

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства
измерений

ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ (ФАЗОМЕТРЫ)
Методика поверки
МН 2009-69

Государственный комитет СССР по стандартам
Москва

РЕКОМЕНДАЦИЯ

Государственная система обеспечения единства
измерений

МИ 2009-89

ИЗМЕРИТЕЛИ КОЭФФИЦИЕНТА МОЩНОСТИ (ФАЗОМЕТРЫ)

Взамен

Методика поверки

инструкции Т94-62

Введена в действие с ОI.50

Настоящая рекомендация распространяется на одно- и трехфазные средства измерения коэффициента мощности (фазометры), предназначенные для измерения коэффициента мощности и эквивалентного ему угла сдвига фаз между током и напряжением (в дальнейшем ИМ), классов точности (в дальнейшем кл.т.) 0,2 – 4 в диапазоне частот (40 – 20000) Гц, соответствующие ГОСТ 8039-79, публикации МЭК 51-5 (1995) и СТ СЭВ 788-77 в соответствии с государственной поверочной схемой по ГОСТ 8.551-86, и устанавливают методы и средства их первичной и периодической поверки.

Основные характеристики серийно выпускаемых, а также находящихся в эксплуатации отечественных измерителей коэффициента мощности (фазометров), на которые распространяется настоящая рекомендация, приведены в приложении I.

I. ОПЕРАЦИИ ПОВЕРКИ

При проведении поверки должны быть выполнены следующие операции, указанные в таблице I.

Таблица I

Наименование операции	Номер пункта: документа	Проведение операции при при поверке	первой проверке	периодической проверке
I	: 2	: 3	: 4	
Внешний осмотр	6.1	Да	Да	
Эксперимент:	6.2	Да	Да	

Продолжение таблицы I

I	: 2	: 3	: 4
Проверка влияния наклона	6.3	Да	Да
Проверка времени успокоения	6.4	Да	Нет
Определение остаточного отклонения указателя	6.5	Да	Нет
Определение основной погрешности б.б.	6.6	Да	Да
Проверка вариации показаний	6.7	Да	Да

2. СРЕДСТВА ПОВЕРКИ

2.1. При проведении поверки с использованием одного из вариантов метода непосредственного сличения поверяемого ИМ с ОСИ должны применяться следующие образцовые средства.

2.1.1. Сличение с образцами ИМ (проверка ИМ кл.т. 0,5 и ниже в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц):

фазометры кл.т. 0,1 - 0,2;

индикаторы квадратуры с погрешностью индикации 90-градусного сдвига фаз между током и напряжением не более $\pm 18'$.

2.1.2. Сличение с образцовым электронным фазометром (проверка ИМ кл.т. 0,2 и ниже в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц):

электронные фазометры (ЭФ) с основной погрешностью

$$\Delta\varphi_{\text{о.о.}} \leq 0,1\text{I KР (град.)};$$

комплекты ОДН с фазовой погрешностью

$$\Delta\varphi_{\text{о.н.}} \leq 0,1\text{I KР (град.)};$$

комплекты ПТН с постоянной времени не более

$$\tau_{\text{п.т.н.}} \leq \frac{3 \text{ KР} \cdot 10^{-3}}{f}, \text{ (сек.)},$$

где f - частота, на которой производится поверка, Гц;

комбинированные поверочные установки I и II разрядов, в которых перечисленные в данном пункте, а также в п.2.3 средства конструктивно совмещены и выполнены в виде одного автономного устройства.

Примечание:

1. номинальные коэффициенты деления ОДН и преобразования ПНГ должны обеспечивать в своих выходах одинаковые по величине напряжения в пределах $(0,1 - 1)B$, при условии рассеяния при этом номинальной мощности.

2. В зависимости от имеющихся образцовых средств могут устанавливаться другие соотношения между допускаемыми погрешностями КФ, ОДН и ПНГ с таким условием, чтобы их суммарная угловая погрешность не превышала $1/3$ предела допускаемой угловой погрешности поверяемого ИМ.

2.1.3. Сличение с расчетной цепью (проверка ИСИ кл.т. 0,5 и выше в диапазоне частот $(40 - 60)$ Гц:

магазины емкостей кл.т. 0,02 и 0,05 с угловой погрешностью
 $\delta_e \leq 0,35$;

магазины сопротивлений кл.т. 0,05 с постоянной времени
 $C_s \leq 5 \cdot 10^{-6}$ сек;

преобразователи "ток-напряжение" с постоянной τ времени не более
 $1 \cdot 10^{-6}$;

нуль-индикаторы с разрешением по фазе не хуже $1'$.

2.1.4. Сличение с мерой (проверка ИСИ кл.т. 0,2 - 4 в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц):

калибраторы угла сдвига фаз (ИИ) с погрешностью
 $\Delta\phi_{\text{ср}} \leq 0,11$ КР (град.);

где К - класс точности поверяемого ИМ, отн.ед.;

R - коэффициент, членно равный полному размаху шкалы ИМ
(но не более 160°), град;

комплекты делителей напряжения (УДН) с фазовой погрешностью
 $\Delta\phi_{\text{ср}} \leq 0,11$ КР (град.);

комплекты преобразователей "ток-напряжение" (ПНГ) с постоянной времени не более

$$C_{\text{ср}} \leq \frac{3 \text{ КР} \cdot 10^{-3}}{R}, \text{ (сек)}.$$

Примечание. Аналогично примечаниям I,2, изложенным в п.2.1.2.

2.2. При проведении проверки с использованием одного из вариантов расчетно-экспериментального (энергетического) метода должны быть учтены следующие обстоятельства.

2.2.1. При поверке однофазных ИСИ кл.т. (I,5 - 4) в диапазоне частот (40-60) Гц:

ваттметры и варметры или ваттвариометры кл.т. 0,I ~ 0,5;
дифференциальные ваттметры кл.т. 0,I ~ 0,2.

2.3. При проведении поверки ИСИ должны также использоваться следующие вспомогательные средства:

двухканальные генераторы с регулируемым с разрешением (I-I0)¹ в пределах (0-360)⁰ сдвигом фаз между выходными сигналами тока до 10 А и напряжения до 600 В, с искажениями формы не более 2% в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц;

Примечание. Возможно использование автономных усилителей, формирующих сигналы тока и напряжения с указанными значениями, и круговых фазовращателей, работающих в данном диапазоне частот.

двухканальные генераторы с регулируемым с разрешением (I-I0)¹ в пределах (0-120)⁰ сдвигом фаз между трехфазными системами тока до 6 А и напряжения до 380 В, с искажениями формы не более 2% в диапазоне частот (40 - 500) Гц;

амперметры кл.т. I-2,5 с возможностью измерения тока до 10 А в диапазоне частот до 20 кГц;

вольтметры кл.т. I-2,5 с возможностью измерения напряжения до 600 В в диапазоне частот до 20 кГц;

секундомер по ГОСТ 5072-79.

2.4. На все применяемые средства поверки должны быть документы о поверке или метрологической аттестации.

2.5. Работы со средствами поверки и поверяемыми средствами измерений выполняются в соответствии с их техническими описаниями и инструкциями по эксплуатации.

2.6. Основные характеристики перечисленных в данном разделе образцовых и вспомогательных средств приведены в приложении 2.

2.7. Допускается использовать другие образцовые и вспомогательные средства при условии обеспечения необходимой точности поверки.

3. ТРЕБОВАНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ

При проведении поверки должны быть соблюдены требования безопасности по ГОСТ 22261-82, а также утвержденных Госэнергомадзотом "Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей" и "Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей".

4. УСЛОВИЯ ПОВЕРКИ

Если нет особых указаний, при поверке должны быть соблюдены нормальные условия по ГОСТ 8.395-80, ГОСТ 22261-82, а также указанные в пп. I.9, I.14 ГОСТ 8039-79.

5. ПОДГОТОВКА К ПОВЕРКЕ

5.1. Образцовые, поверяемые и вспомогательные средства подготавливают к работе в соответствии с их технической документацией.

5.2. ИМ устанавливается в рабочее положение. Если рабочее положение не указано, ИМ должен поворачиваться при двух положениях шкалы: горизонтальном и вертикальном.

5.3. В ИМ с механическим противодействующим моментом при налипании корректора указатель устанавливается на нулевую отметку.

5.4. Перед проведением поверки поверяемый ИМ должен быть прогрет в соответствии с I.I4.22 ГОСТ 8039-79 при номинальном напряжении в течение времени предварительного прогрева, т.е. времени между подключением поверяемого ИМ в цель и определением основной погрешности, и значениям тока, приведенным в таблице 2.

Таблица 2

Класс	Условия предварительного прогрева		
точности	Напряжение в % от номинального	Ток в % от номинального (действ.)	Время предварит. прогрева, мин.
0,2	100	80	10-30
0,5-1	100	80	5-15

6. ПРОВЕДЕНИЕ ПОВЕРКИ

Проверка ИСИ должна выполняться государственной или ведомственной метрологическими службами.

6.1. Внешний осмотр

6.1.1. При внешнем осмотре устанавливается соответствие поверяемого ИСИ следующим требованиям:

ИСИ не должен иметь механических повреждений или неисправностей регулировочных и соединительных элементов или других внешних дефектов, влияющих на его нормальную работу или ухудшающих его внешний вид;

и ИСИ должна быть приложена техническая документация. Проверяемый ИСИ должен быть укомплектован (кроме ЭИ) в соответствии с данной технической документацией;

Приложение. ИСИ, используемые в качестве образцовых, на периодическую поверку представляются со свидетельством о предыдущей поверке.

маркировка ИСИ должна соответствовать требованиям ГОСТ 22261-82, ГОСТ 8039-79 и его технической документации.

6.1.2. При несоответствии ИСИ пункту 6.1.1 его бракуют и доверяют прекращают.

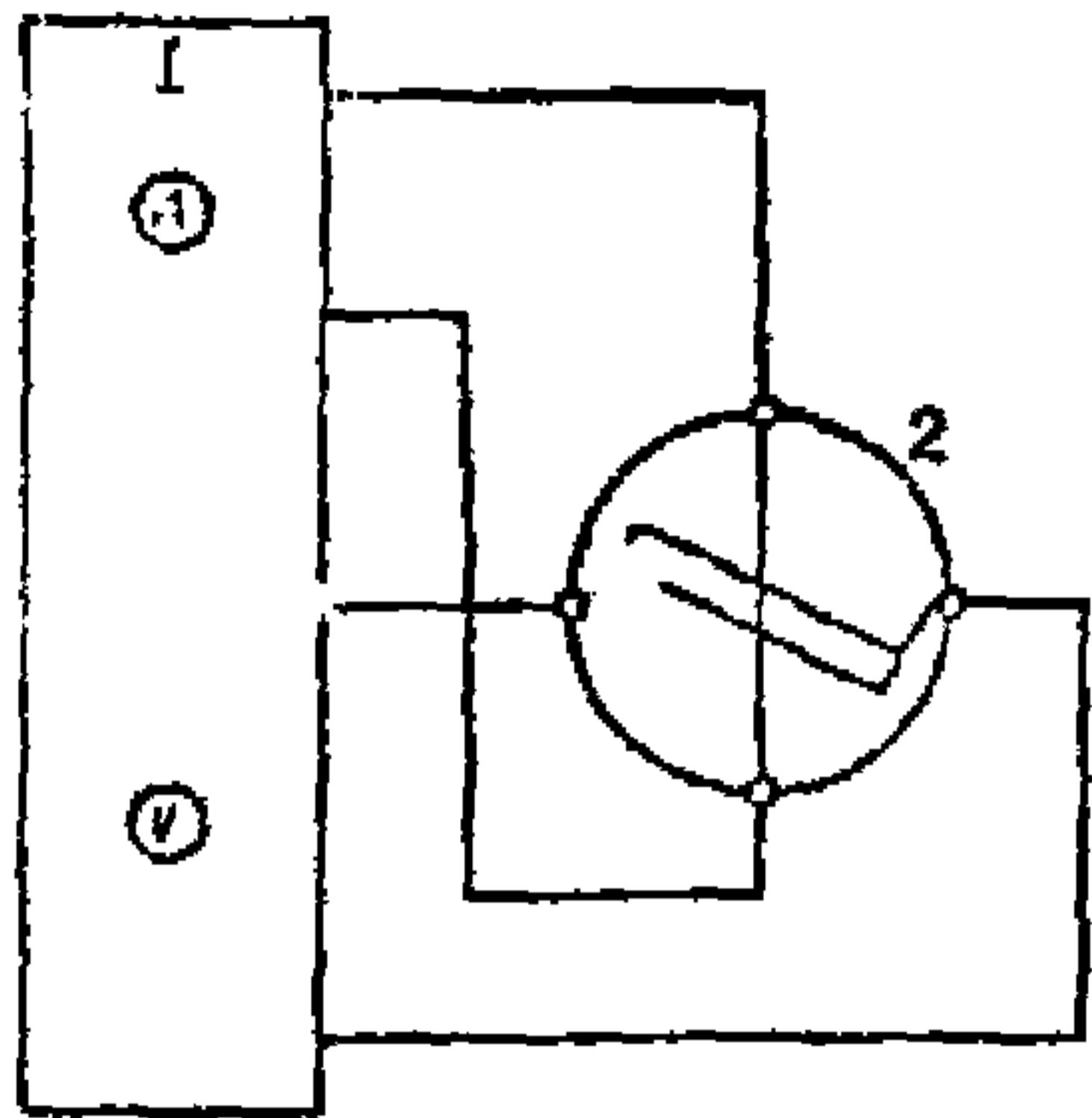
6.2. Опробование

При опробовании проверяют работоспособность ИСИ в соответствии с его технической документацией.

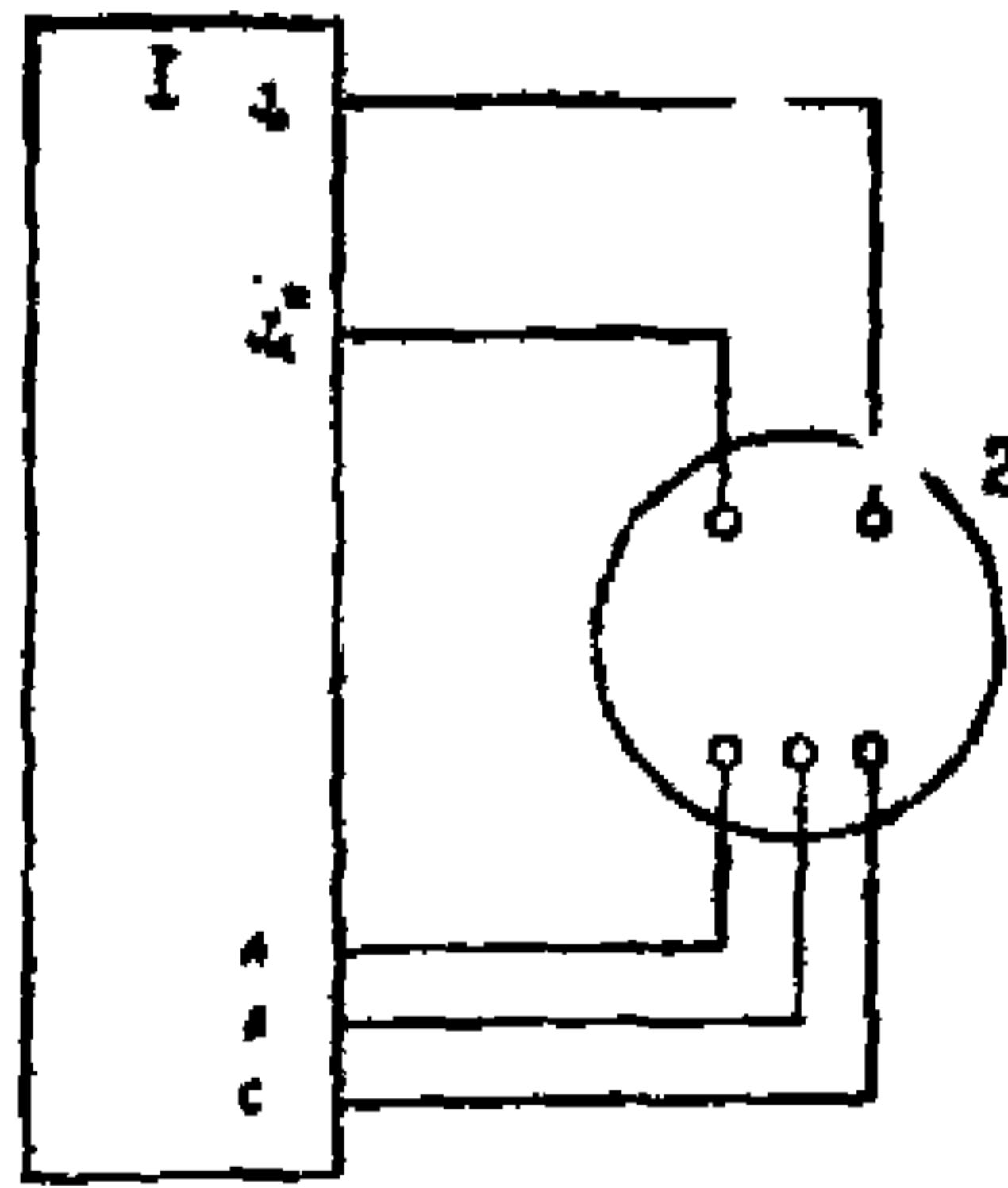
При этом в соответствии со структурной схемой, приведенной на рис.1, проверяемый ИСИ подключают к двухканальному источнику (ДИ) тока (системы токов) и напряжения (системы напряжений), устанавливают номинальное значение напряжения и в зависимости от группы, к которой относится ИСИ по ГОСТ 22261-82, следующее значение тока:

0,4 номинального - для переносных ИСИ 2-4 групп,

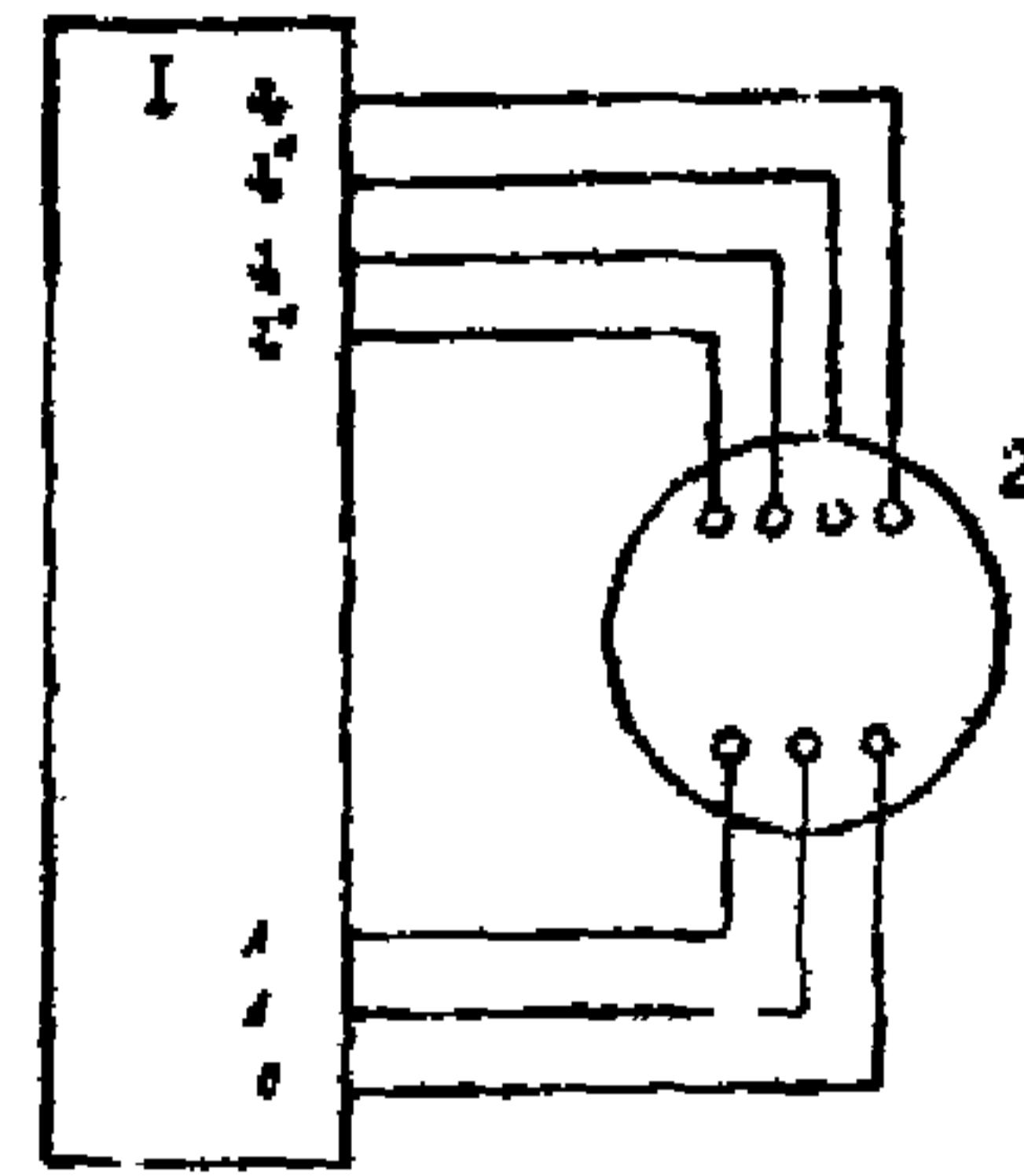
0,5 номинального - для переносных ИСИ 5-7 групп и приводят ИСИ 7 групп. Затем, изменяя угол сдвига фаз между током (системами



а)



б)



в)

Рис. I. Схемы установок для проведения отработки ИМ

- а) - для однофазных ИМ
 - б) - для трехфазных ИМ с одной токовой цепью
 - в) - для трехфазных ИМ с двумя токовыми целями
- I - двухканальный источник систем токов и напряжений
 2 - поверяемый ИМ

(токов) и напряжением (системами напряжений), проверяют плавность перемещения указателя ИСИ и возможность установки его в любую точку шкалы.

6.3. Определение дополнительной погрешности, вызванной изменением положения ИСИ от нормального

Проверяемый ИМ подключают в соответствии с п.б.2 к выходам двухканального источника тока (системы токов) и напряжения (система напряжений), устанавливают начальное напряжение и токи, оговоренные тем же.

Определение дополнительной погрешности (изменения показаний ИСИ), вызванной (вызванного) отклонением его положения от нормального, производится при изменении положения ИСИ поочередно в четырех направлениях (вперед, назад, вправо, влево) при установке с помощью изменения угла сдвига фаз между током и напряжением – для однофазных ИМ и системами токов и напряжения – для трехфазных ИМ, указателя поверяемого ИМ на нулевую и максимальные отметки шкалы.

Изменение показаний ИСИ оценивают в мк, причем результатом считается большее из полученных значений.

6.4. Определение времени установления показаний.

6.4.1. Определение времени установления показаний для ИСИ с механическим противодействующим моментом.

Проверяемый ИМ подключают к выходам ДИ в соответствии с п.б.2.

С помощью изменения угла сдвига фаз между током и напряжением устанавливают указатель поверяемого ИМ на отметку, отстоящую от отметки $\cos\varphi = 1$ ($\varphi = 0$) приблизительно на две трети шкалы (если данная отметка находится внутри шкалы, то за длину шкалы принимается ее половина – при симметричной шкале, и ее более длинная часть – при несимметричной шкале).

Отключают цепь напряжения ИМ и ждут, пока указатель установится в соответствующее положение.

Одновременно включают цепь напряжения и секундомер.

за время успокоения принимают время, в течение которого удаление указателя ИМ от установленного положения уменьшится до 1,5% от длины шкалы.

6.4.1 Определение времени успокоения для ИМ без механического противодействующего момента.

Проверяемый ИМ подключают к ДИ в соответствии с п. 6.2.

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, по шкале поверляемого ИМ устанавливают значение $\cos\varphi=1$ ($\varphi=0$) и замечают, в каком положении находится при этом ручка фазовращателя (фазорегулятора).

Поворачивая ручку фазовращателя (фазорегулятора), устанавливают указатель ИМ на отметку шкалы, отстоящую от отметки $\cos\varphi=1$ ($\varphi=0$) на две трети ее длины.

Отключают цепь напряжения ИМ.

Ручку фазовращателя ДИ возвращают в нулевое положение.

Одновременно включают цепь напряжения ИМ и секундомер.

За время успокоения принимают время, в течение которого удаление указателя ИМ от установленного положения уменьшится до 1,5% от длины шкалы.

6.5. Определение остаточного отклонения

Определение остаточного отклонения (невозвращения) указателя к отметке механического нуля) для ИМ с механическим противодействующим моментом выполняется при плавном подводе указателя ИМ к его нулевой отметке от наиболее удаленной от нее отметки шкалы.

Для этого проверяемый ИМ подключают к выходам ДИ в соответствии с п. 6.2.

Регулируя сдвиг фаз между выходными сигналами ДИ, устанавливают указатель ИМ на отметку, наиболее удаленную от отметки механического нуля.

Начиная измерения сдвига фаз между током и напряжением или умень-

II

шай величины тока или (и) напряжения до нуля, по положению указателя ИСИ определяют величину его остаточного отклонения.

6.6. Определение основной погрешности

6.6.1. Определение основной погрешности ИСИ с использованием метода непосредственного сличения с ССИ.

6.6.1.1. Сличение с образцовым ИСИ (проверка однофазных ИСИ кл. 0, 0,5-4 в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц, трехфазных ИСИ кл. 0, 2,5-4 в диапазоне частот (40-500) Гц).

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 2а - для однофазных ИСИ и на рис. 2б,в - для трехфазных ИСИ.

Устанавливают номинальное напряжение (систему напряжений).

Устанавливают в соответствии с п.6.2 ток (систему токов).

Регулируя угол сдвига фаз между током (системой токов) и напряжением (системой напряжений), устанавливают поверяемый ИСИ на поверяемую отметку шкалы и по образцовому прибору отсчитывают погрешность поверяемого ИСИ.

Примечание. Допускается отсчитывать погрешность поверяемого ИСИ по его же шкале, устанавливая при этом указатель образцового ИСИ на отметку, соответствующую поверяемой отметке шкалы.

6.6.1.2. Сличение с образцовым электронным фазометром (проверка ИСИ кл.т. 0,2 и ниже в диапазоне частот 40 Гц - 20 кГц).

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 3.

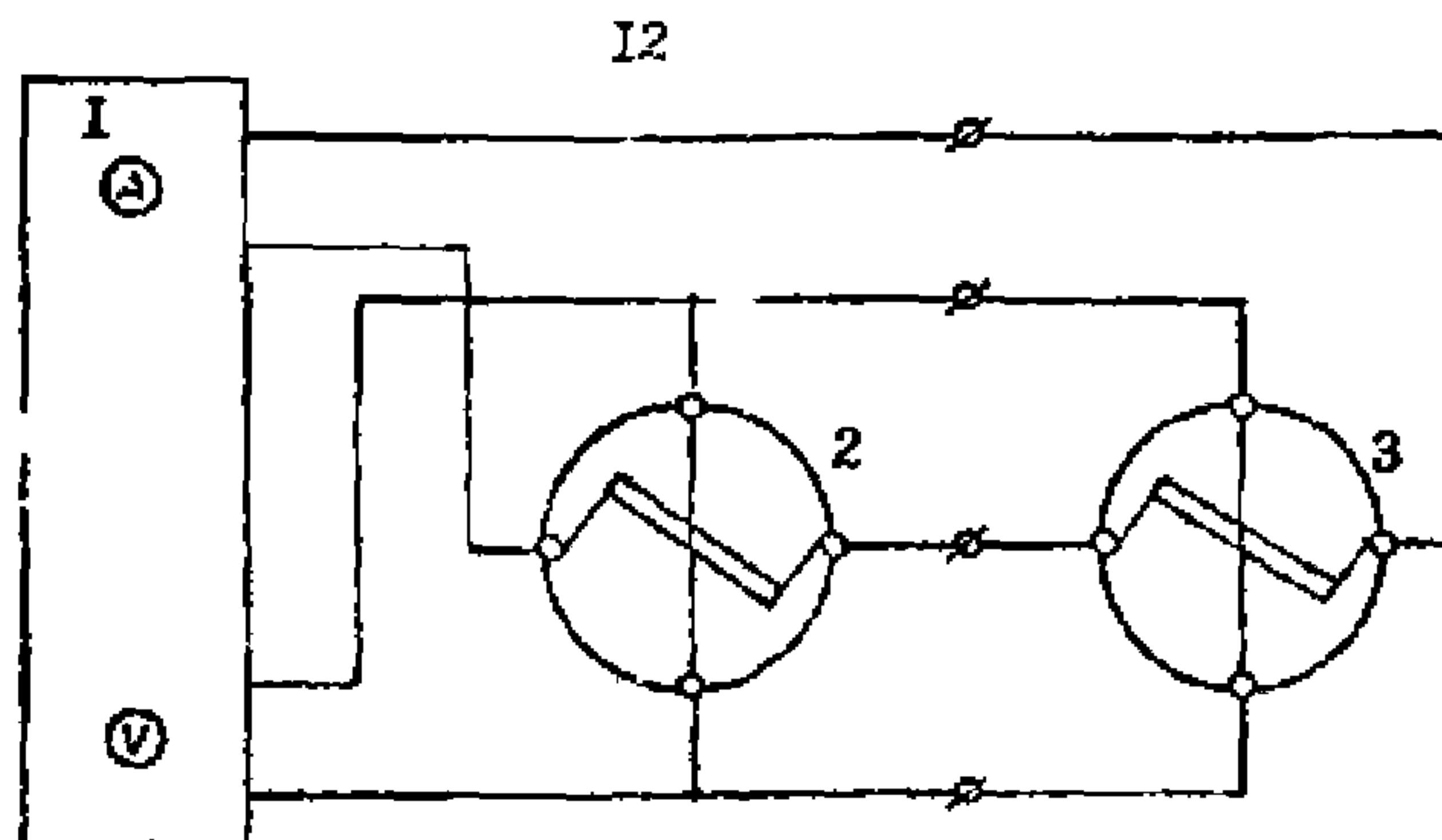
Устанавливают номинальное напряжение.

Устанавливают в соответствии с п.6.2 ток.

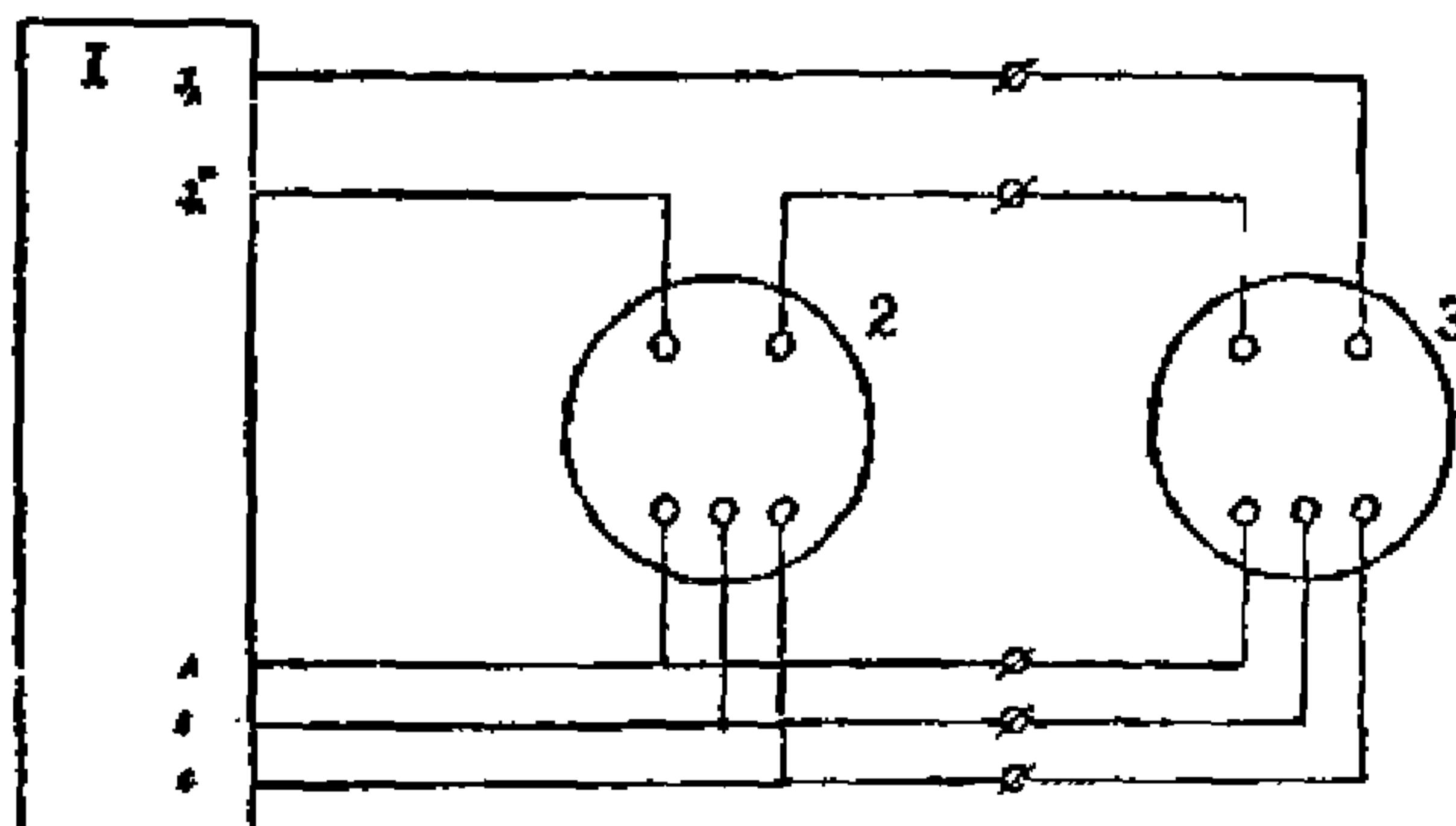
Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают поверяемый ИСИ на поверяемую отметку шкалы и по образцовому электронному фазометру отсчитывают погрешность поверяемого ИСИ.

6.6.1.3. Сличение с образцовой расчетной фазозадающей цепью.

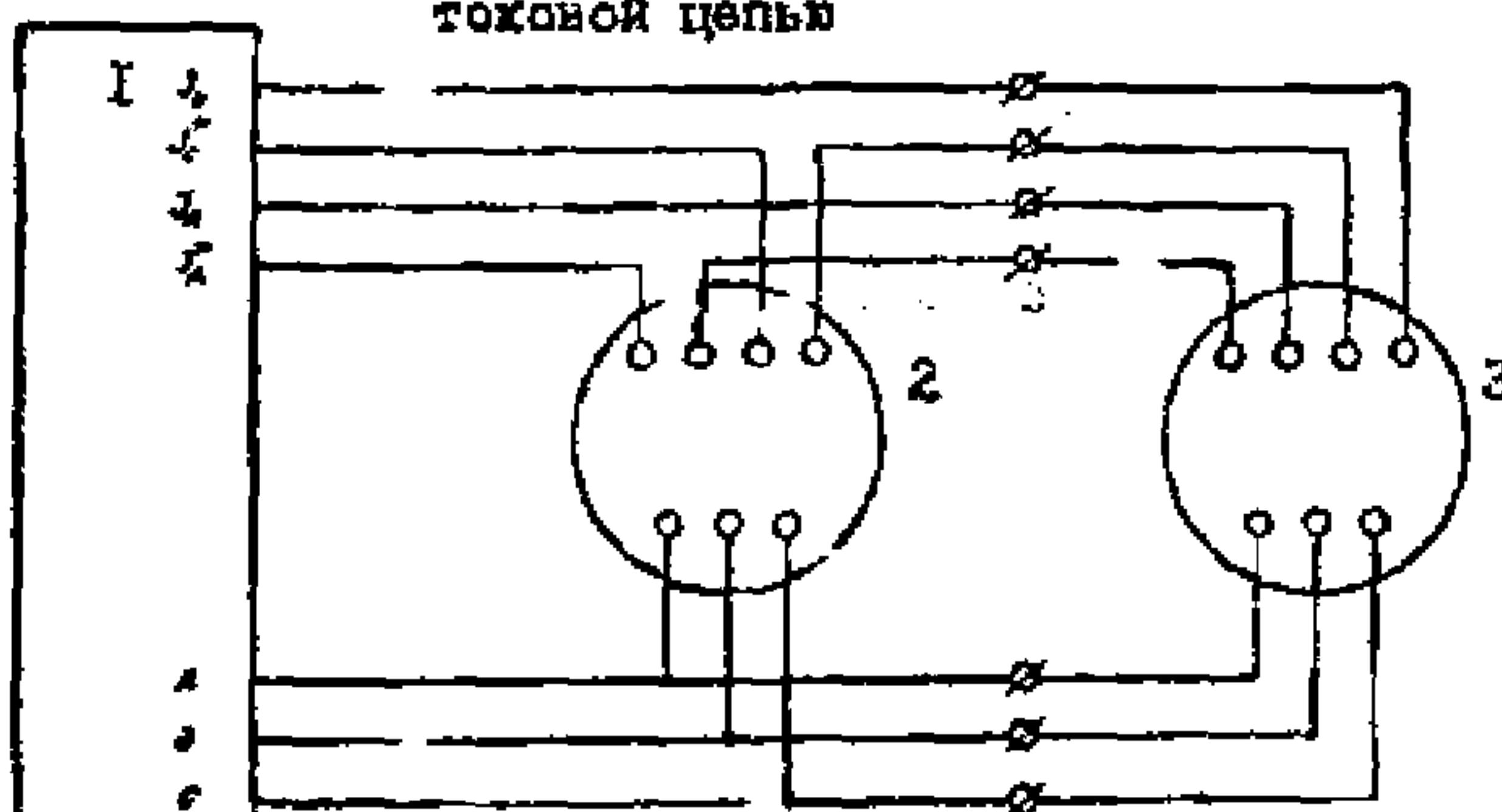
При проверке однофазных ИСИ кл.т. 0,5 и ниже в диапазоне частот (40-50) Гц.



а) для однофазных ИСМ



б) для трехфазных ИСМ с одной токовой цепью



в) для трехфазных ИСМ с двумя токовыми цепями

Рис. 2. Схемы установок для поверки ИСМ методом вычитания с образцовым СИ.

а) для однофазных ИСМ

б, в) для трехфазных ИСМ

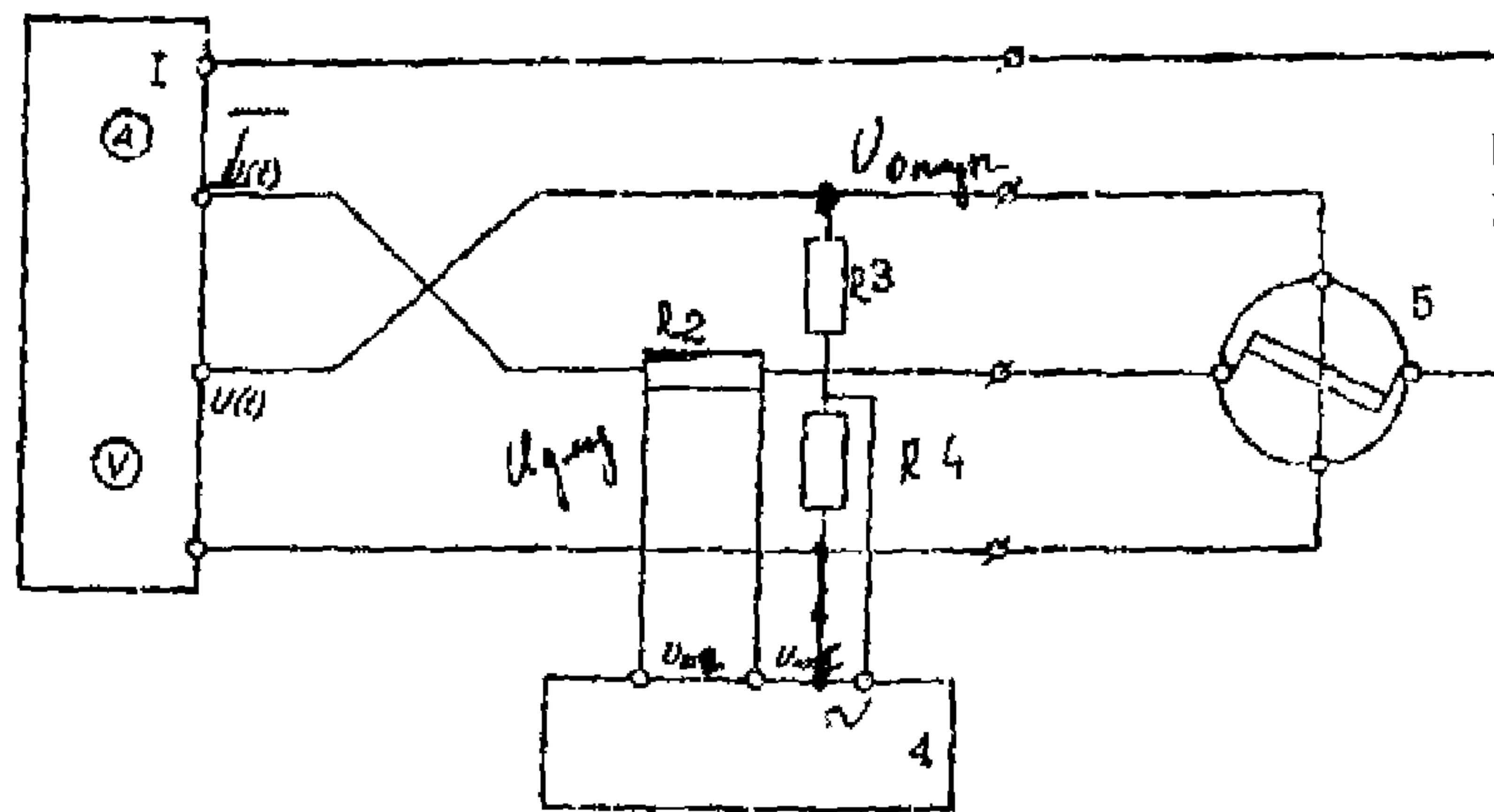


Рис. 3 Схема установки для поверки ИСИ методом сличения

- 1 Двухканальный источник тока и напряжения
- 2 Преобразователь "ток-напряжение"
- 3 Делитель напряжения
- 4 Электронный фазометр
- 5 ИКМ

Структурная схема поверочной установки, работающей в соответствии с данными методом, приведена на рис. 4а. В ее состав входят элементы и узлы с характеристиками согласно п.2 и табл. Приложения 2:

1 - дыхательный источник;

2 - нуль-индикатор;

3 - поверяемый ИМ;

$R_1 - R_3$ - магазины сопротивлений;

R_4 - преобразователь "ток-напряжение";

C_1 - магазин емкостей.

Поверяемый ИМ подключают к зажимам J , J^* и U , U^* .

Устанавливают номинальное значение напряжения.

Установливают в соответствии с п.б.2 значение тока.

Определяют погрешности ИМ в точке $\cos\varphi = 1$ ($\varphi = 0$).

В схеме установки, приведенной на рис. 4а, магазин емкостей C_1 закорачивается.

Коэффициент деления образованного при этом резистивного делителя напряжения регулировкой магазинов сопротивлений R_1 и R_2 устанавливается таким, чтобы при данных номинальных напряжениях и токе поверяемого ИМ величины напряжений на выходе этого делителя (R_1 и R_2) и РНН (R_4) были равны (при этом необходимо соблюдать условие, чтобы рассеиваемая на магазине сопротивлений R_1 мощность не превышала допустимой).

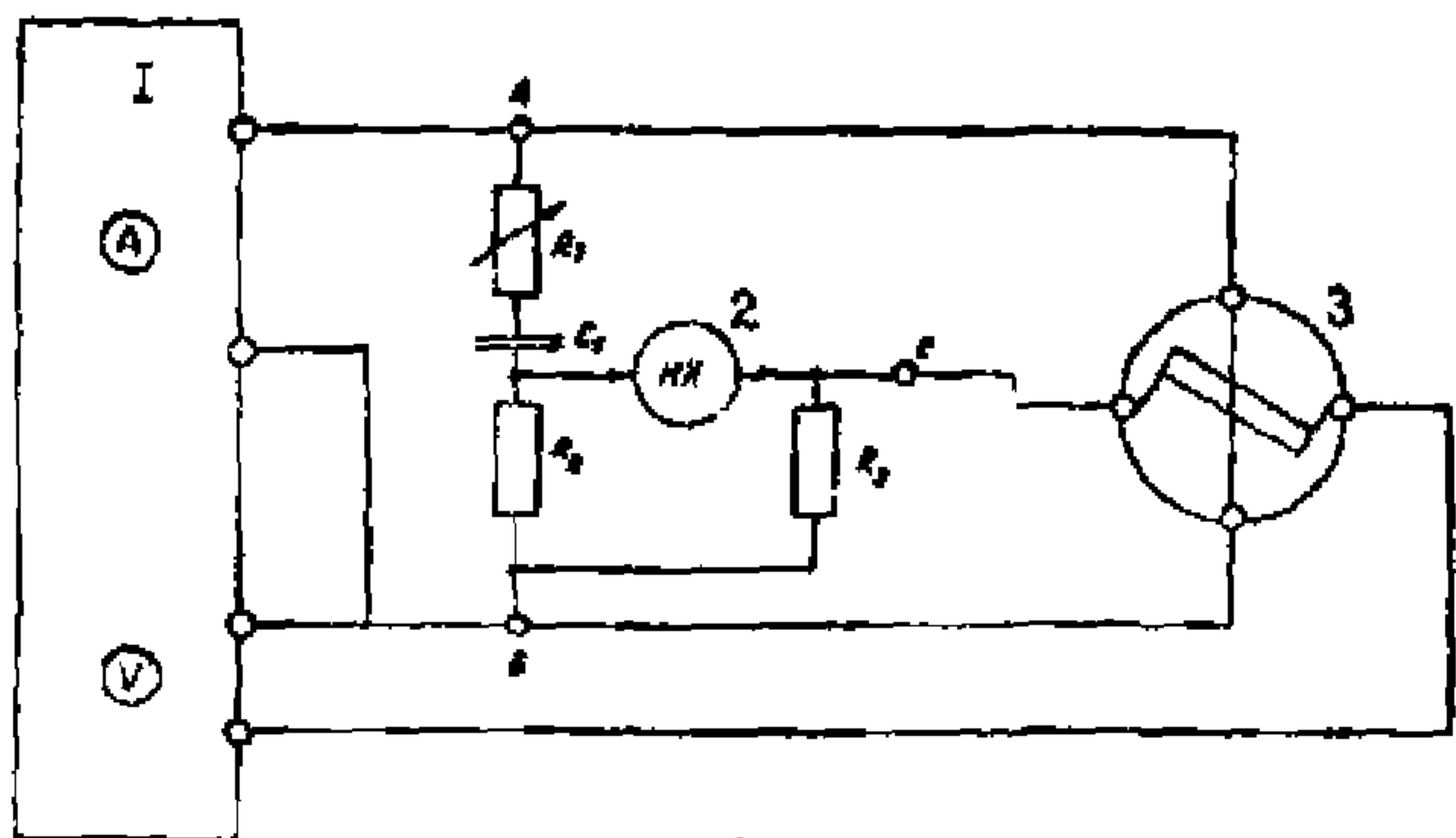
Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают нуль-индикатор на нуль и по поверяемому ИМ отсчитывают его погрешность в точке $\cos\varphi = 1$ ($\varphi = 0$).

Определяют погрешности ИМ при емкостном сдвиге.

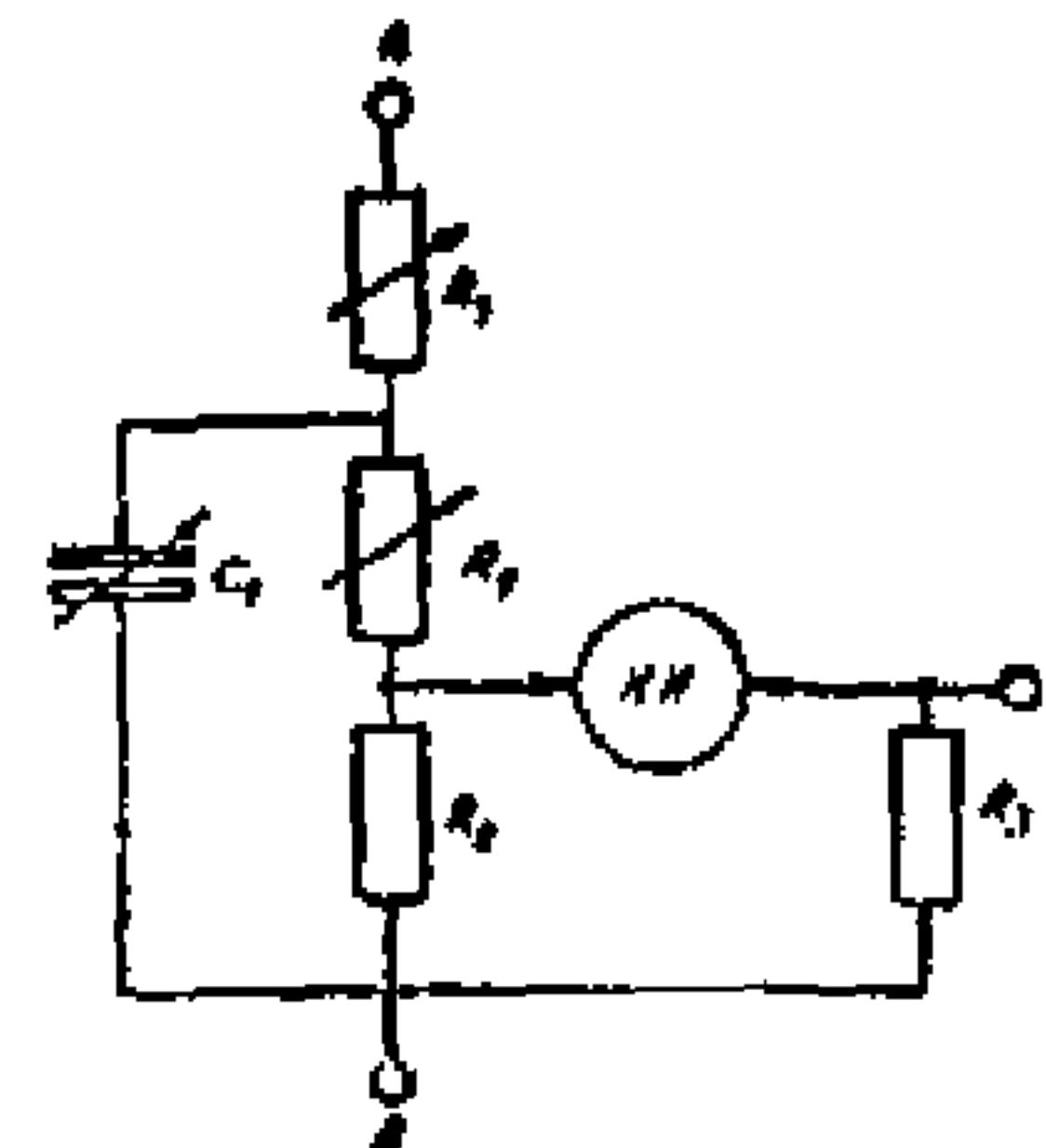
В схеме установки, приведенной на рис. 4а, выключают магазин емкостей C_1 .

В соответствии с выражением

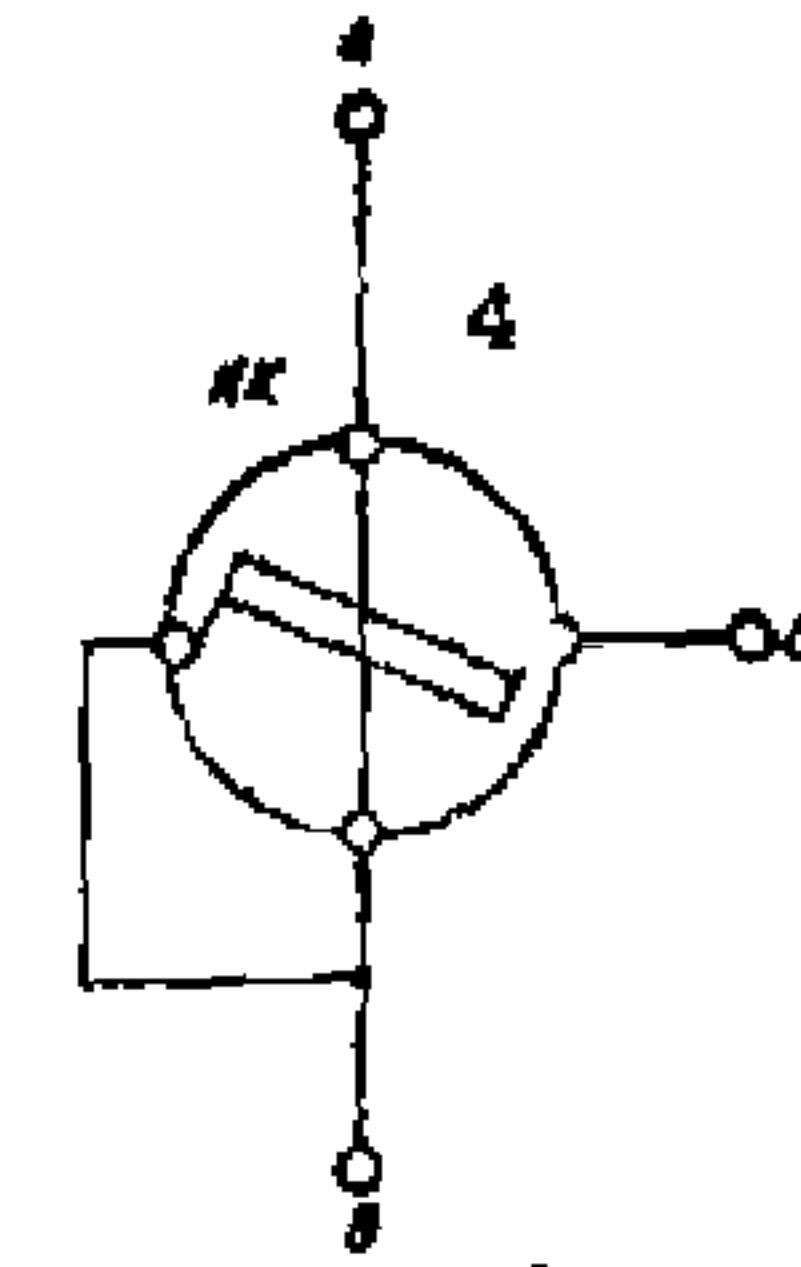
$$\varphi = \arctg \frac{1}{254(2,2)}$$



a)



б)



в)

Рис. 4. Схема установки для поверки ИКМ с использованием образцовой фазозадающей цепи.

I - вспомогательный источник тока и напряжения

2 - нуль-индикатор

3 - поверяемый ИКМ

4 - индикатор квадратуры

R_1-R_3 - магазин сопротивлений

R_4 - преобразователь "ток-напряжение"

C_1 - магазин сопротивлений

Задача 2

5

расчитывают и устанавливают значения C_1 , R_1 и R_2 для соз ϕ или ϕ для поверяемой отметки шкалы (значения R_1-R_4 и C_1 при емкостном и индуктивном сдвиге приведены в положении 3).

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают куль-индикатор на нуль и по поверяемому ИКМ отсчитывают его погрешность в поверяемой точке шкалы.

Определение погрешности при индуктивном сдвиге.

В поверочной установке в положении 3 измерительно-фазосдвигающую цепь к виду, приведенному на рис. 4б (точки А В С).

В соответствии с выражением

$$Q = \operatorname{arctg} \frac{2\pi f C R_1 (R_2 + R_3)}{R_1 + R_2 + R_3}$$

расчитывают и устанавливают значения C_1 , $R_1 - R_4$ для ϕ или соз ϕ , соответствующих поверяемой отметке шкалы.

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают куль-индикатор на нуль и по поверяемому ИКМ отсчитывают его погрешность в поверяемой точке шкалы.

Для определения погрешности при 90 (-90) - градусном сдвиге в поверочной установке к точкам А В С вместо измерителя ϕ -фазосдвигающей цепи подключают индикатор квадратуры, например, ДБ002, в соответствии со схемой, приведенной на рис. 4в.

Регулируя угол сдвига фаз между током и напряжением, устанавливают индикатор квадратуры на нуль, соответствующий емкостному, а затем индуктивному фазовому сдвигу.

По поверяемому ИКМ отсчитывают погрешность в точках шкалы, соответствующих соз $\phi=0$ ($\phi = \pm 90^\circ$).

Приложение. При поверке допускается устанавливать поверяемый ИКМ на поверяемую отметку шкалы, а его погрешность расчитывать с использованием приведенных в данном пункте выражений.

6.6.1.4. Сличение с мерой фазового сдвига.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приве-

демной на рис. б, (при этом опорный вход калибратора фазы должен быть подключен к входу $\Delta\Phi$, а его регулируемый вход - к спорному выходу нуль-индикатора).

Устанавливают номинальное напряжение.

Устанавливают в соответствии с п.б.2 ток.

Калибратор фазы устанавливается в "0".

Балансируется нуль-индикатор.

Переключатель подключают к выходу делителя напряжения и фазовращателем, регулирующим фазу сигнала в канале напряжения, балансируют нуль-индикатор.

Переключатель подключают к выходу преобразователя "ток-напряжение" и фазовращателем, регулирующим фазу сигнала в канале тока, балансируют нуль-индикатор.

По поверяемому ИСИ отсчитывают его погрешность в точке шкалы, соответствующей $\cos\varphi = 1$ ($\varphi = 0$).

Для определения погрешности ИСИ при индуктивном сдвиге подключают измерительный вход нуль-индикатора к выходу ГТИ.

Устанавливают между выходами калибратора фазы угол сдвига фаз, соответствующий поверяемой точке шкалы ИСИ

Регулируя угол сдвига фаз в канале тока, балансируют нуль-индикатор и по поверяемому ИСИ отсчитывают его погрешность в данной точке шкалы.

Для определения погрешности при емкостном сдвиге подключают измерительный вход нуль-индикатора к выходу делителя напряжения.

Устанавливают между выходами калибратора фазы угол сдвига фаз, соответствующий поверяемой отметке шкалы ИСИ.

Регулируя угол сдвига фаз в канале напряжения, балансируют нуль-индикатор и по поверяемому ИСИ определяют его погрешность в данной точке шкалы.

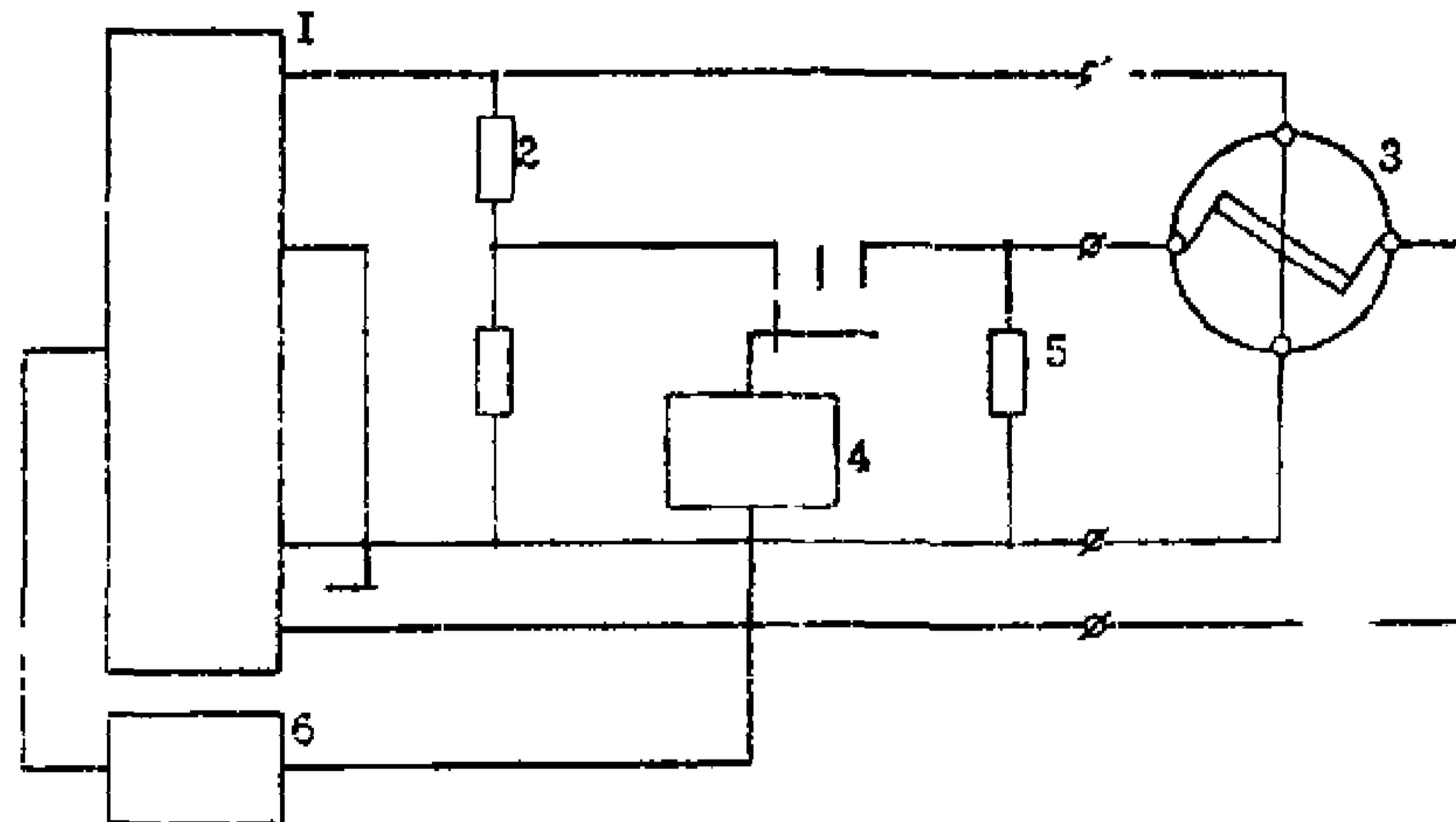


Рис. 5. Схема установки для поверки ИМ с использованием меры

1 - двухканальный источник тока и напряжения

2 - делитель напряжения

3 - поверяемый ИМ

4 - куль-индикатор

5 - преобразователь "ток-напряжение"

6 - мера угла сдвига фаз

6.6.2. Определение основной погрешности ИСИ с использованием расчетно-экспериментальных (энергетических) методов.

6.6.2.1. Определение основной погрешности т₃ измеряющих ИСИ с использованием ваттметра и варметра.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 6.

1. Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка.
2. Регулировочными элементами, расположенными в усилителе системы напряжений, устанавливают номинальные напряжения поверяемого ИСИ.
3. Регулировочными элементами, расположенными в усилителе системы токов, устанавливают номинальные токи поверяемого ИСИ.
4. Изменяя угол сдвига фаз между системой токов и напряжений, устанавливают нулевое показание варметра.
5. Сохраняя симметрию токов и нулевое показание варметра, устанавливают изменением их величины показание ваттметра, равное 100 единицм. По поверяемому ИСИ определяют его погрешность на отметке $\cos\varphi = 1$ ($\varphi = 0$).
6. Для определения погрешности ИСИ на остальных отметках шкалы устанавливают, изменяя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, показание варметра в соответствии с таблицей*, приведенной в приложении 4.
7. Проверяют соответствие показаний ваттметра приведенным в данной таблице, и при необходимости регулируют его, равномерно меняя величину токов с соблюдением симметрии и сопрягая при этом соответствующее показание варметра.
8. По поверяемому ИСИ определяют его погрешность на поверяемой отметке.

При единичном характере нагрузки выполняют операции, упомянутые

в пл. I-8, предварительно изменения полярность токовых цепей заметки на прилагаемой схеме.

6.6.2.2. Определение основной погрешности трехфазных ИСИ с использованием двух ваттметров.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 7.

Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка ИСИ.

Устанавливают номинальное напряжение поверяемого ИСИ.

Устанавливают номинальный ток поверяемого ИСИ.

Изменяя угол сдвига фаз между сигналами токов и напряжений, устанавливают указатель ИСИ на поверяемую отметку шкалы.

Отсчитывают показания первого P_1 и второго P_2 ваттметров и, используя формулу

$$\varphi_q = \operatorname{arctg} \sqrt{3} \frac{P_2 - P_1}{P_2 + P_1}$$

определяют погрешность поверяемого ИСИ в данной точке шкалы.

6.6.2.3. Определение основной погрешности трехфазных ИСИ с использованием дифференциального двухэлементного ваттметра.

Проверка трехфазных ИСИ в диапазоне частот (40-500) Гц кл.т. I-4.

Собирают поверочную установку в соответствии со схемой, приведенной на рис. 8.

Устанавливают частоту, на которой будет выполняться поверка.

Устанавливают номинальное значение напряжений поверяемого ИСИ.

Устанавливают номинальное значение тока поверяемого ИСИ.

При $\cos\varphi = 1$ ($\varphi = 0$) магазин сопротивлений закорачивают, т.е. $z_1 = 0$ и $z_2 = 0$.

Изменяя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нуль (система дифференциального ваттметра должна быть аналогичной статической (УДВ)).

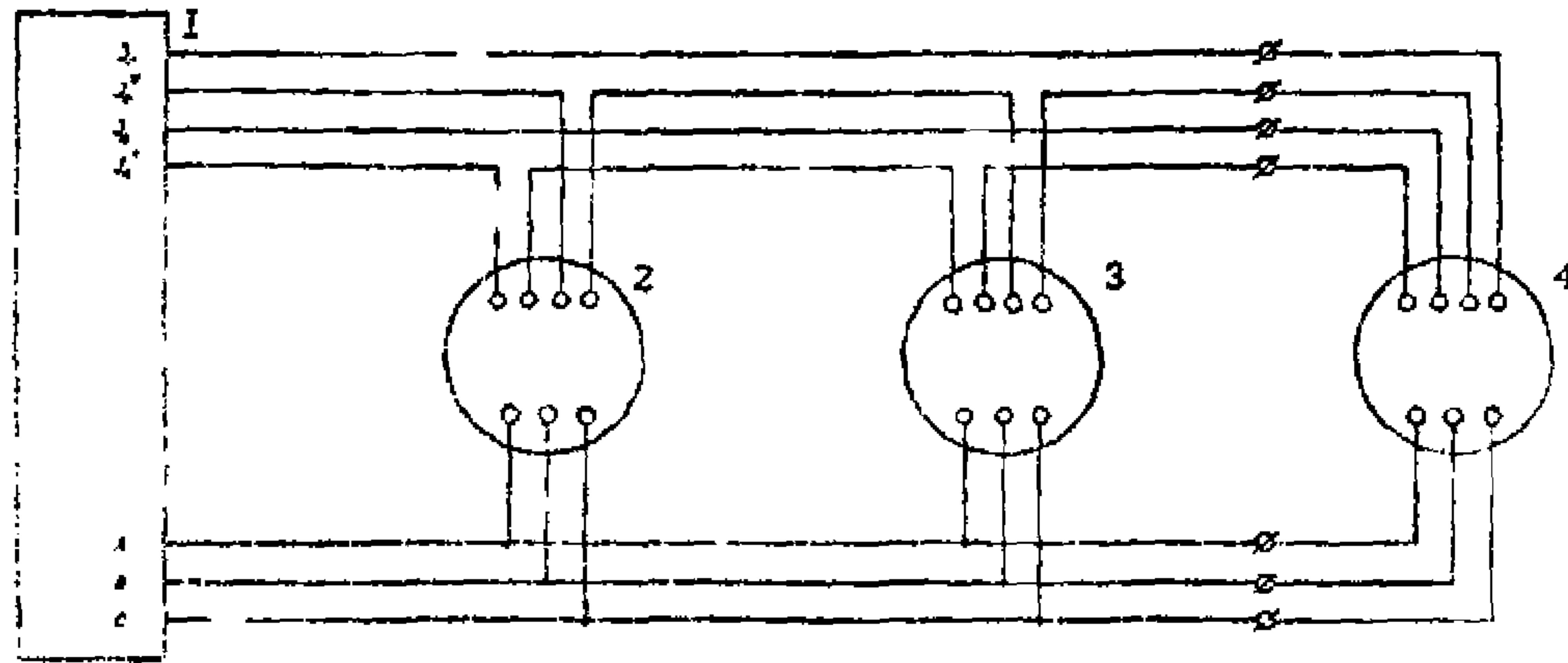
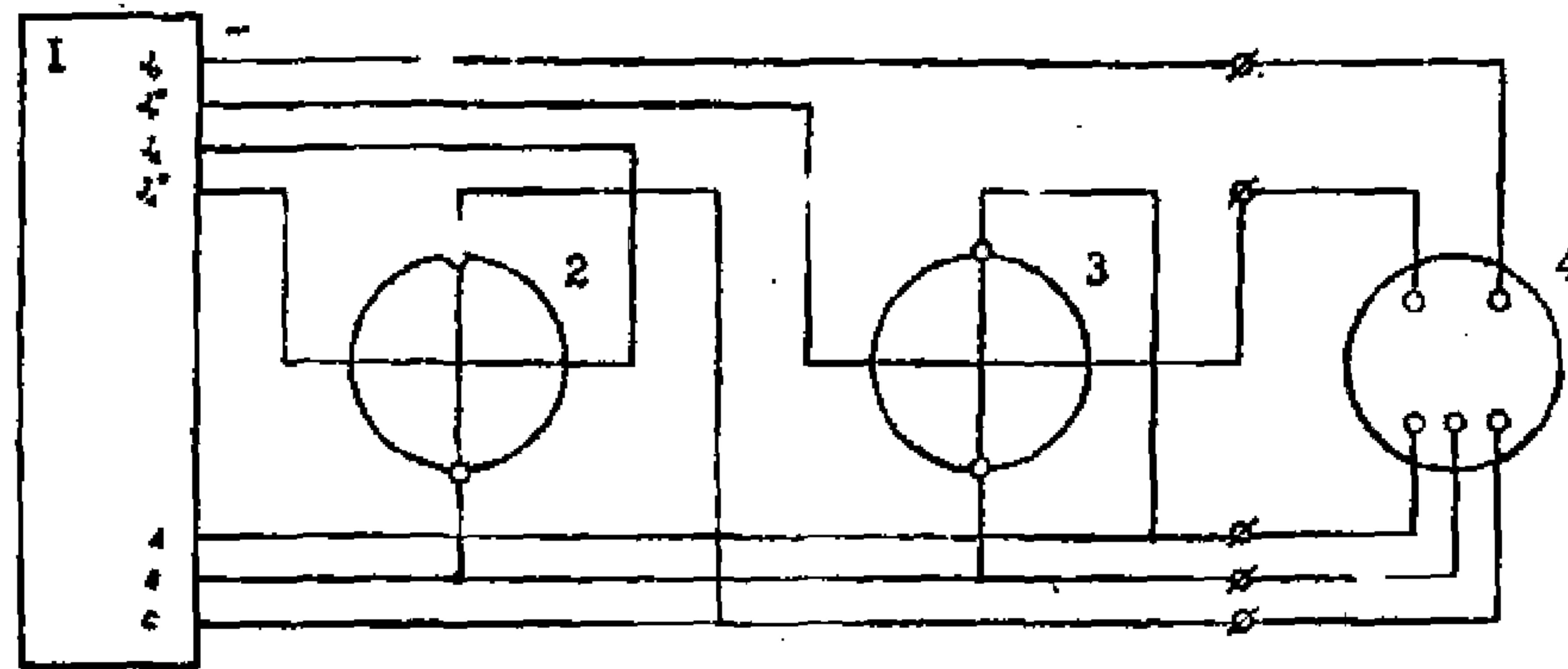


Рис. 6. Схема установки для проверки ИСМ с использованием
вариометра и ваттметра

- 1 - двухканальный источник систем токов и напряжения
- 2 - вариометр
- 3 - ваттметр
- 4 - подогреваемый ИСМ



3

Рис. 7. Схема установки для проверки ИОС методом двух ваттметров

I - двухканальный источник систем токов и напряжений;

2,3 - ваттметры

4 - повернутий WCI

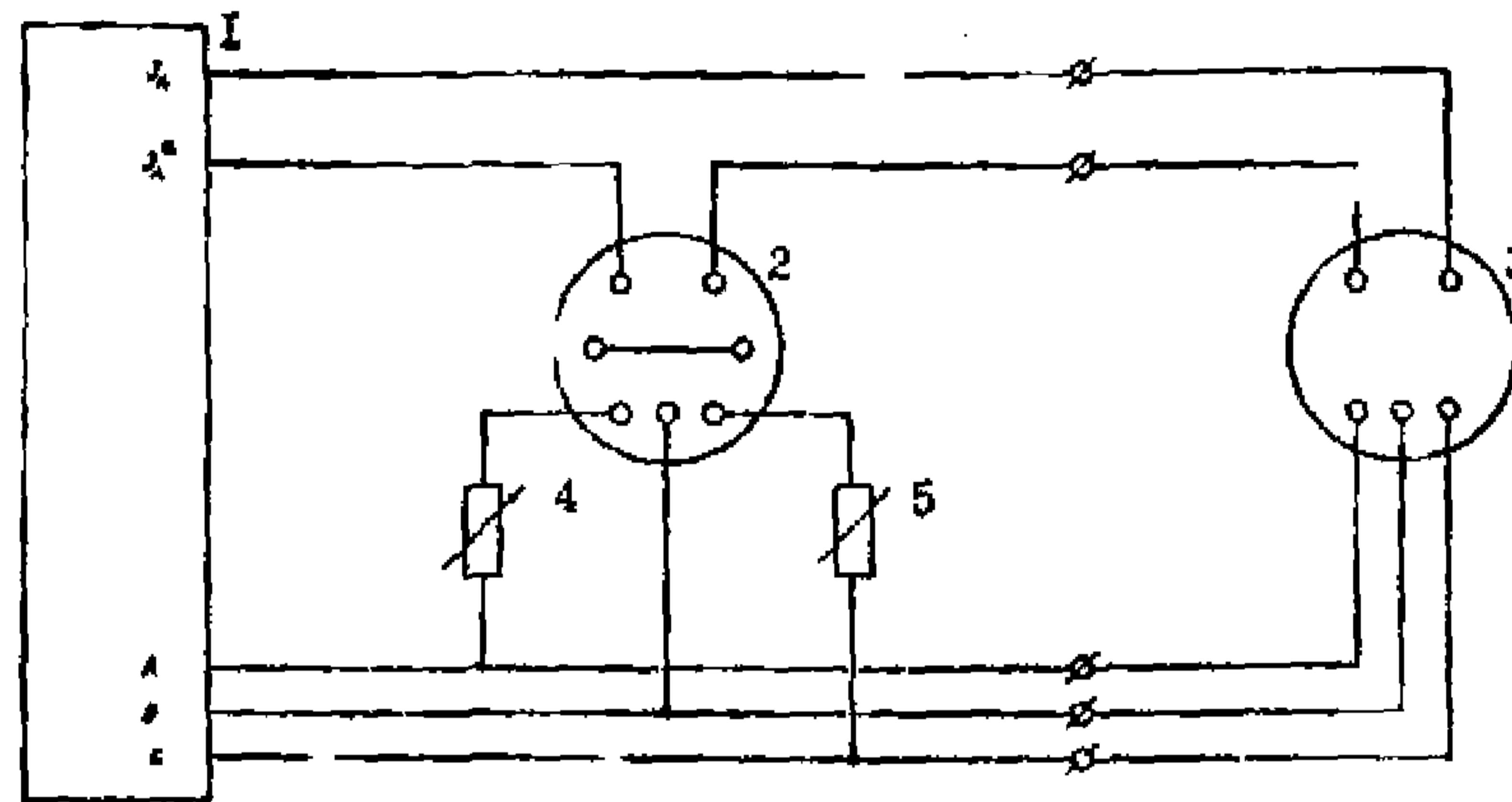


Рис. 8. Схема установки для поверки ИМ с использованием дифференциального ваттметра

- 1 - трехфазный источник системы токов и напряжений;
2 - дифференциальный ваттметр;
3 - поверяемый ИМ;
4,5 - магазин сопротивлений,

По шкале поверяемого ИСИ отсчитывают погрешность в точке $\cos \varphi = 1$ ($\varphi = 0$).

Если шкала поверяемого ИСИ линейна, то при емкостном сдвиге и $\varphi < 60^\circ$, $z'_1 = 0$, а z'_2 рассчитывается по формуле

$$z'_2 = z_2 \left[\frac{\cos(\varphi - 30^\circ)}{\cos(\varphi + 30^\circ)} - 1 \right]$$

при индуктивном сдвиге и $\varphi < 60^\circ$ $z'_2 = 0$, а z'_1 рассчитывается по формуле

$$z'_1 = z_1 \left[\frac{\cos(\varphi - 30^\circ)}{\cos(\varphi + 30^\circ)} - 1 \right]$$

где z_1 и z_2 – сопротивления параллельных цепей дифференциального ваттметра.

Если $\varphi > 60^\circ$ необходимо направление тока дифференциального ваттметра изменить на обратное.

Устанавливают магазином сопротивления z' или z'_2 значение сопротивления, соответствующее фазовому сдвигу на поверяемой отметке шкалы.

Регулируя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нулевую отметку.

По поверяемому ИСИ определяют его погрешность на поверяемой отметке шкалы.

Если шкала поверяемого ИСИ неравномерна, то, регулируя угол сдвига фаз между системами токов и напряжений, устанавливают указатель поверяемого ИСИ на поверяемую отметку шкалы.

Регулируя магазин сопротивлений z_1 или z_2 , устанавливают указатель дифференциального ваттметра на нулевую отметку.

Погрешность поверяемого ИСИ определяют как разность между значениями φ , соответствующим поверяемой отметке шкалы, и эквивалент-

ным углом Φ_y , определяемым из следующих выражений:

при быстром сдвиге и $\Phi < 60^\circ$ $z'_1 = 0$:

$$\Phi_y = \operatorname{arctg} I,732 \frac{z'_2}{z'_1 + 2z_2}$$

при индуктивном сдвиге и $\Phi < 60^\circ$ $z'_1 = 0$:

$$\Phi_y = \operatorname{arctg} I,732 \frac{z'_1}{z'_1 + 2z_2}$$

при быстром сдвиге и $\Phi > 60^\circ$ $z'_1 = 0$:

$$\Phi_y = \operatorname{arctg} I,732 \frac{z'_1 + 2z_2}{z'_1}$$

при индуктивном сдвиге и $\Phi > 60^\circ$ $z'_1 = 0$:

$$\Phi_y = \operatorname{arctg} I,732 \frac{z'_1 + 2z_2}{z'_1}$$

6.7. Определение вариации показаний

Вариация показаний фазометров определяется как разность действительных значений измеряемой величины при одном и том же показании фазометра или как разность показаний фазометра при одном и том же значениях измеряемой величины.

Вариацию определяют при плавном подводе указателя к поверяемой отметке сначала со стороны начальной, а затем со стороны конечной отметок шкалы.

Допускается определять вариацию с использованием результатов определения основной погрешности.

Приложение: Фазометры с несколькими номинальными значениями тока и напряжения допускается проверять полностью по всей шкале лишь при одном номинальном значении тока и одном номинальном значении напряжения. При других номинальных значениях тока и напряжения допускается производить проверку только на четырех отметках: двух крайних, на отметке $\Phi = 0$ или $\cos \Phi = 1$, и на той из отметок, на которой можно ожидать наибольшую погрешность.

7. ОБРАБОТКА РЕЗУЛЬТАТОВ ИЗМЕРЕНИЙ

Предел допускаемой основной погрешности ИСЧ выражается в виде приведенной погрешности в соответствии с ГОСТ 8.401-80 и ГОСТ 8039-73.

Приведенную основную погрешность определяют по формуле:

$$\gamma = \pm \frac{100 \Delta}{N},$$

где: Δ – абсолютная погрешность в единицах нормирующего значения, определяемая в соответствии с п.6.3.1;

N – нормирующее значение при установлении основной погрешности в зависимости от вида градуировки принимается равным (п.1.7 ГОСТ 6039-79) размаху шкалы, но не более 180° , или длине шкалы, градуированной в значениях коэффициента мощности и соответствующей 180° .

Примечание: Под размахом шкалы понимают конечное значение диапазона измерений – для ИМ с односторонней шкалой и арифметическую сумму конечных значений диапазона измерений – для ИМ с двухсторонней шкалой.

При этом погрешность поверяемого ИМ в % вычисляется по формуле:

$$\Delta_{\text{изм}} = (A - A_A) \frac{L}{L} \cdot 100\%$$

где: A – показание поверяемого прибора в единицах измеряемой величины;

A_A – действительное значение измеряемой величины, определяемое по образцовым приборам в тех же единицах;

L – длина шкалы в мм;

L_A – длина участка шкалы, приходящаяся на единицу измеряемой величины вблизи точки A в мм.

Длина шкалы может быть измерена любым способом, не требующим вскрытия прибора, с погрешностью не более 2 – 3%.

В качестве способов определения L можно рекомендовать определение по результатам измерения длины стрелки прибора (в мм) от оси вращения до ее конца и угла шкалы n° .

При этом длина шкалы определяется из выражения

$$L = \frac{x_r n}{180^\circ} \cdot 100$$

Для определения L , следует измерить при помощи линейки длину участка шкалы между двумя ближайшими к A отметками и разделить на разность отсчетов, соответствующих указанным отметкам.

Отсчеты должны быть выражены в тех же единицах, в которых выражены A и A_A .

Когда отсчет погрешности определяется по показаниям поверочного фазометра, вычисление приведенной погрешности производится по формуле

$$A_{\text{пр}} = \frac{\Delta L}{L} \cdot 100\%$$

где: L – длина шкалы в мк;

ΔL – расстояние между поверяемой отметкой и показанием стрелки, соответствующим действительному значению, в мк..

Результаты, полученные при поверке ИСИ классов точности I-4, записывают в протокол произвольной формы, а при поверке ИСИ классов точности 0,2 – 0,5 – в протокол, составленный в соответствии с Приложением 5.

8. ОФОРМЛЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ПОВЕРКИ

8.1. ИСИ, которые по результатам поверки отвечают требованиям настоящих МИ, необходимо опломбировать государственным клеймом с указанием года поверки. Опломбирование следует производить таким образом, чтобы не имелся доступ к внутреннему механизму ИСИ.

8.2. При положительных результатах поверки, передаваемой в органах государственной метрологической службы, выдаче свидетельство о государственной поверке по форме, установленной Госстандартом.

8.3. Результаты периодической ведомственной поверки оформляются документом, по форме, установленной ведомственной метрологической службой.

8.4. ИСИ, не удовлетворяющие требованиям настоящих МИ, и изначально не допускаются – их бракуют, каждое предложенное поверки Госстандарту на них включают извещение о непригодности с указанием причин.

ПРИЛОЖЕНИЕ I

Справочное

Технические характеристики измерителей

коэффициента мощности (фазометров)

№п/п:	Тип	Система	Класс точности	Пределы измерения	Номинальная рабочая область	Номинальные значения тока	Номинальные значения напряжения	Длина шкалы	
I	2	3	4	5	6	7	8	9	10
I	ЭИ20	электромагнитная	трехфазный	1,5	0-1-0	50	5	127, 220, 380	190
2	ЭИ20/I	-"	трехфазный	1,5	0-1-0	400, 500	1	127, 220, 380	190
3	ЭИ44		трехфазный	2,5	0-1-0	50; 400-500	1;5	127, 220, 380	90
4	ЭИ50			2,5	0-1-0	50; 400-500	1;5	127, 220	115
5	ЭИ60			2,5	0-1-0	50	5	127, 220, 380	150
6	ЭИ60/I			2,5	0-1-0	50; 400-500	0,3;5	127, 220, 380	150
7	ЭИ70			2,5	0-1-0	50	5	127, 220, 380	210
8	ЭИ70/I			2,5	0-1-0	50	0,3	127, 220, 380	210
9	ЭИ71			2,5	0-1-0	50	5	127, 220, 380	115

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7	:	8	:	9	:	10
I0	2772					2,5		0-I-0				V сеть через добавочное устройство P 705						I4E
II	ЭI500	электро- механич.		трехфазный	2,5		0-I-0			50,60,400		I;5		I27,220,380				I15
I2	ЭI600	-"		т.эхфазный	2,5		0-I-0			50,60,400		I;5		I27,220,380				I40
I3	ЭЛФ					I,5		90-0-90		50		5;10		I00,I27,220				I50
I4	ЭЛФ-I	электро- механич.				I,5		0,5-I-0,5		500		I		36,I27,220				I50
I5	ЭЛФ-IM	-"-				I,5		0,5-I-0,5		500,1000		I;5		36,I27,220				I50
I6	ЭЛФ-2	-"-				I,5		0,5-I-0,5		1000		I		36,I27,220				I50
I7	ЭЛФ-3	-"-				I,5		0,5-I-0,5		400		5		I27,220,380				I50
I8	ЭЛФ-4	-"-				I,5		0,5-I-0,5		2400		5		I00,220,500				I50
I9	ЭЛФ-4M	-"-				I,5		0,5-I-0,5		400,2400		I;5		I27,220,380				I50
20	ЭГФ					2,5		0,5-I-0,5		500,1000 2500,8000		5		I00				I00
21	ДЗI			однофазный	2,5		0,5-I-0,5		50,500,1000 2400,8000		5		I00					
22	ДЗ9	электро- дюнам.	-"-		2,5		0,5-I-0,5		50,500,1000 2400,4000 8000,10000		5		I00				I25	

3

1 :	2 :	3 :	4 :	5 :	6 :	7 :	8 :	9 :	10
23	Д120	ферродин.	трехфазный	1,5	0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	125
24	Д301		трехфазный	1,5	0,9-1-0,2 0,5-1-0,5	50	5	127,220,380 127,220	120
25	Д303		однофазный	2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	120
26	Д314	электромех.		1,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	
27	Д320			2,5	0,9-1-0,2	50	5	127,220	135
28	Д342	ферродин.	трехфазный	2,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	125
29	Д342М	ферродин.	трехфазный	2,5	0,9-1-0,2 0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	125
30	Д346			2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220	125
31	Д360		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5	50	5	100,220,380	70
32	Д361		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	100,220,380 110,220	110
33	Д362		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380 127,220	90
34	Д363		трехфазный	1,5	0,5-1-0,5 0,9-1-0,2	50	5	127,220,380	130

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
35	Д361	трехфазный	2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380	150	
36	Д382	электромех.	1,5	0,5-1-0,5 0-1-0	50	5	127,220	100	
37	Д392		2,5	0,5-1-0,5	50	5	127,220,380		
38	Д510/1		1,0	0,9-1-0,2	50	0,1;0,2	127,220	150	
39	Д510/2		1,0	0,9-1-0,5	50	0,1;0,2	127,220	150	
40	Д510/3		1,0	0,5-1-0,5	50	0,1;0,2	127,220	150	
41	Д510/4		1,0	0,9-1-0,2	50	0,5;1	127,220	150	
42	Д510/5		1,0	0,9-1-0,5	50	0,5;1	127,220	150	16
43	Д510/6		1,0	0,5-1-0,5	50	0,5;1	127,220	150	
44	Д510/7		1,0	0,9-1-0,2	50	2,5;5	127,220	150	
45	Д510/8		1,0	0,9-1-0,5	50	2,5;5	127,220	150	
46	Д510/9		1,0	0,5-1-0,5	50	2,5;5	127,220	150	
47	Д510/10		1,0	0,9-1-0,2	50	5;10	127,220	150	
48	Д510/11		1,0	0,9-1-0,5	50	5;10	127,220	150	
49	Д510/12		1,0	0,5-1-0,5	50	5;10	127,220	150	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
50	Д578/1	электро- динам.	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	50	5;10	100,127,220	270
51	Д578/2	-"	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	60	5;10	100,220,360	270
52	Д5781	-"	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	50	5;10	100,127,220	270
53	Д5782	-"	однофазный	0,5	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	60	5;10	100,220,360	270 2
54	Д586		универсалн.	1,5	0,5-I-0,5 0,9-I-0,2 0,9-I-0,5	50	0,1;0,2 0,5;1;5; 10	127,220	170
55	Д5000	электро- динам.	однофазный	0,2	0-90-180- -270-360 I-0-I-0-I	50	5;10	100,127,220	270
56	Д5023/1-			0,5	I-0-I	50,100, 400,2400	I;5	100,220,360	

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
22	Б6043	М-12" 10-	одноклассный	3,2	0-90-180- -270-360 I-O-I-O-I	50	5;10	100,127,220	270
				2,0	0,5-I-0,6 0,5-I-0,2	50	5	127,220,300	90
24	Б52.1		одноклассный	2,5		50,60	I;5	100,220,360	
				2,5	0-I-0	50,400	I;5	127,220,360	

ПРИЛОЖЕНИЕ 2
Справочное

**Технические характеристики образцовых и вспомогательных
средств поверки измерителей коэффициента мощности (фазометров)**

Наименование средств проверки	: Диапазон напряжения, В	: Диапазон токов, А	: Диапазон частот, Гц	: Погрешность (разрешающая способность): угл.мин.	: Пределы измерения (установки): км, град.	Примечание
I	2	3	4	5	6	7
Проверочные установки						
УПФ-50	36, 100, 127, 220, 380	0,2; I; 2; 5; 10	45-55	± 12	0-360	
УПФ-5М	15-600	0,1-10	40-5000	4-20	0-360	нестандартная
АУКФ-7	15-600	0,1-10	40-20000	40-60	0-360	нестандартная
АУКФ-3	15-600	5	50, 500, 1000, 2400, 4000, 8000, 10000	$\pm 0,5^\circ$	-355-+355	нестандартная
УПКФ-5	I-450	0,1-5	50, 500, 1000, 2400, 2880, 4000 8000, 10000	I	0-360	нестандартная
ОСИ коэффици- ента мощности						
Д578Г	100, 127, 220	5; 10	50	кл. 0,5	0-360	емк., инд., приемник, генератор

1	2	3	4	5	6	7
45122	100, 220, 360	5; 10	60	кл. 0,5	0-360	емк., инд., приемник, генератор.
45123	100, 220, 360	1; 5	50; 100; 400; 2400	кл. 0,5	I-0-I	
45124	100, 127, 220	5; 10	49-50-51	кл. 0,2	0-360	емк., инд., приемник, генератор.
45125	100, 127, 220	5; 10	49-50-51	кл. 0,2	0-360	емк., инд., приемник, генератор. с поправками
Линейные измерения						
42-16	0,1-10	-	$20-10^6$	$0,2^\circ$	180-0-180	разрешающая способность
42-28	0,01-10	-	$5-5 \cdot 10^5$	$0,01^\circ$	0-360	разрешающая способность
42-34	0,01-2	-	$0,5-5 \cdot 10^6$	$0,01^\circ$	0-360	разрешающая способность
42-35	0,01-10	-	$0,1-10^7$	$0,001^\circ$	I-360	разрешающая способность
45121	0,03-100	-	$10^{-3}-2 \cdot 10^5$	$\pm 0,5^\circ (10^{-3}-10^3) \text{ Гц}$ $\pm 1,0^\circ (10^3-2 \cdot 10^5) \text{ Гц}$	0-359,9	
45126	-	-	$20-2 \cdot 10^6$	$0,1^\circ$	0-360	
Начибратомы Физического столба						
45125	0,1-1,0	-	$2-20 \cdot 10^3$	$0,1^\circ$	0-360	

	1	2	3	4	5	6	7
45224	0,001-10	-	0,001-2·10 ⁵	±0,1°	0-360		
Ф1-4	0,001-1	-	5-10 ⁷	±0,03°(20-10 ⁴ Гц) 0-360 ±0,05°(10 ⁴ -10 ⁶ Гц)			
Задающие системы установок							
У3551	0,5-60	0,1-25	40-20000	0,1-0,5%	0-360	погрешность определяется используемым ОСИ	
УПДУ-ИМ	0,01-750	0,01-10	40-20000	0,04-0,1%	0	$\cos \varphi = 1$	
	0,01-750	0,01-10	40-20000	-	0-360	погрешность определяется используемым ОСИ	
У1134	150-600	0,5-50	40-60	-	0-360	трехфазн. Погрешность опреде- ляется используемым ОСИ	
Генераторы							
ГДК-7	I-600	0,1-10	40-20000	I	0-360	разрешающая способность	5
ГДК-7М	I-300	0,1-10	50,500,1000, 2400,2800,4000 8000,10000	I	0-360	разрешающая способность	
Индикаторы квадратур							
15002	I5-600	0,025-10	45-1500	15	±30	разрешающая способность. Погрешность определяется используемым ХИ	
Ваттметры							
15004	30-600	0,01-10	45-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощ- ности $\cos \varphi = 1$	
15003	30-600	0,1-0,3	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощ- ности $\cos \varphi = 1$	

1	2	3	4	5	6	7
Д5064	30-600	0,5-1	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5065	30-600	2,5-5	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5066	30-600	5-10	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5067	100-150	1;5	45-65 65-500	кл.0,5		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5016	30-600	0,025-10	45-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5086	30-600	0,1-0,2	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5087	30-600	0,5-1	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5088	30-600	2,5;6	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5089	30-600	5;10	45-500 500-1000	кл.0,2		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5056	30-600	0,1-10	45-500 500-1000	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5104	30-600	0,1;0,2	45-65 65-500	кл.0,1		номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	?
Д5105		30-600		0,5;1		45-65		кл.0,1				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5106		30-600		2,5;5		45-65		кл.0,1				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5107		30-600		5;10		45-65		кл.0,1				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Ваттметры ма- лого усиления												
Д5020		30-600		0,25;10		45-65 65-500		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 0,1$
Д5092		30-600		0,25;0,5		45-65 150-500		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 0,1$
Д5093		30-600		0,5;1		45-65 150-500		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 0,1$
Д5094		30-600		2,5;5		45-65 150-500		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 0,1$
Д5095		30-600		5;10		45-65 150-500		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 0,1$
Ваттвариометры												
Д5068		100-250		1		45-65 65-II100		кл.0,5 кл.1				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5069		375		1		45-65 65-II100		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5070		100-250		5		45-65 65-II100		кл.0,5 кл.1				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$
Д5071		375		5		45-65 65-II100		кл.0,5				номинальный коэффициент мощности $\cos\phi = 1$

ПРИЛОЖЕНИЕ 3
Справочное

Зависимость величин R1 - R4 и С от значений коэффициента мощности

Предел по напряжению 100 В

φ^o	емкости и сдвиг						индуктивный сдвиг					
	R1 0м	R2 0м	50 Гц	60 Гц	С мкФ	R1 0м	R4 0м	R2 0м	50 Гц	60 Гц	С мкФ	
0	5970	30	закоротить		2500	2475	25		разомкнуть			
10	5890	30	3,05602	2,54669	5000	837	30	0,76002	0,63335			
2	5610	30	1,55141	1,29284	3000	2774	30	0,80036	0,66697			
-	5170	30	1,06071	0,88393	3000	3100	34	1,19967	0,99973			
0	4370	30	0,62509	0,68757	5000	2720	50	1,49919	1,24932			
50	3830	30	0,69228	0,57690	5000	3000	50	1,99948				
50					5000	2997	63		1,66623			
60	2970	30	0,61288	0,51073	5000	2830	79	2,99952	2,49996			
70	2020	30	0,56543	0,47119	5000	4850	148	3,50070	2,91725			
80	1010	30	0,53995	0,44996	6040	5660	377	6,00055	5,00046			

Предел по напряжению 127 В

φ	частотной сдвиг					индуктивный сдвиг				
	: RI Ом	: R2 Ом	: С мкФ	: 50 Гц	: 60 Гц	: RI Ом	: R4 Ом	: R2 Ом	: С мкФ	: 50 Гц
0	7590	30		закоротить		3175	3150	25		разомкнуть
10	7490	30	2,40494	2,00412		6350	840	30	0,73391	0,61155
20	7130	30	1,22206	1,01838		3810	2772	28	0,71821	0,59851
30	6573	30	0,63577	0,69647		3810	3202	32	1,05115	0,87596
40	5810	30	0,64989	0,54158		6350	2724	46	1,38556	1,15463
50	4870	30	0,54534	0,45445		6350	2996	57	1,84094	1,53412
60	3780	30	0,48258	0,40215		6350	2837	72	2,76497	2,30414
70	2580	30	0,44411	0,37009		6350	4818	130	3,14634	2,62195
80	1290	30	0,42542	0,35451		7670	5680	310	5,37029	4,47507

Предел по напряжению 220 В

φ°	емкостной сдвиг					индуктивный сдвиг					
	: RI Ом	: R2 Ом	: С мкФ	50 Гц	60 Гц	: RI Ом	: R4 Ом	: R2 Ом	С мкФ	50 Гц	60 Гц
0	I3I20	30		Закоротить		5500	5470	30		разомкнуть	
10	I2970	30	I,38932	I,15776	II000	I880	30	0,34506	0,28755		
20	I2370	30	0,70564	0,58803	6600	6130	30	0,36380	0,30317	H	
30	II400	30	0,48256	0,40214	6600	6860	34	0,54534	0,45445		
40	I0080	30	0,37541	0,31284	II000	6030	50	0,68246	0,56872		
50	8460	30	0,31475	0,26229	II000	6658	62	0,90986	0,75822		
60	6570	30	0,27868	0,23215	II000	6320	79	1,36352	1,13627		
70	4490	30	0,25645	0,21370	I0000	9864	I34	1,75018	1,45848		
80	2260	30	0,24522	0,20435	I2080	II682	320	3,00003	2,50002		

Предел по напряжению 380 В

ϕ^o	емкостной сдвиг				индуктивный сдвиг				
	$R1$ Ом	$R2$ Ом	С $\mu\text{Ф}$	С $\mu\text{Ф}$	$R1$ Ом	$R4$ Ом	$R2$ Ом	С $\mu\text{Ф}$	
			50 Гц	60 Гц				50 Гц	60 Гц
0	22770	30	закоротить		9500	9470	30	разомкнуть	
10	22420	30	0,80450	0,67042	15000	2582	23	0,25301	0,21084
20	21400	30	0,40830	0,34025	9000	8380	25	0,26670	0,22225
30	19720	30	0,27928	0,23273	9000	9360	28	0,40018	0,33349
40	17440	30	0,21725	0,18104	15000	8260	40	0,50012	0,41676
50	14630	30	0,18228	0,15190	15000	9120	50	0,66695	0,55579
60	11340	30	0,16171	0,13476	15000	8660	63	1.00013	0,83344
70	7770	30	0,14861	0,12384	15000	13555	110	1.22366	1,01971
80	3930	30	0,14181	0,11817	18000	17730	280	2,00627	1,67189

Предел по напряжению 100 В

cos φ :	емкостной сдвиг						индуктивный сдвиг					
	С мкФ			С мкФ			С мкФ			С мкФ		
	R1 0м	R2 0м	50 Гц	60 Гц	R1 0м	R4 0м	R2 0м	50 Гц	60 Гц	R1 0м	R4 0м	50 Гц
0,1	570	30	0,53345	0,44454	10000	10150	1020	6,00567				
0,1					10000	10120	1050			5,00472		
0,2	1170	30	0,54171	0,45142	6000	4330	260	5,99967		4,99973		
0,3	1770	30	0,55638	0,46365	5000	4960	166	4,00117		3,33431		
0,4	2370	30	0,57918	0,48265	5000	3420	106	3,49971		2,91640		
0,6	3570	30	0,66350	0,55292	5000	2510	63	2,49952		2,08293		
0,7	4170	30	0,74325	0,61938	5000	3750	55	1,50146		1,25122		
0,8	4770	30	0,88464	0,73720	5000	2290	46	1,50020		1,25016		
0,9	5370	30	1,21771	1,01476	5000	2190	41	0,99984		0,63320		
0,99	5910	30	3,76323	3,13602	5000	700	30	0,71229		0,59357		

Предел по напряжению I27 В

cos φ :	емкостной сдвиг						индуктивный сдвиг					
	С мкФ			С мкФ								
	R1 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R4 Ом	50 Гц
0,1	730	30	0,42115	0,35095	10000	10080	820	6,07594	5,06328			
0,2	1490	30	0,42766	0,35638	7620	4370	240	5,43208	4,52673			
0,3	2260	30	0,43738	0,36449	6350	4960	150	3,57629	2,9824			
0,4	3020	30	0,45577	0,37981	6350	3452	98	3,20426	2,67022			
0,6	4540	30	0,52265	0,43655	6350	3496	64	1,86148	1,55123			
0,7	5300	30	0,58568	0,48806	6350	3758	57	1,36331	1,13609			
0,8	6040	30	0,69965	0,58304	6350	2292	43	1,39889	1,16574			
0,9	6830	30	0,95855	0,79679	6350	2202	38	0,93148	0,77623			
0,99	7510	30	2,96466	2,47055	6350	702	28	0,69299	0,57750			

Предел по напряжению 220

$\cos \varphi$	емкостной сдвиг					индуктивный сдвиг					
	: R1 Ом	: R2 Ом	: С мкФ	: 50 Гц	: 60 Гц	: R1 Ом	: R4 Ом	: R2 Ом	: С мкФ	: 50 Гц	: 60 Гц
0,1	1290	30	0,24247	0,20207	20000	21350	1000	3,00220	2,50183		
0,2	2610	30	0,24623	0,20519	12000	8930	240	3,00169	2,50141		
0,3	3930	30	0,25290	0,21075	10000	10100	150	2,00078	1,66731		
0,4	5250	30	0,25327	0,21939	10000	7050	95	1,75085	1,45904		
0,6	7890	30	0,30159	0,25133	10000	5090	57	1,24960	1,04133		
0,7	9210	30	0,33784	0,28154	10000	7580	56	0,75040	0,62533		
0,8	10520	30	0,40211	0,33509	10000	4630	42	0,75010	0,62508		
0,9	11850	30	0,55351	0,46125	10000	4420	37	0,50031	0,41692		
0,99	13040	30	1,71030	1,42525	10000	1250	25	0,40124	0,33436		

Предел по напряжению 380 В.

cos φ:	Частотный диапазон					Мощностной диапазон				
	С мкФ		С мкФ			С мкФ		С мкФ		
	R1 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	R1 Ом	R4 Ом	R2 Ом	50 Гц	60 Гц	
0,1	2250	30	0,14038	0,11699	20000	6560	345	6,17352	5,14460	
0,2	4530	30	0,14255	0,11880	16000	13650	215	2,00030	1,56692	
0,3	6810	30	0,14642	0,12201	15000	15240	130	1,33407	1,11172	\$
0,4	9090	30	0,15242	0,12701	15000	10830	85	1,15492	0,96243	
0,6	13650	30	0,17461	0,14580	15000	7660	53	0,89360	0,89467	
0,7	15930	30	0,19559	0,16209	15000	11400	50	0,50036	0,41697	
0,8	18210	30	0,23280	0,19400	15000	7960	39	0,45784	0,38153	
0,9	20490	30	0,32045	0,26704	15000	6650	37	0,33349		
0,9					15000	6655	32		0,27791	
0,99	22540	30	0,99041	0,82534	15000	1770	22	0,28344	0,23620	

ПРИЛОЖЕНИЕ 4
Справочное

Зависимость показаний ваттметра и амперметра
от значений коэффициента мощности

Нагрузка $\cos \Phi$: Величина тока 5; 1 А		: Величина тока 2,5; 0,5 А	
	: показания :ваттметра, : деления	: показания :амперметра, : деления	: показания :ваттметра, : деления	: показания :амперметра, : деления
Бескостная	0,50	50	66,6	25
	0,55	55	83,5	27,5
	0,60	60	80,0	30
	0,65	65	76,0	32,5
	0,70	70	71,4	35
	0,75	75	66,1	37,5
	0,80	80	60,0	40
	0,85	85	52,7	42,5
	0,90	90	43,6	45
	0,95	95	31,2	47,5
Активная	I	100	0	50
Индуктивная	0,93	95	31,2	47,5
	0,90	90	43,6	45
	0,85	85	52,7	42,5
	0,80	80	60	40,0
	0,75	75	66,1	37,5
	0,70	70	71,4	35,0
	0,65	60	76,0	33,5
	0,60	60	80,0	30,0
	0,55	55	83,5	27,5
	0,50	50	86,6	25,0
	45	89,3	23,5
	0,40	40	91,7	20,0
	0,35	35	93,7	17,5
	0,30	30	95,4	15,0
	0,25	25	97,2	12,5
	0,20	20	98	10
				49,0

ПРИЛОЖЕНИЕ 5
Рекомендуемое

**Пример заполнения протокола поверки фазометров
методом сличения с образцовым фазометром**

Протокол № 17

I. Определение основной погрешности фазометра типа ДБ000 № 6320

Применяемая аппаратура: установка для поверки энергетических фазометров класса 0,2 и ниже УПД-5.

Номинальный ток 5 А и напряжение 220 В.

Таблица

Шкала				Шкала								
Показания: Погрешность: Показания: Вариация: Показания: Погрешность: Показания: Вариация:		Показания: Погрешность: Показания: Вариация: Показания: Погрешность: Показания: Вариация:		Показания: Погрешность: Показания: Вариация: Показания: Погрешность: Показания: Вариация:		Показания: Погрешность: Показания: Вариация: Показания: Погрешность: Показания: Вариация:						
ния по-образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :		ния по-образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :		ния по-образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :		ния по-образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :образцово-ности :						
риаемого :го фазо-	:угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин.	:метра :метра :метра :метра :метра :метра :метра :метра	:утг.мин. :утг.мин. :утг.мин. :утг.мин. :утг.мин. :утг.мин. :утг.мин. :утг.мин.	:угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин.	:угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин.	:угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин.	:угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин. :угл.мин.					
фазометра : угл.	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :	: A ₁ : A ₂ : A ₃ : A ₄ :					
1 : 2 : 3 : 4 : 5 : 6 : 7 : 8 : 9 : 10 : II : 12												
Единственной квадрант												
0°	0°12	+12	0°20	8	I	360°	0°10	+10	0	0°20	10	*
10°	350°02	+2	350°17	15	0,99	351°54	351°57	+3	-0,0004	352°06	9	
20°	340°12	+12	339°54	18	0,9	334°10	334°21	+II	-0,0004	334°29	8	
30°	330°II	+II	329°57	14	0,8	323°08	323°20	+I2	-0,0023	323°25	5	
40°	320°09	+9	319°52	17	0,7	314°26	314°34	+8	-0,0016	314°47	I3	
50°	310°01	+I	310°16	15	0,6	306°52	306°52	0	0	307°06	I2	
60°	299°53	-7	300°10	I7	0,5	300°	299°53	-7	+0,0013	300°04	II	
70°	289°47	-13	290°	I3	0,4	293°35	293°31	-4	+0,0010	293°43	I7	
80°	279°50	-10	280°04	I4	0,3	287°28	287°20	-8	+0,0022	287°36	I6	
90°	269°56	-4	270°10	I4	0,2	281°32	281°33	+I	+0,0003	281°45	I2	

I	:	2	:	3	:	4	:	5	:	6	:	7	:	8	:	9	:	10	:	II	:	12
Номинальный квадрант																						
10°		10°05	-5	9°53		I2		0,99		8°06		8°15		-9		+0,0004		8°00		I5		
20°		20°12	-I2	19°58		I4		0,9		25°50		25°56		-8		+0,0011		25°44		I4		
30°		30°15	-I5	30°03		I2		0,8		36°52		36°55		-3		+0,0005		30°36		I9		
40°		40°08	-8	39°55		I3		0,7		45°34		45°52		-18		+0,0036		45°27		20		
50°		50°13	-I3	49°56		I7		0,6		53°08		53°08		0		0		53°00		8		
60°		59°59	+I	59°46		I3		0,5		60°		59°55		+5		-0,0013		59°44		II		
70°		69°52	+6	69°40		I2		0,4		66°25		66°19		+6		-0,0016		66°09		I0		
80°		79°45	+I5	80°00		I6		0,3		72°32		72°25		+7		-0,0020		72°17		8		
90°		89°50	+I0	90°05		I5		0,2		78°23		78°29		-I		+0,0003		78°07		I2		
								0,1		84°26		84°27		-II		+0,0033		84°20		7		
								0		90°		90°I7		-I7		+0,0051		90°I9		2		
Номинальные ток 5A и напряжение 100В																						
0°		0°II	+II					I		360°		0°10		+10		0						
90°		269°54	-6					0 _e		270°		270°I5		+I5		-0,0045						
30°		30°I7	-I7					0,7 _и		45°34		45°34		-I6		+0,0032						
90°		89°35	-15					0 _и		90°		90°I3		-I3		+0,0039						
Номинальные ток 5A и напряжение 127В																						
0°		0°08	+8					I		360°		0°09		+9		0						
90°		269°57	-3					0 _e		270°		270°II		+II		-0,0033						
90°		89°47	+I3					0 _и		90°		90°I5		-I5		+0,0045						
30°		30°I2	-I2					0,7 _и		45°34		45°46		-I4		+0,0028						

I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	VII	X	XI	II	III	IV
Номинальные ток 10 А и напряжение 100 В													
0°	0°09	+9		I	360°	0°17	+17	0					
90°	269°53	-5		0 ₀	270°	270°13	+13	-0,0039					
90°	89°53	+7		0 ₀	90°	90°14	-14	+0,0042					
30°	30°17	+17		0,7 ₀	45°34	45°46	-16	+0,0089					
Номинальные ток 10 А и напряжение 127 В													
0°	0°07	+7		I	360°	0°10	+10	0					
90°	269°03	-3		0 ₀	270°	270°12	+12	-0,0036					
90°	89°48	+12		0 ₀	90°	90°10	-10	+0,0030					
30°	30°09	+9		0,7 ₀	45°34	45°42	-8	+0,0016					
Номинальные ток 10 А и напряжение 220 В													
0°	0°12	+12		I	360°	0°08	+8	0					
90°	269°53	-7		0 ₀	270°	270°13	+13	-0,0039					g
90°	89°45	+15		0 ₀	90°	90°13	-13	+0,0039					
30°	30°11	-11		0,7 ₀	45°34	45°44	-10	+0,0020					

Погрешность не превышает предела допустимой 22.

Примечание: Показания образцового фазометра при подходе к поверляемой точке шкалы со стороны меньших значений A_1 и A_3 .

Показания образцового фазометра при подходе к поверляемой точке шкалы со стороны больших значений A_2 и A_4 .

ПРИЛОЖЕНИЕ 6
Справочное

Значение $\cos\phi$, выраженное в градусной мере

	: 0,00	: 0,01	: 0,02	: 0,03	: 0,04	: 0,05	: 0,06	: 0,07	: 0,08	: 0,09	: 0,10
0,0	90,000	89,427	88,854	88,281	87,708	87,134	86,560	85,986	85,411	84,836	84,261
0,1	84,261	83,866	83,108	82,530	81,962	81,373	80,791	80,212	79,630	79,047	78,463
0,2	73,463	77,878	77,291	76,703	76,114	75,523	74,930	74,336	73,740	73,142	72,542
0,3	72,542	71,941	71,337	70,731	70,123	69,513	68,900	68,284	67,666	67,046	66,422
0,4	66,422	65,795	65,165	64,532	63,896	63,256	62,613	61,966	61,315	60,669	60,000
0,5	60,000	59,336	58,668	57,995	57,316	56,633	55,944	55,250	54,549	53,843	53,130
0,6	53,130	52,411	51,684	50,950	50,208	49,458	48,700	47,933	47,156	46,370	45,583
0,7	45,573	44,766	43,946	43,114	42,269	41,410	40,536	39,646	38,746	37,816	36,370
0,8	36,870	35,904	34,915	33,901	31,860	31,788	30,683	29,541	28,358	27,127	25,842
0,9	25,842	24,495	23,074	21,565	19,949	18,195	16,260	14,070	11,478	8,110	0,000

Примечание: Значение коэффициента мощности определяется цифрами, расположеными в первом столбце и первой строке таблицы.

Значение угла, соответствующего данному коэффициенту мощности, находится на пересечении соответствующей строки и столбца.

бз

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ДАННЫЕ

1. РАЗРАБОТАНА И ВНЕСЕНА Государственным Комитетом СССР
стандартам
исполнители
А. А.-Б. Асадов, канд. техн. наук (руководитель темы).
Н. Н. Василенко
2. УТВЕРЖДЕНА на заседании секции НС УкрДСМ от 2.12.88 г.
Протокол № 16.
3. ЗАРЕГИСТРИРОВАНА ВНИИМС
4. ВЗАМЕН инструкции I94-62.