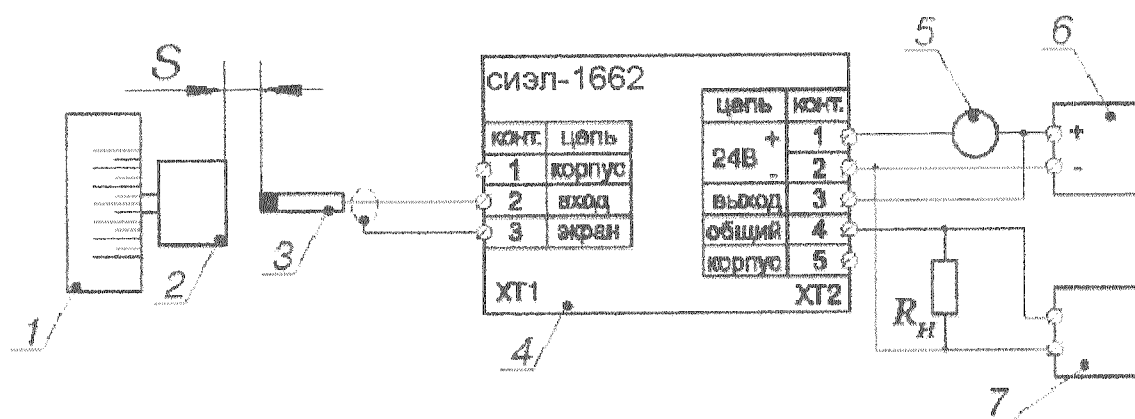


Рис. 2 – Схема внешних электрических соединений СИЭЛ-1662

- 1 – шкала отсчетного устройства;
- 2 – образец металла;
- 3 – датчик преобразователя перемещений;
- 4 – генератор-преобразователь;
- 5 – амперметр;
- 6 – источник питания;
- 7 – вторичный прибор (вольтметр).

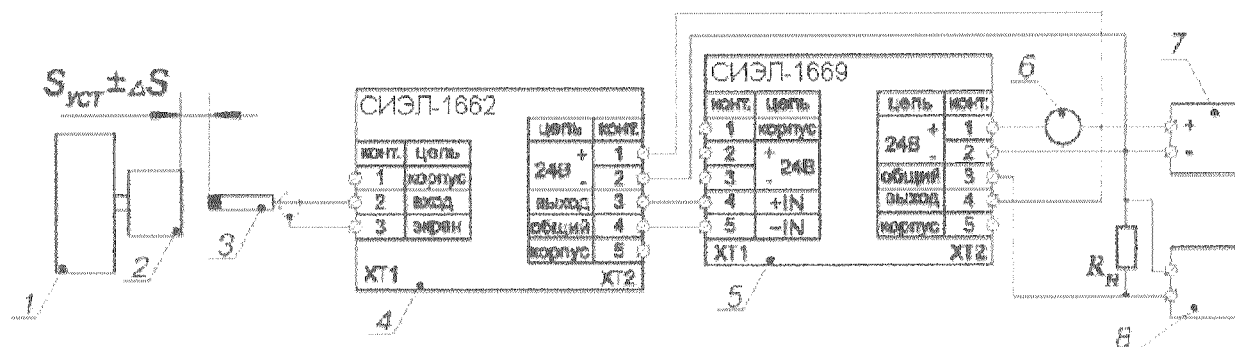


Рис. 3 – Схема внешних электрических соединений СИЭЛ-1662 + СИЭЛ-1669

- 1 – вибростол;
- 2 – образец металла;
- 3 – датчик преобразователя перемещений с кабелем;
- 4 – генератор-преобразователь;
- 5 – детектор размаха виброперемещения;
- 6 – амперметр;
- 7 – источник питания;
- 8 – вторичный прибор (вольтметр).