



**I.S.A. Instrumentazioni Sistemi Automatici S.r.l.**  
Via Prati Bassi 22 - 21020 Taino (VA) - ITALIA  
tel +39 0331 956081 - fax +39 0331 957091  
e-mail: isa@isatest.com - www.isatest.com

**ДАТА: 28/01/2008**

**ДОК. MIE10090**

**РЕД.8**

**ИСПЫТАТЕЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ  
ПРОВЕРКИ РЕЛЕ ПРЯМОГО  
ДЕЙСТВИЯ МОДЕЛЕЙ:**

**КАМ-2/5**

**КАМ-5/12.5**

**КАМ-5/12.5G**

**КАМ-10/25**



<b>ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ.....</b>	<b>4</b>
<b>ПРИМЕНЯЕМЫЕ СТАНДАРТЫ.....</b>	<b>5</b>
ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ.....	5
ДИРЕКТИВА ПО ОБОРУДОВАНИЮ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ.....	6
<b>1 ВВЕДЕНИЕ.....</b>	<b>7</b>
<b>2 ХАРАКТЕРИСТИКИ.....</b>	<b>9</b>
2.1 Модуль управления.....	9
2.2 НАГРУЗОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫХОДНЫМ ТОКОМ.....	12
2.3 НАГРУЗОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С НЕРЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫХОДНЫМ ТОКОМ.....	12
2.4 ДРУГИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ.....	12
2.5 СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ, ПОСТАВЛЯЕМЫЕ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОМУ ЗАКАЗУ.....	13
<b>3 ЗАЩИТА УСТАНОВКИ.....</b>	<b>17</b>
<b>4 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ.....</b>	<b>18</b>
4.1 ВВЕДЕНИЕ.....	18
4.1.1 Проверка коэффициента трансформации ТТ.....	18
4.1.2 Проверка устройств релейной защиты.....	19
4.2 ГЕНЕРАЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ТОКА ДО 6000 А.....	19
4.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЕ.....	25
4.4 СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО ТОКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ.....	26
4.4 ПРОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ.....	33
4.5 ХАРАКТЕРИСТИКА НАМАГНИЧИВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА.....	34
<b>6 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ.....</b>	<b>35</b>

## **ТЕХНИКА БЕЗОПАСНОСТИ**

Описанное в данном руководстве изделие производится и тестируется в соответствии с техническими условиями и не представляет опасности при эксплуатации в случаях его применения для стандартных целей, в пределах допустимых электрических и механических условий эксплуатации, а также при использовании изделия обученным и квалифицированным персоналом.

Устройство генерирует очень низкие и безопасные уровни напряжения при **очень больших токах**, которые могут быть причиной нагрева токопроводящих предметов, в частности, принадлежащих персоналу (кольца, часы и т.д.). Наиболее опасен контакт любых токопроводящих предметов с выходными проводниками во время проведения проверки.

Заземление устройства обеспечивается посредством сетевого питающего кабеля, таким образом, в целях безопасности, изделие должно заземляться при помощи специальной розетки.

Данное руководство по эксплуатации публикуется Продавцом для использования вместе с изделием, описанным далее в настоящем руководстве. Продавец оставляет за собой право без предупреждения вносить в руководство изменения по любой причине, в частности, по причине выбора более передовых технических решений и улучшения производственных процессов. Продавец не несет ответственности при возникновении неизвестных технических проблем. Продавец так же не несет ответственности в случае внесения изменений в любую часть прибора или любого несанкционированного вмешательства в работу прибора без письменного разрешения Продавца.

В случае возникновения сомнений, пожалуйста, проконсультируйтесь с Вашим Продавцом. Продавец и Изготовитель не несут никакой ответственности за ненадлежащее использование, а также использование вне рамок технических характеристик.

## **ПРИМЕНЯЕМЫЕ СТАНДАРТЫ**

Испытательное устройство соответствует директивам ЕЭС, касающихся электромагнитной совместимости для оборудования низкого напряжения.

### **ЭЛЕКТРОМАГНИТНАЯ СОВМЕСТИМОСТЬ**

Директива №-89/336/СЕЕ от 03.05.1989, заменена директивой 92/31/СЕЕ от 05.05.1992.  
Применяемые стандарты EN61326 + A1 + A2 (ГОСТ Р 51522-99).

### **ИЗЛУЧЕНИЕ :**

- EN 61000-3-2 (ГОСТ Р 51317.3.2-99). Эмиссия гармонических составляющих тока техническими средствами с потребляемым током не более 16А (в одной фазе): класс А;
- EN 61000-3-3 (ГОСТ Р 51317.3.3-99). Колебания напряжения и фликер, вызываемые техническими средствами с потребляемым током не более 16А (в одной фазе), подключаемые к низковольтным системам электроснабжения. Допустимый уровень базовый;
- CISPR16 (EN 55011, класс А). Предельные значения и методы измерения радиоэлектронных помех для промышленных, медицинских и научно-исследовательских приборов.

Допустимые пределы для кондуктивного излучения:

- . 0,15-0,5 МГц: 79 дБ (пиковое), 66 дБ (среднее);
- . 0,5-5 МГц: 73 дБ (пиковое), 60 дБ (среднее);
- . 5-30 МГц: 73 дБ (пиковое), 60 дБ (среднее).

Допустимые пределы для излучения:

- . 30-230 МГц: 40 дБ (30 м);
- . 230-1000 МГц: 47 дБ (30 м).

### **ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТЬ:**

- EN 61000-4-2 (ГОСТ Р 51317.4.2-99). Устойчивость к электростатическим разрядам. Испытательное напряжение: воздушный разряд 8 кВ, контактный разряд 4 кВ;
- EN 61000-4-3 (ГОСТ Р 51317.4.3-99). Устойчивость к радиочастотному электромагнитному полю. Тестовые значения при частоте  $(900 \pm 5)$  МГц: напряженность испытательного поля 10 В/м, глубина амплитудной модуляции 80% синусоидальным сигналом частотой 1 кГц;
- EN 61000-4-4 (ГОСТ Р 51317.4.4-99). Устойчивость к наносекундным импульсным помехам. Тестовые значения: амплитуда импульсов 2 кВ при длительности фронта импульса 5 нс и длительности импульса 50 нс (параметр импульса 5/50 нс);
- EN 61000-4-5 (ГОСТ Р 51317.4.5-99). Устойчивость к микросекундным импульсным помехам большой энергии. Тестовые значения: амплитуда импульса 1 кВ при дифференциальном режиме и 2 кВ при обычном, параметр импульса 1,2/50 мкс;
- EN 61000-4-6 (ГОСТ Р 51317.4.6-99). Устойчивость к кондуктивным помехам, наведенным радиочастотными электромагнитными полями. Тестовые значения: полоса частот 0,15-80 МГц, испытательное напряжение 3 В, глубина амплитудной модуляции 80% синусоидальным сигналом частотой 1 кГц;
- EN 61000-4-8: Устойчивость к низкочастотным магнитным полям. Тестовое значение: напряженность магнитного поля 30 А/м.

**ДИРЕКТИВА ПО ОБОРУДОВАНИЮ НИЗКОГО НАПРЯЖЕНИЯ**

Директива №-73/23/СЕЕ заменена директивой 93/68/СЕЕ.

Применяемый стандарт для приборов класса I, степени загрязнения 2, категории установки II: EN 61010-1 (ГОСТ Р 52319-2005). В частности:

- испытательное переменное напряжение при проверке диэлектрической прочности изоляции 1.4 кВ в течение 1 минуты;
- сопротивление изоляции не менее 2 МОм;
- сопротивление заземления не более 0,1 Ом;
- дисперсия тока утечки: < 5 мА;
- степень защиты по входам и выходам IP 2X;
- диапазон рабочих температур от 0 до 50°C, при хранении от минус 25°C до +70°C;
- относительная влажность воздуха от 5% до 95% без выпадения конденсата;
- вибростойкость в соответствии с IEC 68-2-6 (ГОСТ 28203-89), ускорение 20 м/с<sup>2</sup> при 10 – 150 Гц;
- устойчивость к одиночным ударам в соответствии с IEC 68-2-27 (ГОСТ 28213-89), 15g в течение 11 мс;
- высота над уровнем моря: не более 2000 м.

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Испытательные системы для проверки реле прямого действия (установки), моделей КАМ-2/5, КАМ- 5/12.5, КАМ-5/12.5G и КАМ-10/25, позволяют осуществлять регулировку и определять уставки по току, времени для максимальных токовых защит и автоматических выключателей, а также проверять коэффициент трансформации ТТ и правильность монтажных соединений устройств релейной защиты. Ниже в таблице приведены основные характеристики систем.

МОДЕЛЬ	ДИАПАЗОНЫ НОМИНАЛЬНОГО ТОКА, А	НОМИНАЛЬНАЯ МОЩНОСТЬ, ВА	МАКС. ТОК, А (5 с)	МАКС. МОЩНОСТЬ, ВА (5 с)	МАКС. ТОК, А (1 с)	МАКС. МОЩНОСТЬ, ВА (1 с)
КАМ 2/5	500; 1000; 2000	2000	6000	5000	7000	5000
КАМ 5/12.5	500; 1000; 2000	5000	6000	12500	7000	15000
КАМ 5/12.5G	750; 1500; 3000	5000	6000	12500	7000	15000
КАМ 10/25	500; 1000; 2000	10000	6000	25000	7000	35000

Значения в первой группе таблицы соответствуют длительному режиму работы, во второй - режиму работы не более 5 с, в третьей не более 1 с.

Оператор должен четко представлять, что данное устройство генерирует большие токи при невысоком напряжении, как следствие, выходной ток является функцией от нагрузки, которой часто является сам соединительный кабель. Для случая, когда нагрузка очень мала (короткая медная шина), ниже представлена таблица, в которой приведены значения максимальной длины кабеля (в метрах) для различных диапазонов тока и поперечных сечений кабеля: 100 мм<sup>2</sup> для тока 500 (750) А, 200 мм<sup>2</sup> для тока 1000 (1500) А и 400 мм<sup>2</sup> для токов 2000 (3000) и 6000 А.

МОДЕЛЬ	МАКСИМАЛЬНАЯ ДЛИНА КАБЕЛЯ, М			
	ДИАПАЗОН 500 (750) А, 100 мм <sup>2</sup>	ДИАПАЗОН 1000 (1500) А, 200 мм <sup>2</sup>	ДИАПАЗОН 2000 (3000) А, 400 мм <sup>2</sup>	ДИАПАЗОН 6000 А (5 с), 400 мм <sup>2</sup>
КАМ-2/5	15	5	1	0,4
КАМ-5/12.5	35	10	2,5	1
КАМ-5/12.5G	14	2,5	1,8	0,3
КАМ-10/25	70	21	5	2,5

Отмеченная курсивом длина кабеля означает, что данные кабели поставляются по дополнительному заказу и могут быть включены в комплект поставки для использования при последующем подключении к тестируемому оборудованию (см. главу «Соединительные кабели, поставляемые по дополнительному заказу»).

В дополнение к вышесказанному, весь модельный ряд КАМ оснащен вспомогательным выходом напряжения, имеющим два диапазона, который может быть использован для проверки характеристик намагничивания трансформаторов тока.

Установки серии КАМ конструктивно состоят из модуля управления и одного (для КАМ 2/5) или двух (все остальные модели) нагрузочных трансформаторов тока, легко устанавливаемых в непосредственной близости от проверяемого оборудования, что обеспечивает минимизацию длины соединительных кабелей.

## 2 ХАРАКТЕРИСТИКИ

### 2.1 Модуль УПРАВЛЕНИЯ

- Диапазоны выходных токов и соответствующих мощностей указаны в нижеследующей таблице.

МОДЕЛЬ	ДИАПАЗОНЫ НОМИНАЛЬ- НОГО ТОКА, А	НОМИНАЛЬ- НАЯ МОЩНОСТЬ, ВА	МОЩ- НОСТЬ, ВА (5мин ВКЛ, 5мин ОТКЛ)	МАКС. ТОК, А (5 с)	МАКС. МОЩ- НОСТЬ, ВА (5 с)	МАКС. ТОК, А (1 с)	МАКС. МОЩ- НОСТЬ, ВА (1 с)
КАМ 2/5	500; 1000; 2000	2000	2400	6000	5000	7000	5000
КАМ 5/12.5	500; 1000; 2000	5000	6000	6000	12500	7000	15000
КАМ 5/12.5G	750; 1500; 3000	5000	6000	6000	12500	7000	15000
КАМ 10/25	500; 1000; 2000	10000	12000	6000	25000	7000	35000

**ПРИМЕЧАНИЕ:** максимальные токи 6000 А и 7000 А могут выдаваться в специальном диапазоне, имеющем номинальное значение выходного тока 1000 А.

- Выходное напряжение на токовых клеммах указано в следующей таблице.

МОДЕЛЬ	ДИАПАЗОН ТОКА, А	МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ, В
КАМ-2/5	500	5
	1000	2,5
	2000	1,2
	6000	2,5
КАМ-5/12,5	500	12
	1000	6
	2000	3
	6000	6
КАМ-10/25	500	24
	1000	12
	2000	6
	6000	12
КАМ-5/12.5G	750	6,6
	1500	3,3
	3000	1,6
	6000	3,3

- **Перегрузочная способность.** В нижеследующей таблице указаны максимальное время нахождения во включенном состоянии и соответствующее ему время восстановления, как функция от коэффициента перегрузки KS (относительно номинального тока).

**ПРИМЕЧАНИЕ:** Перегрузка выше 3 недопустима для диапазона номинального тока 2000 А.

КОЭФФ. ПЕРЕГРУЗКИ И KS	ТОК ДИАПАЗОН А 500А, А	ТОК ДИАПАЗОН А 1000А, А	ТОК ДИАПАЗОН А 2000А, А	ВРЕМЯ ВКЛЮЧЕННОГО СОСТОЯНИЯ, с	ВРЕМЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, с
1	500	1000	2000	ДЛИТЕЛЬНОЕ	0
1,2	600	1200	2400	1300	1300
1,5	750	1500	3000	900	1200
2	1000	2000	4000	240	720
2,5	1250	2500	5000	90	480
3	1500	3000	6000	45	300
4	2000	4000	-	15	150
5	2500	5000	-	8	60
6	3000	6000	-	5	60
7	3500	7000	-	1	60

Если требуемый выходной ток в течение длительного времени должен быть выше 2000 А, последовательность действий выглядит следующим образом:

- в первую очередь, исходя из напряжения холостого хода и требуемого выходного тока, необходимо вычислить максимальное полное сопротивление;
- далее, из полученного значения сопротивления вычитается внутреннее сопротивление источника тока испытательной установки (оно индивидуально для каждой испытательной установки и различных диапазонов тока). Внутреннее сопротивление установки включает в себя также сопротивление зажимов;
- на следующем этапе необходимо учесть сопротивление кабеля, например, для поперечного сечения 400 мм<sup>2</sup> удельное сопротивление составляет 0,37 мОм/м. Исходя из чего можно рассчитать максимальную длину кабеля.

Далее в таблице проиллюстрирована возможность получения выходных токов 3000 А или 4000 А для КАМ-5/12.5 и КАМ-10/25, используя диапазон номинального тока 2000 А при коэффициенте перегрузки KS, равном 1,5 и 2 соответственно.

МОДЕЛЬ	ДИАПАЗОН НОМИНАЛЬНОГО ТОКА 2000 А							
	Iпрв, А	KS	t вкл. сост, с	Uмакс, В	Zмакс, мОм	Zисточ, мОм	Zкабеля (+Zнагр), мОм	Lкабеля, м
КАМ 5/12.5	2000	1	БЕСКОНЕЧ.	2,5	1,25	0,5	0,75	≈ 2
КАМ 5/12.5	3000	1,5	900	2,5	0,83	0,5	0,33	≈ 1
КАМ 5/12.5	4000	2	240	2,5	0,63	0,5	0,13	≈ 0
КАМ 10/25	2000	1	БЕСКОНЕЧ	5	2,5	0,8	1,7	≈ 4
КАМ 10/25	3000	1,5	900	5	1,67	0,8	0,87	≈ 2
КАМ 10/25	4000	2	240	5	1,25	0,8	0,45	≈ 1

Из таблицы видно, что, используя КАМ-5/12.5, невозможно получить ток 4000 А, так как он ограничивается внутренним сопротивлением источника.

- Максимальные токи сопровождаются последующим отключением, длящимся около 55 с. Внутренний таймер обеспечивает точное соблюдение длительности отключенного состояния.

- **Регулировка выходных величин:** грубая и точная.

- **Выбор диапазона выходного тока или напряжения:** осуществляется пятипозиционным галетным переключателем I/V, имеющим следующие положения: «500А» – «1000А» – «2000А» – «6000А» – «270V~» («750А» – «1500А» – «3000А» – «6000А» – «V~») для модели G). Промежуточное положение рукоятки переключателя, находящееся между двумя рабочими, обеспечивает автоматическое размыкание цепей питания.
- **Выбор диапазона мощности:** осуществляется трехпозиционным галетным переключателем:
  - 0 – 2 кВА – для модели КАМ-2/5;
  - 0 – 2 кВА, 1 – 3 кВА, 3 – 5 кВА – для моделей КАМ-5/12.5 и КАМ-5/12.5G;
  - 0 – 4 кВА, 2 – 6 кВА, 4 – 10 кВА – для модели КАМ-10/25.
- **Измерение тока:** осуществляется измерительным трансформатором тока класса точности 1, установленным на выходной шине нагрузочного трансформатора и подключаемого к модулю управления соединительным кабелем. Значение тока выводится на четырехзначный цифровой индикатор, отображающий до 9999 А для всех диапазонов измерения.
- **Функция удержания тока:** при помощи переключателя HOLD (удержание, фиксация) есть возможность фиксации измеренного значения тока в момент срабатывания реле. При активизации данной функции, ток продолжает протекать через обмотку реле в течение 1с после его срабатывания, позволяя выполнить измерение. Функция доступна для временных задержек более 20 мс.
- **Характеристики регулируемого выходного напряжения:**
  - диапазон переменного тока: от 0 до 270 В;
  - выходной ток: от 0 до 15 А;
  - отсутствует гальваническая развязка с питающей сетью;
  - подключение: стандартная штепсельная вилка на 16 А;
  - включение: активизация при выборе позиции «V~» на переключателе диапазонов тока и напряжения «V/I»;
  - измерение: в случае выбора положения «V~», выходное напряжение отображается на индикаторе в формате XXX В.
- **Запуск и останов проверки:** управляется автоматическим выключателем.
- **Модуль управления** снабжен электронным цифровым секундомером с полностью автоматическим запуском и остановом при определении времен срабатывания и возврата контактов реле:
  - измерение: от момента подачи тока до срабатывания контакта (проверка реле) или длительности генерации тока (проверка автоматических выключателей). Выбор режима осуществляется переключателем;
  - диапазон измерения времени: до 999,99 с или до 99,999 с. Выбор режима осуществляется переключателем;
  - индикатор пятиразрядный цифровой со встроенным 10 МГц кварцевым резонатором;
  - остановка секундомера может осуществляться “сухим” или потенциальным контактом. Диапазон постоянного или переменного напряжения от 24 до 250 В. Подключение посредством клемм и разъема;

- переключатель установки нормально открытого или нормально закрытого состояния контакта;
- выбор режима автоматического прерывания тока при останове секундомера.

## **2.2 НАГРУЗОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С РЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫХОДНЫМ ТОКОМ**

- **Входы первичной обмотки:** регулирование осуществляется управляющим модулем.
- **Диапазоны номинального тока вторичной обмотки:** 500А, 1000А, 2000А (750А, 1500А, 3000А для модели G), подключение осуществляется к шине с оцинкованными контактными площадками, имеющими соответствующее поперечное сечение.
- **Номинальная мощность:** 2 кВА для моделей КАМ-2/5, КАМ-5/12.5 и КАМ-5/12.5G; 4 кВА для модели КАМ-10/25.
- Трансформатор заключен в металлический корпус с ручками для переноски и вращающимися транспортировочными колесиками со встроенным измерительным трансформатором для измерения выходного тока до 6000 А.

## **2.3 НАГРУЗОЧНЫЙ ТРАНСФОРМАТОР С НЕРЕГУЛИРУЕМЫМ ВЫХОДНЫМ ТОКОМ**

- **Входы первичной обмотки:** регулирование осуществляется управляющим модулем.
- **Диапазоны номинального тока вторичной обмотки:** 500А, 1000А, 2000А (750А, 1500А, 3000А для модели G), подключение осуществляется к шине с оцинкованными контактными площадками, имеющими соответствующее поперечное сечение.
- **Номинальная мощность:** 3 кВА для моделей КАМ-5/12.5 и КАМ-5/12.5G; 6 4 кВА для модели КАМ-10/25.
- Трансформатор заключен в металлический корпус с ручками для переноски и вращающимися транспортировочными колесиками.
- С-образная шина с оцинкованными контактными площадками предназначена для соединения двух трансформаторов.
- Трансформатор и С-образная шина не предусмотрены для модели КАМ-2/5.

## **2.4 ДРУГИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ**

- **Электропитание:** однофазная сеть напряжением ( $230V_{-15\%}^{+10\%}$ ), частотой 50 Гц или 60 Гц.
- **Разъем питания:** должен обеспечивать возможность подачи следующих токов (см. таблицу), зависящих от выходного установившегося или максимального тока.

МОДЕЛЬ	ТОК, ПОТРЕБЛЯЕМЫЙ ИЗ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ, А	
	НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК ДО 2000 А	МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК ДО 6000 А, (5 с)
КАМ 2/5	11	56
КАМ 5/12.5	30	152
КАМ 5/12.5G	22	100
КАМ 10/25	43	270

- **Масса**, в килограммах: смотри следующую таблицу.

MODEL	МАССА, КГ		
	МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ	РЕГУЛИРУЕМЫЙ ТРАНСФОРМАТОР	НЕРЕГУЛИРУЕМЫЙ ТРАНСФОРМАТОР
КАМ-2/5	33	70	НЕ КОМПЛЕКТУЕТСЯ
КАМ-5/12.5 КАМ-5/12.5G	33	70	85
КАМ-10/25	37	104	125

- **Габаритные размеры**, в миллиметрах: смотри следующую таблицу.

MODEL	ГАБАРИТНЫЕ РАЗМЕРЫ, ММ		
	МОДУЛЬ УПРАВЛЕНИЯ	РЕГУЛИРУЕМЫЙ ТРАНСФОРМАТОР	НЕРЕГУЛИРУЕМЫЙ ТРАНСФОРМАТОР
КАМ-2/5	300 x 260 x 620	310 x 270 x 400	НЕ КОМПЛЕКТУЕТСЯ
КАМ-5/12.5 КАМ-5/12.5G	300 x 260 x 620	310 x 270 x 400	310 x 270 x 400
КАМ-10/25	300 x 260 x 620	450 x 270 x 400	450 x 270 x 400

- В комплект поставки установки входят:

- кабели, соединяющие блок управления и трансформаторы, длиной 2 м;
- кабель электропитания, длиной 2 м;
- кабель для подключения к контактам реле, длиной 2 м.

Кабели для подключения к нагрузке стандартно **не поставляются**, смотри ниже.

## 2.5 СОЕДИНИТЕЛЬНЫЕ КАБЕЛИ, ПОСТАВЛЯЕМЫЕ ПО ДОПОЛНИТЕЛЬНОМУ ЗАКАЗУ

- В следующей таблице указаны максимальные длины кабелей, их поперечные сечения для различных испытательных токов и соответствующие модели КАМ. Соединительные кабели, поставляемые по дополнительному заказу и имеющие зажимы, указаны в таблице жирным шрифтом.

МОДЕЛЬ	КОД ЗАКАЗА И ДЛИНА КАБЕЛЯ, М			
	500 (750) А, 100 мм <sup>2</sup>	1000 (1500) А, 200 мм <sup>2</sup>	2000 (3000) А, 400 мм <sup>2</sup>	6000 А (5 с), 400 мм <sup>2</sup>
КАМ-2/5	(15)	<b>5, код РП18085</b>	<b>1, код РП16085</b>	<b>0,4; код РП15085</b>
КАМ-5/12.5	(35)	<b>10, код РП18085</b>	<b>2,5; код РП17085</b> или <b>6, код РП19085</b>	<b>1, код РП16085</b>
КАМ-5/12.5G	(14)	<b>2,5; код РП18085</b>	(1.8)	(0.3)
КАМ-10/25	(70)	(21)	<b>5, код РП18085</b>	<b>2,5; код РП17085</b>

- 1. Код заказа: РП15085.** Комплект состоит из 4 кабелей с поперечным сечением  $200 \text{ мм}^2$ , длиной 0,4 м, оконцованных с обеих сторон клеммами и укомплектованных 2-мя струбцинами для подключения к шинам (описание струбцин приведено ниже). Кабели предназначены для параллельного включения (суммарное поперечное сечение  $400 \text{ мм}^2$ ), позволяя получить максимальный ток до 6000 А на всех моделях испытательных установок.
- 2. Код заказа: РП16085.** Комплект состоит из 4 кабелей с поперечным сечением  $200 \text{ мм}^2$ , длиной 1 м, оконцованных с обеих сторон клеммами и укомплектованных 2-мя струбцинами для подключения к шинам (описание струбцин приведено ниже). Кабели предназначены для параллельного включения (суммарное поперечное сечение  $400 \text{ мм}^2$ ), позволяя получить максимальный ток 6000 А на модели КАМ-5/12.5 и 2000 А на КАМ-2/5.
- 3. Код заказа: РП17085.** Комплект состоит из 4 кабелей с поперечным сечением  $200 \text{ мм}^2$ , длиной 2,5 м, оконцованных с обеих сторон клеммами и укомплектованных 2-мя струбцинами для подключения к шинам (описание струбцин приведено ниже). Кабели предназначены для параллельного включения (суммарное поперечное сечение  $400 \text{ мм}^2$ ), позволяя получить максимальный ток 6000 А на модели КАМ-10/25 и 2000 А на КАМ-5/12.5. При последовательном соединении длина составит 5 м, при этом тестовый ток может достигать 2000 А на установке КАМ 10/25.
- 4. Код заказа: РП18085.** Комплект состоит из 4 кабелей с поперечным сечением  $200 \text{ мм}^2$ , длиной 5 м, оконцованных с обеих сторон клеммами и укомплектованных 2-мя струбцинами для подключения к шинам (описание струбцин приведено ниже). Кабели предназначены для параллельного включения (суммарное поперечное сечение  $400 \text{ мм}^2$ ), позволяя получить максимальный ток 2000 А на установке КАМ-10/25. При последовательном соединении длина составит 10 м, при этом тестовый ток может достигать 1000 А на установке КАМ 5/12.5.
- 5. Код заказа: РП19085.** В дополнение к приведенным выше кабелям, есть возможность поставки комплекта, состоящего из трех кабелей, каждый из которых, в свою очередь, состоит из четырех витых пар с поперечным сечением  $25 \text{ мм}^2$ . Такая компоновка ослабляет реактивную составляющую сопротивления кабеля и предназначена для получения тока до 2000 А на установке КАМ 5/12.5 при удалении до 6 метров. Кабели оконцованны с обеих сторон клеммами и укомплектованы 2-мя струбцинами для подключения к шинам. Они могут быть подключены последовательно или параллельно, в зависимости от испытательного тока и расстояния до испытываемого объекта. Масса каждого кабеля 15 кг, следовательно, масса всего комплекта составит 45 кг, что необходимо принимать во внимание, т.к. их подъем и привинчивание к струбцине по отдельности невозможно.

На следующем рисунке показан один из трех кабелей.



На рисунке показаны три кабеля привинченные к струбцинам.



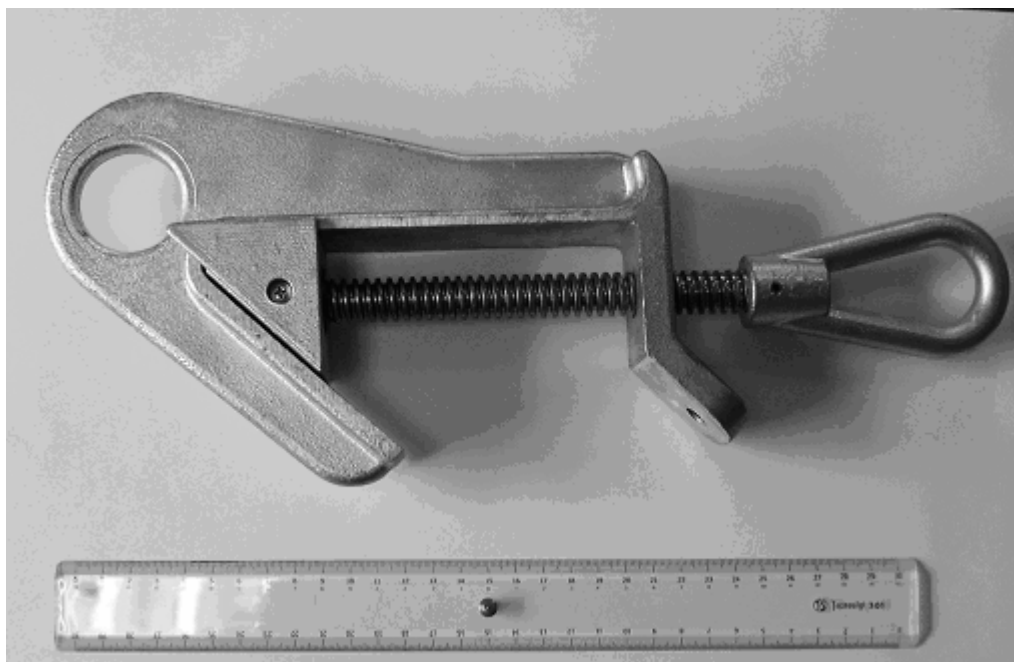
В следующей таблице резюмированы эксплуатационные параметры для КАМ-5/12.5.

ДИАПАЗОН ТОКА, А	КОНФИГУРАЦИЯ КАБЕЛЯ	ДЛИНА КАБЕЛЯ, М	МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК, А
500	ТРИ КАБЕЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО	18	1100
1000	ДВА КАБЕЛЯ ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО	12	1000
2000	ТРИ КАБЕЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО	6	2200
6000	ТРИ КАБЕЛЯ ПАРАЛЛЕЛЬНО	6	3600

Все описанные кабели комплектуются двумя сильноточными струбцинами для подключения к шинам, со следующими характеристиками:

- материал: алюминий;
- раствор губок: от 5 мм до 60 мм;
- допустимое значение тока короткого замыкания: 41 кА в течение 1с;
- применяемый стандарт: EN 61230;
- отверстие для крепления средств подъема струбцины к проводнику и «барашек» для крепления к токоведущей шине.

Струбцина показана на рисунке ниже.



### **3 ЗАЩИТА УСТАНОВКИ**

- Автоматический выключатель с электромагнитным и тепловым расцепителем в цепи электропитания.
- Плавкий предохранитель цепей электропитания постоянным током.
- Световая и звуковая аварийная сигнализация при превышении выходным током 120% от максимального значения выбранного диапазона.
- Невозможность выдачи тока при неподключенном трансформаторе.
- Тепловая защита силового трансформатора со световой аварийной сигнализацией.
- Предотвращение выброса импульсного тока при отключении питания.
- Плавкий предохранитель вспомогательного выхода напряжения: T5.
- Регулирование напряжения, выход которого не имеет гальваническую развязку, невозможно без установки галетного переключателя в положение «V~».

## 4 РУКОВОДСТВО ПО ЭКСПЛУАТАЦИИ

### 4.1 ВВЕДЕНИЕ

В первую очередь рекомендуется **использование очень мощной сети электропитания и соответствующего штепсельного разъема**: смотри таблицу ниже.

МОДЕЛЬ	ТОК, ПОТРЕБЛЯЕМЫЙ ИЗ ПИТАЮЩЕЙ СЕТИ, А	
	НОМИНАЛЬНЫЙ ТОК ДО 2000 А	МАКСИМАЛЬНЫЙ ТОК ДО 6000 А, (5 с)
КАМ 2/5	11	56
КАМ 5/12.5	30	152
КАМ 5/12.5G	22	100
КАМ 10/25	43	270

Ток, потребляемый по цепям питания, зависит от выходного тока. Рекомендуемое значение номинального тока питающей сети: 27 А для установки КАМ-2/5, 63 А для КАМ-5/12.5 и 120 А для КАМ-10/25. Кроме того, **необходимо позаботиться о питающем кабеле**, поперечное сечение которого должно соответствовать перечисленным величинам тока, т.к. при генерации на нем может произойти значительное падение напряжения. Как следствие, **невозможность получения необходимого значения выходного тока** (не говоря уже об опасности сильного нагрева сетевого кабеля).

В общем, модельный ряд КАМ может использоваться для двух видов тестов: проверка коэффициента трансформации ТТ (и амперметров) или проверка устройств релейной защиты.

#### 4.1.1 Проверка коэффициента трансформации ТТ

Для этого типа проверок не обязательно подавать номинальный первичный ток. Если есть возможность его достижения, отлично; если нет, измерение коэффициента трансформации может быть произведено при первичном токе меньшем номинального значения.

Например, при коэффициенте трансформации 2000/5 А и максимально возможном выходном токе 1000 А, ток, измеренный во вторичной обмотке трансформатора, будет составлять 2,5 А, погрешность измерения которого будет не хуже номинальной величины, составляющей 5 А. К тому же, точное измерение тока вторичной обмотки требует определенного времени, поэтому, невозможно произвести корректное измерение при токе 6000 А, для которого выдача ограничена 5 с.

Данный подход актуален в двух случаях:

- если собственное полное сопротивление проверяемого трансформатора очень большое и выступает основным ограничивающим фактором получения номинального значения тока, выдача которого потребует более мощной испытательной установки. В подобной ситуации лучше использовать НИЗКИЕ ДИАПАЗОНЫ НОМИНАЛЬНОГО ТОКА, так как для них характерно более высокое выходное напряжение, т.е. на диапазоне 1000 (или 500) А возможно получение большего тока, чем на диапазоне 2000 А.

· если необходимо использовать длинные соединительные кабели, уменьшающие величину испытательного тока. В данном случае важно отметить, что РЕАКТИВНАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ ПОЛНОГО СОПРОТИВЛЕНИЯ КАБЕЛЯ ЯВЛЯЕТСЯ ГЛАВНЫМ ОГРАНИЧИВАЮЩИМ ФАКТОРОМ. Как следствие, использование кабеля с увеличенным вдвое поперечным сечением не может привести к увеличению тока в два раза, скорее всего, он почти не изменится. Путем решения данной проблемы может служить снижение сопротивления кабеля. Кабели, идущие к трансформатору и от него, должны быть связаны вместе. Кроме того, необходимо увеличить количество проводников, по возможности свить их между собой, чтобы магнитное поле, а, следовательно, и сопротивление, стремилось к нулю.

#### **4.1.2 Проверка устройств релейной защиты**

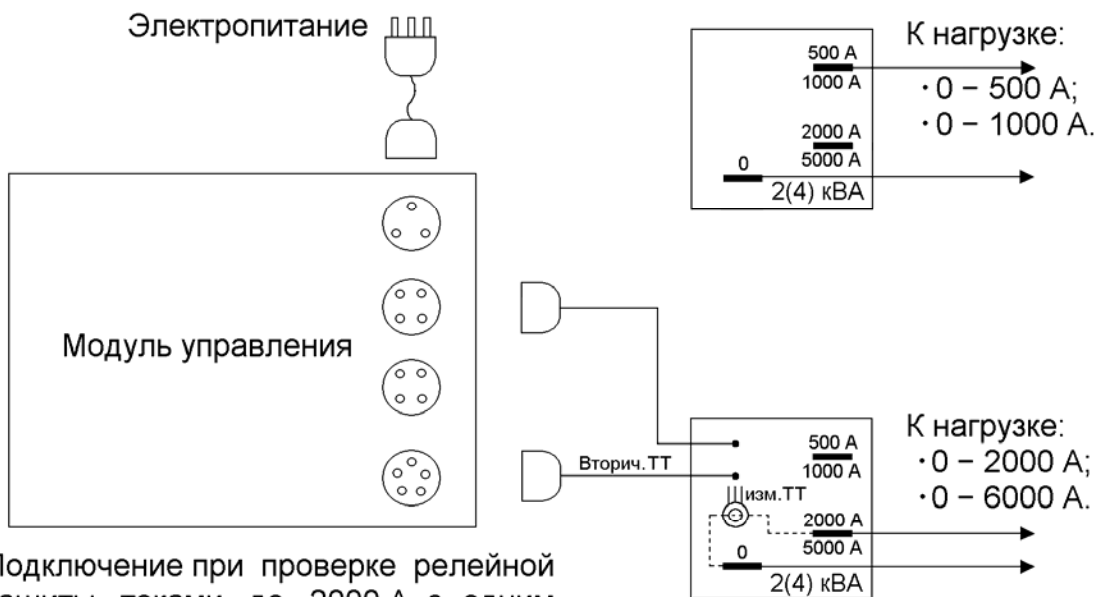
Для проверок по вторичным величинам, обязательно достижение номинального значения первичного тока или тока, при котором защита сработает. В этом случае следует обратить внимание на приведенные выше рекомендации по уменьшению сопротивления, а также на возможность выбора испытательного тока до 6000А (возможность перегрузки генератора).

В данном случае, тот факт ограничения генерации тока 5 с не накладывает ограничение на проведение проверки, так как реле срабатывает за время менее 1 с. Проверка начинается подачей испытательного тока, значение которого необходимо увеличивать до момента срабатывания реле и нахождения уставки по току. Для измерения временных параметров, требуется установить ручку регулятора тока в положение, соответствующее большему или меньшему по сравнению с уставкой значению тока и запустить проверку. Измеренное время будет отображено на индикаторе.

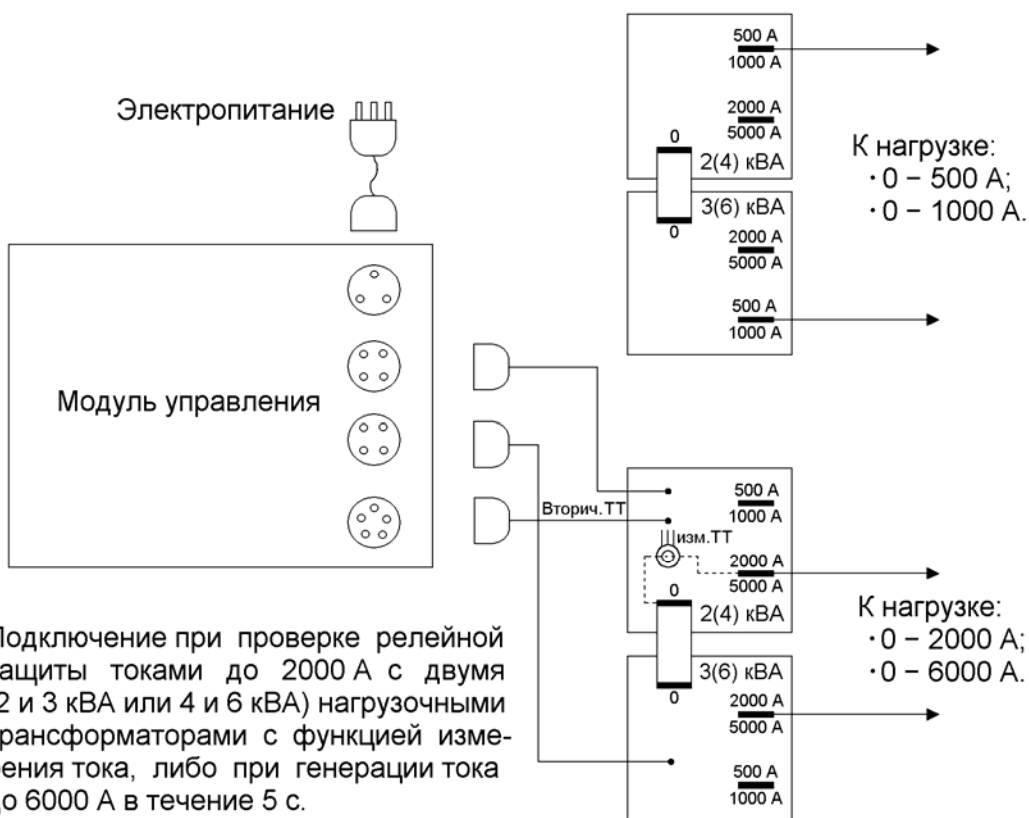
Поиск уставки по току может потребовать немного терпения, т.к. есть вероятность прерывания проверки после истечения 5 с. Если не удалось дойти до уровня тока соответствующего уставке, необходимо оставить регулировочную ручку в том же положении и после разблокировки (истечения времени восстановления) запустить проверку заново. При установке переключателя «HOLD» (фиксация) в положение «ON» (вкл.), значение тока будет отображено на индикаторе также после прекращения выдачи по истечении времени генерации.

#### **4.2 ГЕНЕРАЦИЯ ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ТОКА ДО 6000 А**

- Подключить кабель питания к сети через разъем (1).
- Подключить модуль управления к нагрузочным трансформаторам тока и питающей сети, принимая во внимание рабочие токи и уровни мощности, как показано на Рис. 2 (для модели G номинальные токи составляют 750 А, 1500 А и 3000 А).

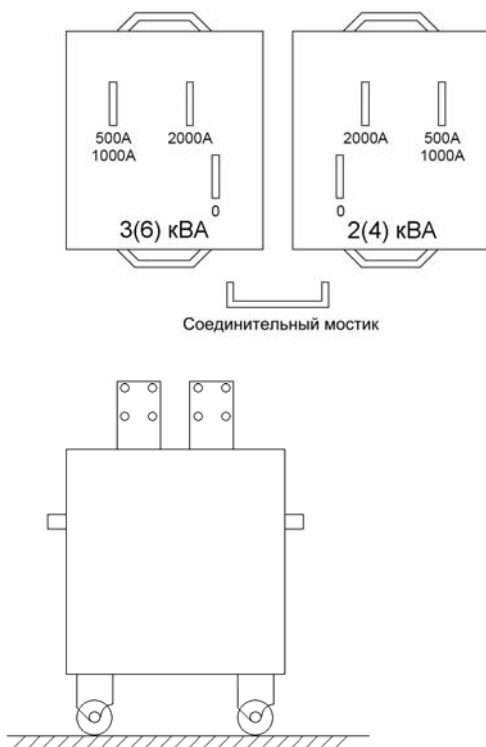


Подключение при проверке релейной защиты токами до 2000 А с одним (2 и 4 кВА) нагрузочным трансформатором с функцией измерения тока, либо при генерации тока до 6000 А в течение 5 с.

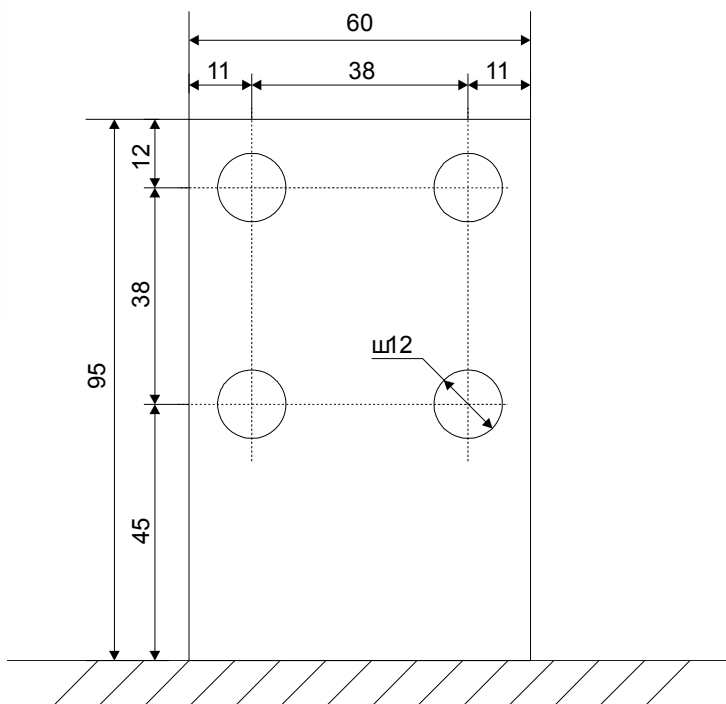


Подключение при проверке релейной защиты токами до 2000 А с двумя (2 и 3 кВА или 4 и 6 кВА) нагрузочными трансформаторами с функцией измерения тока, либо при генерации тока до 6000 А в течение 5 с.

**Рис. 2. Подключение к нагрузке.**



**Рис. 3. Нагрузочные трансформаторы.**



**Рис. 4. Линейные размеры контактной площадки нагрузочного трансформатора.**

- Подключение к нагрузке осуществляется при помощи соответствующих кабелей, надежно прикрепляемых к нагрузочным трансформаторам, показанным на Рис.3. На Рис.4 указаны линейные размеры контактных площадок трансформаторов.

- Если поставляются кабели по дополнительному заказу с кодом РП19085, то к ним прилагаются струбцины, показанные на следующем рисунке.



- Также прилагаются 3 витых кабеля, один из них показан на рисунке ниже. Клеммы кабеля имеют оконцеватели черного и синего цвета.



- Для подключения следует прикрутить струбины к шинам испытуемого трансформатора тока. Далее привинтить кабели с черными оконцевателями к одной струбине, а с красными к другой. Итог должен выглядеть, как на следующем рисунке.



- Далее необходимо привинтить другие концы кабелей к контактным площадкам нагрузочного трансформатора, три черных оконцевателя к одной площадке, три красных к другой.



- На следующем рисунке показано, как должно в итоге выглядеть подключение нагрузочного трансформатора (слева) к шине проверяемого трансформатора тока (справа) при использовании данного комплекта кабелей.



- Установите переключатель «I/V» (19) в положение, соответствующее необходимому для работы значению тока, исходя из подключений, указанных на Рис.2. Переключатель (19)

имеет промежуточные (нулевые) положения между двумя соседними позициями, соответствующими диапазонам тока, что позволяет осуществлять автоматическое размыкание главного контактора (отключение внутренних цепей питания) для предотвращения внешних коммутаций под нагрузкой. В промежуточном положении главный контактор не может находиться в замкнутом состоянии.

- Переведите переключатель диапазонов мощности (10) в положение 2 (4) кВА. ПРИМЕЧАНИЕ: Для установки КАМ 2/5 необходимо использовать только данное положение.

- После подключения нагрузки, удостоверьтесь, что оба регулятора напряжения (7) и (8) находятся в нулевом положении.

- Выберите режим ручного отключения главного контактора, переведя переключатель (26) в положение «MANUAL» (OFF): на индикаторе будет отображаться генерируемый ток.

- Включите главный контактор, нажатием кнопки «ON» (4).

- Используя регуляторы напряжения (8) и (7) (грубо и точно), медленно повышайте ток до необходимого значения.

- Отображение величины тока осуществляется индикатором (14). Датчик, измеряющий выходной ток, подключен к 1 А вторичной обмотке регулируемого нагрузочного трансформатора.

- При достижении током 120% от номинального значения загорается индикатор перегрузки (30) и включается звуковой сигнал.

- Если мощности 2 (4) кВА недостаточно, необходимо перевести регуляторы напряжения (7) и (8) в нулевое положение и подключить трансформатор на 3(6) кВА (если он до этого не был подключен). Далее перевести переключатель диапазонов мощности (10) в положение «1÷3 (2÷6) kVA» и, используя регуляторы напряжения (7) и (8), установить необходимое значение тока.

- Если мощности 3 (6) кВА все еще недостаточно, требуется перевести в нулевое положение регуляторы напряжения (7) и (8), установить переключатель диапазонов мощности (10) в положение «3÷5 (6÷10) kVA» и опять, при помощи регуляторов напряжения (7) и (8), установить необходимое значение тока.

Необходимо учитывать, что из двух нагрузочных трансформаторов, только один имеет возможность регулировки выходного тока. Поэтому, до установки более высокого уровня мощности переключателем (10), удостоверьтесь, что уже выбранный диапазон мощности недостаточен, и только тогда переключайтесь на следующий, предотвращая опасные перегрузки установки во время проведения испытаний.

- Для того чтобы исключить работу измерительного трансформатора тока с раскороченной вторичной обмоткой, главный контактор не может быть включен, пока штепсель соединительного кабеля вторичной обмотки трансформатора не подключен к разъему (13).

- В случае необходимости контроля общей продолжительности проверок, возможно использование секундомера в ручном режиме. Для этого следует установить переключатель управления запуском секундомера «START» (33) в положение «MAN» и, используя переключатель «START/STOP» (32), запустить и останавливать секундомер.

#### **4.3 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВРЕМЕННЫХ ХАРАКТЕРИСТИК РЕЛЕ**

- Установить переключатель управления запуском секундомера «START» (33) в положение «AUT» для автоматического запуска секундомера в момент подачи тока.
- Остановка секундомера может быть осуществлена по срабатыванию или возврату «сухого» или потенциального контакта. «Сухой» контакт подключается к разъему (5), а контакт, находящийся под напряжением - к разъему (24) при помощи кабеля, поставляемого вместе с установкой. Должна быть исключена ошибка подключения потенциального контакта к разъему (5) и задействования обоих входов (24) и (5) одновременно. Необходимо учитывать, что напряжение, подаваемое на разъем (24), будет присутствовать на входе (5).
- Как описано выше, необходимо увеличить ток до значения большего, чем уставка, и отключить главный контактор нажатием кнопки «OFF» (21). Подключить контакт реле к разъему (5). Переключателем «STOP» (18) установить тип подключаемого контакта в нормально открытое (НО) или нормально закрытое (НЗ) состояние.
- В испытательной установке предусмотрена цепь, позволяющая отключать главный контактор в процессе испытания. Переключатель (26), отвечающий за автоматическое или ручное отключение главного контактора, может быть установлен в положение «AUT» или «MAN», в зависимости от режима проверки. Если переключатель (26) установлен в положение «AUT», то по окончании процесса измерения времени главный контактор отключится автоматически; в противном случае его отключение осуществляется нажатием кнопки «OFF» (21).
- Предварительная установка исходного состояния секундомера перед его запуском осуществляется нажатием кнопки «RESET» (28).
- Нажатие на кнопку «ON» (4) инициирует включение главного контактора, запуск секундомера и подачу испытательного тока. Срабатывание контакта вызовет останов секундомера и, при соответствующем положении переключателя «OFF» (26), автоматическое отключение главного контактора. В противном случае (переключатель «OFF» (26) в положении «MAN») для отключения главного контактора необходимо нажать кнопку «OFF» (21).
- Время в секундах, измеренное в процессе испытания, выводится на индикатор с разрешением в одну сотую или одну тысячную секунды в зависимости от положения переключателя «s» (29), отвечающего за выбор временного диапазона.
- После срабатывания реле подача тока прекращается. Если требуется знать значение тока срабатывания реле, возможно использование функции удержания тока (фиксации показаний). Для ее активизации необходимо перевести переключатель «HOLD» (31) в положение «ON» и начать проверку. После срабатывания реле, ток будет подаваться еще в течение 1 с для осуществления корректного измерения. По истечении этого времени, на индикаторе будет отображена величина тока срабатывания. Обнуление индикации происходит при запуске следующей проверки или при установке переключателя «HOLD»

(31) в положение «OFF». Данная функция применима при временах срабатывания больших 20 мс.

#### **4.4 СПОСОБЫ ПОЛУЧЕНИЯ НЕОБХОДИМОГО ТОКА ПРИ ПРОВЕДЕНИИ ИСПЫТАНИЙ**

Причиной невозможности достижения необходимого испытательного тока может быть:

- А) сильное окисление контактных площадок (необходима их чистка);
- В) сопротивление нагрузки больше максимально допустимого для выбранного диапазона тока. Причиной может быть слишком длинный кабель или его малое поперечное сечение (или и то и другое);
- С) использование сетевого разъема, не отвечающего необходимым требованиям, что может привести к чрезмерному падению напряжения питания.

Прежде чем производить какие-либо действия с кабелями для подключения нагрузки, рекомендуется проверить напряжение питания во время генерации. В случае значительного его падения, лучше использовать более толстый или более короткий питающий кабель. Если и этого недостаточно, необходимо проверить возможность получения необходимого значения тока в течение ограниченного времени.

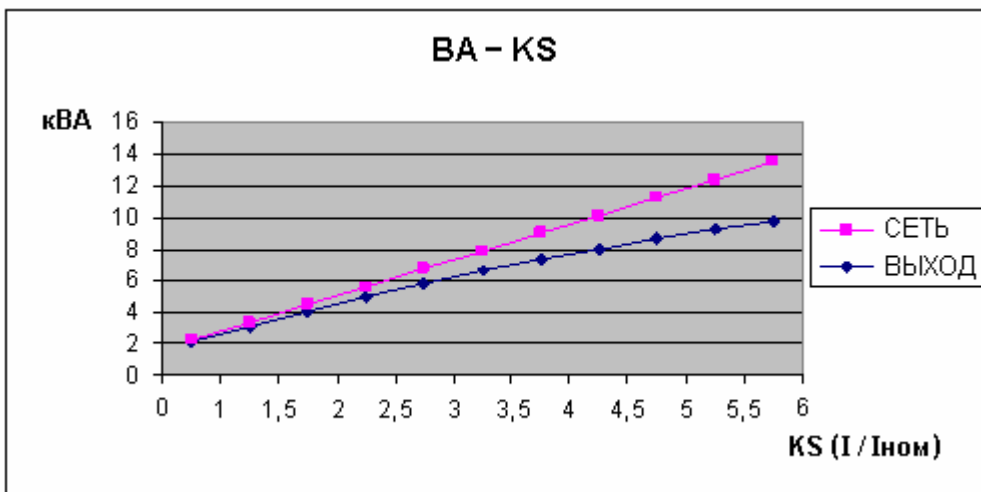
Для токов срабатывания до 2000 А возможно использование специального диапазона 6000 А, у которого, с целью повышения надежности, осуществляется контроль времени генерации. При прекращении теста по срабатыванию контакта, останавливающего секундомер, загорается индикатор «PAUSE», и на индикацию выводится выдержка времени до повторного запуска. Данная пауза продолжается около 50 с. Если в течение 5 с не происходит срабатывания реле, то по команде таймера происходит прекращение выдачи тока с последующей паузой.

Если необходим ток, величина которого больше номинального значения и время генерации должно превышать 5с, следует использовать следующую таблицу, отражающую максимальную длительность проверки в зависимости от коэффициента перегрузки KS (отношение выходного тока к номинальному значению). ПРИМЕЧАНИЕ: для специального диапазона тока 6000 А, номинальный ток составляет 1000 А.

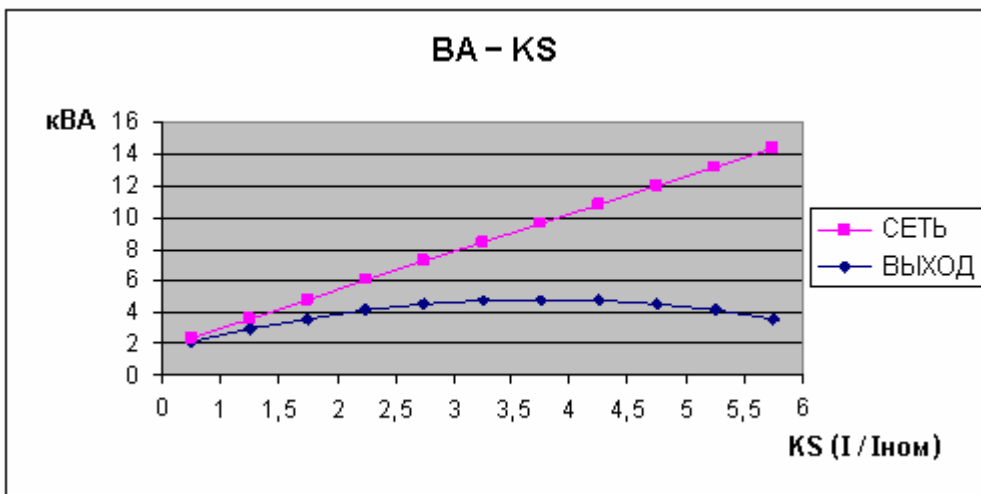
КОЭФФИЦИЕНТ ПЕРЕГРУЗКИ KS	ВРЕМЯ ВКЛЮЧЕННОГО СОСТОЯНИЯ, с	ВРЕМЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ, с
1	ДЛИТЕЛЬНОЕ	0
1,2	300	300
1,5	300	400
2	240	720
2,5	90	480
3	45	300
4	15	150
5	8	60
6	5	60
7	1	60

**ПРИМЕЧАНИЕ:** если время нахождения во включенном состоянии меньше максимально допустимого значения, то время восстановления может быть пропорционально уменьшено.

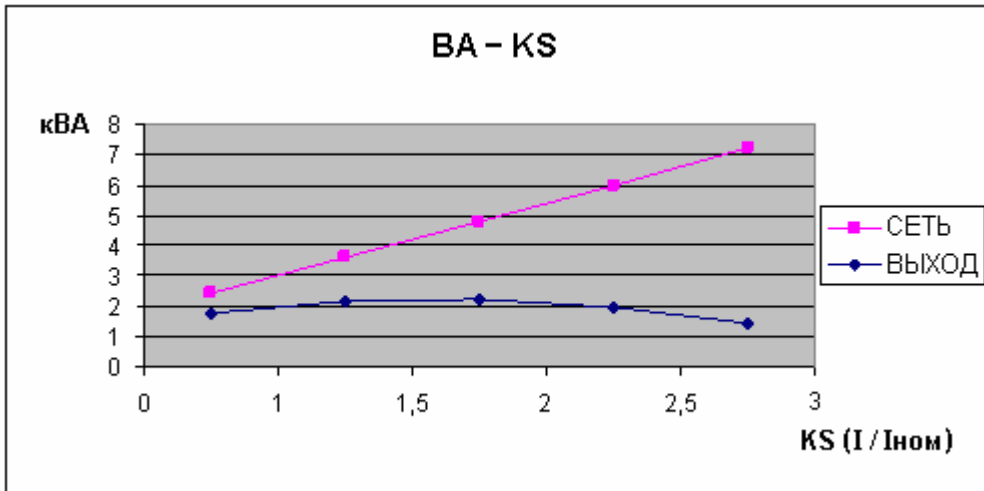
В данном случае мощность, потребляемая испытательной установкой по цепи питания, может быть значительно больше мощности, отдаваемой на нагрузку. Кроме того, может случиться так, что необходимый ток в данном диапазоне получить не удастся, поскольку полное внутреннее сопротивление источника и выходное напряжение не позволят это сделать. Перед испытанием большими токами в перегрузочном режиме следует принять во внимание данные, приведенные в следующих диаграммах.



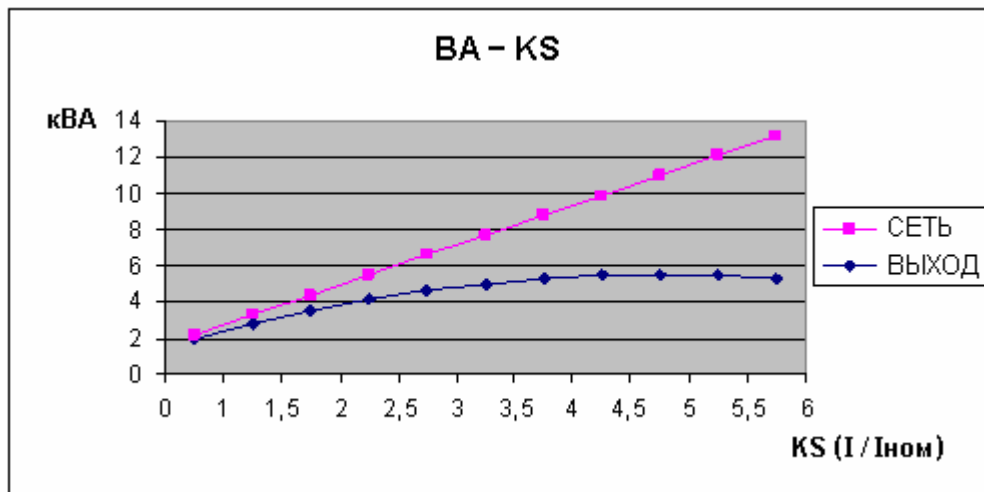
**КАМ-2/5, диапазон 500 А.**



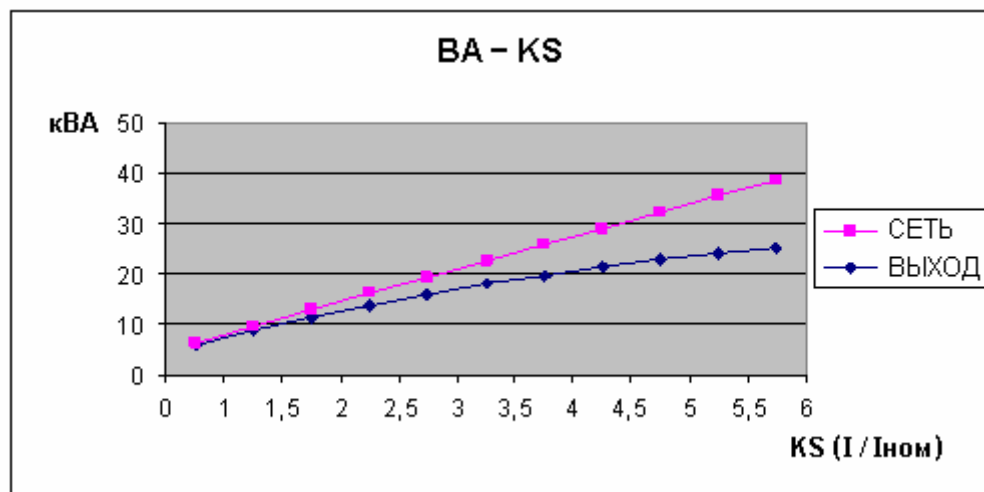
**КАМ-2/5, диапазон 1000 А.**



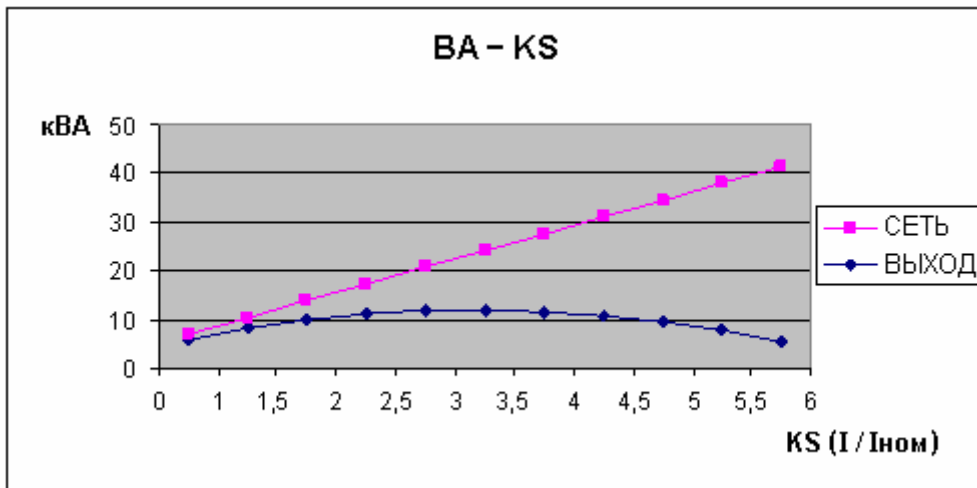
**КАМ-2/5, диапазон 2000 А.**



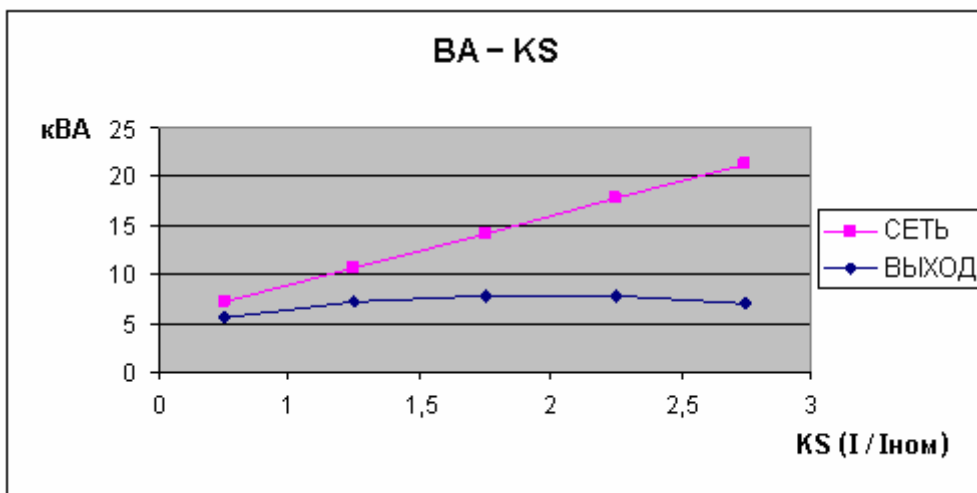
**КАМ-2/5, специальный диапазон 6000 А (Iном = 1000А).**



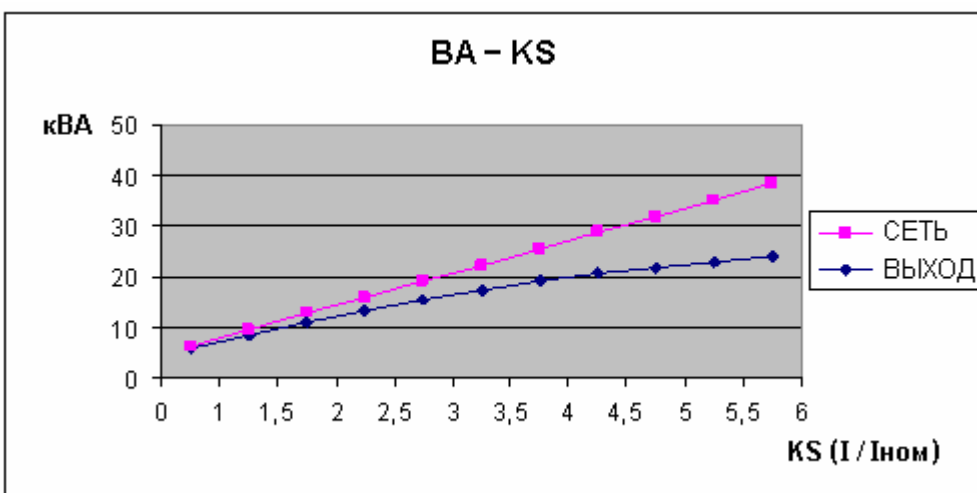
**КАМ-5/12.5, диапазон 500 А.**



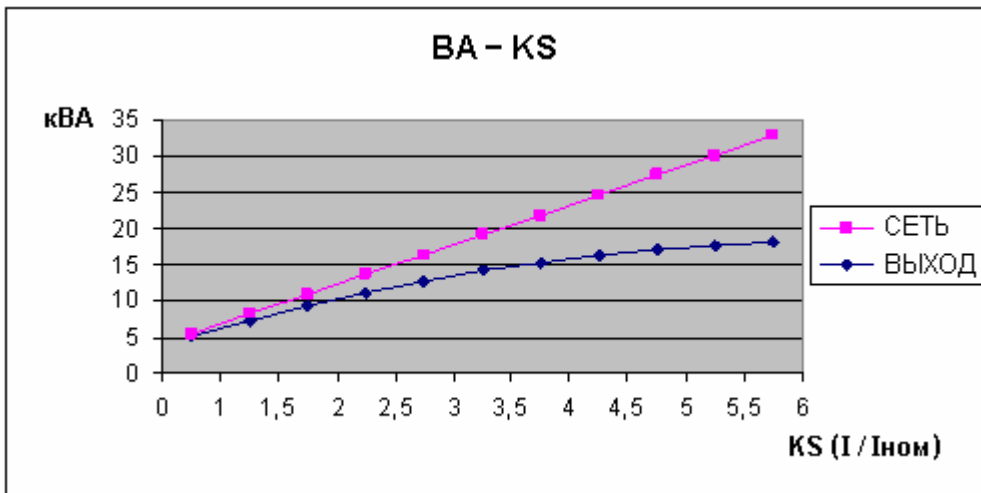
**КАМ-5/12.5, диапазон 1000 А.**



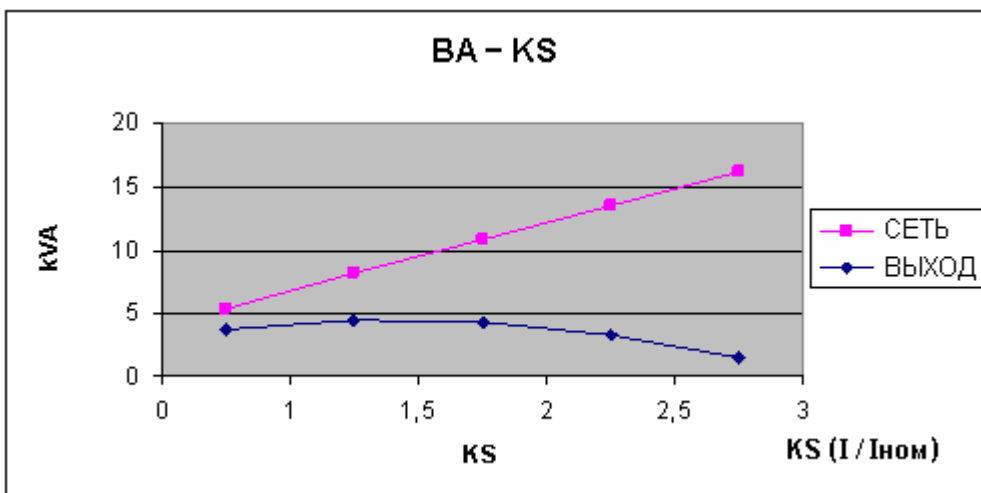
**КАМ-5/12.5, диапазон 2000 А.**



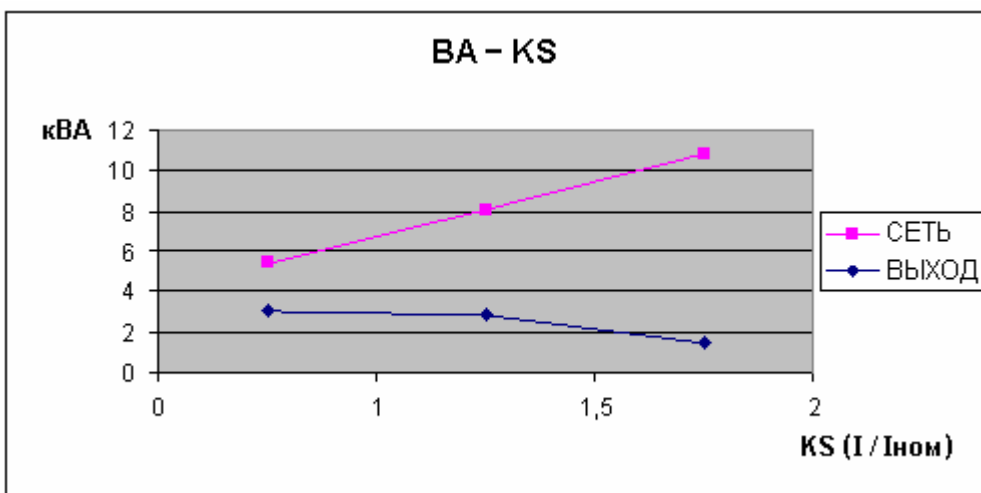
**КАМ-5/12.5, специальный диапазон 6000 А (Iном = 1000А).**



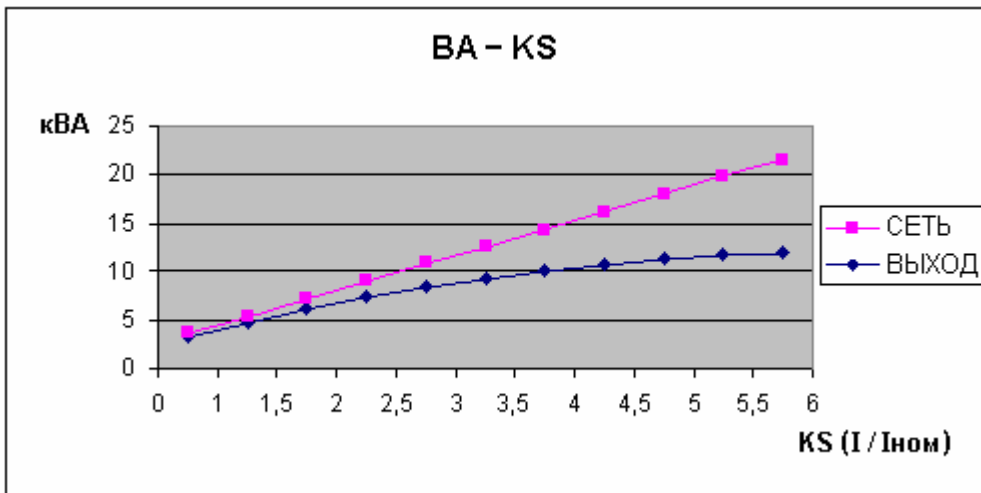
**КАМ-5/12.5G, диапазон 750 А.**



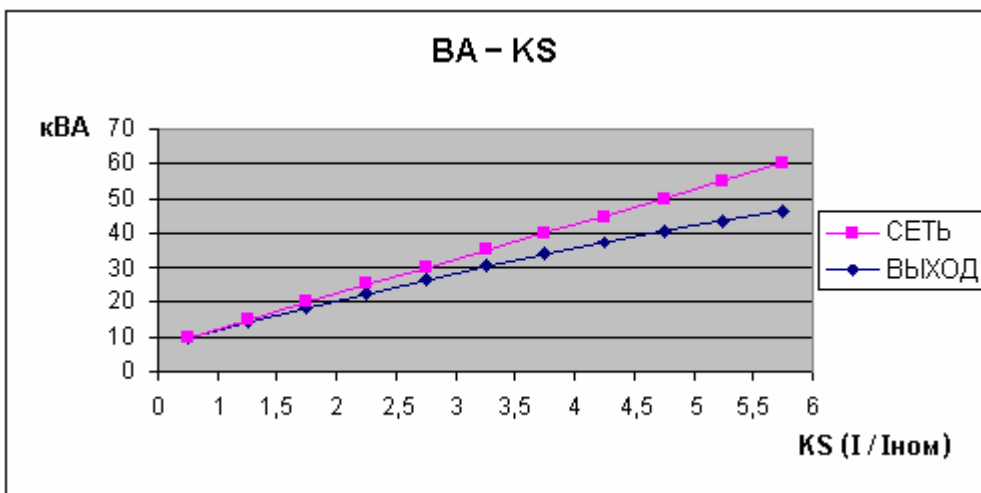
**КАМ-5/12.5G, диапазон 1500 А.**



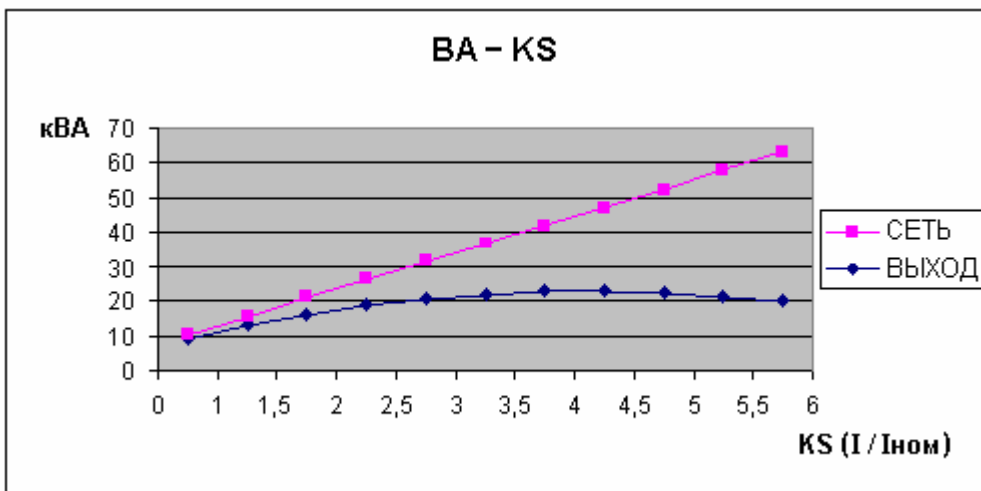
**КАМ-5/12.5G, диапазон 3000 А.**



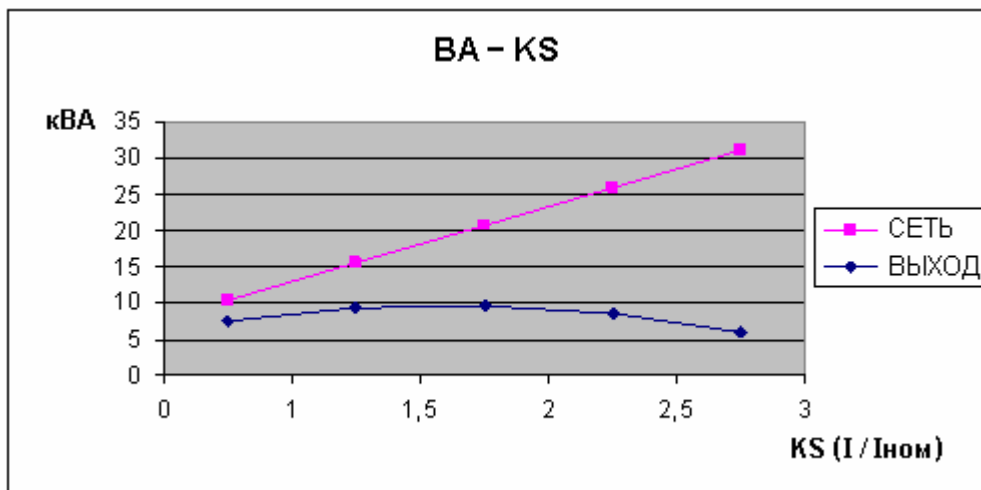
**КАМ-5/12.5G, специальный диапазон 6000 А (Iном = 1000А).**



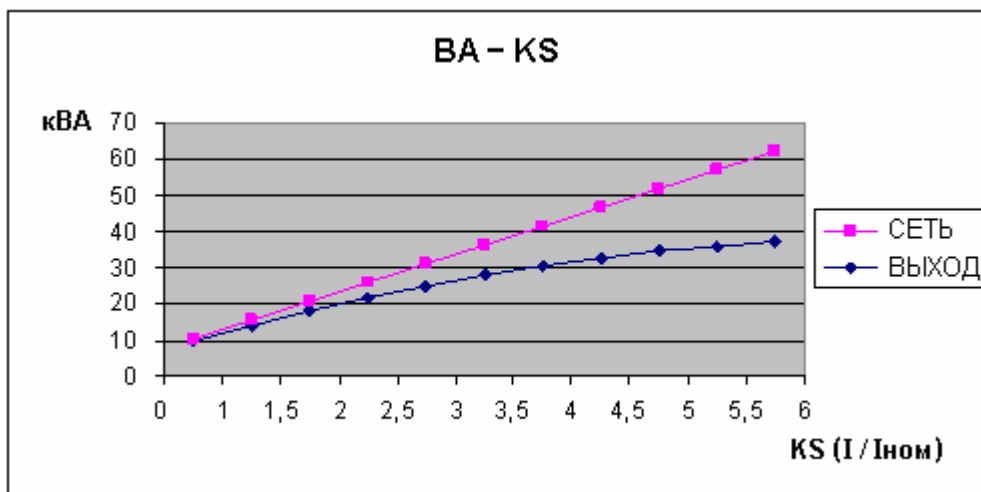
**КАМ-10/25, диапазон 500 А.**



**КАМ-10/25, диапазон 1000 А.**



**КАМ-10/25, диапазон 2000 А.**



**КАМ-10/25, специальный диапазон 6000 А (Iном = 1000А).**

Учитывая соотношения, приведенные на диаграммах, описанные ниже особенности будут более понятными:

- имеющаяся в распоряжении выходная мощность не всегда растет прямо пропорционально увеличению коэффициента перегрузки KS. В некоторый момент она начинает падать, что видно на графиках, относящимся к токам 2000 А и 6000 А. Причина заключается в том, что мощность, рассеиваемая на внутреннем сопротивлении, растет быстрее, чем выходная мощность;
- мощность, потребляемая от сети, как минимум в 1.2 раза больше генерируемой мощности, а при перегрузке эта разница значительно возрастает и может достигать 3-х кратного превышения над выходной мощностью. Это обстоятельство должно учитываться при правильном выборе параметров питающего кабеля. Описанные выше эксплуатационные особенности верны, когда питание испытательной установки осуществляется **от сети напряжением 230 В**;
- ограничивающим звеном при перегрузочном режиме является нагрузочный трансформатор с регулируемым выходным током, температурный режим которого является функцией от тока, потребляемого из питающей сети и растущего при увеличении коэффициента KS.

Для получения необходимого значения выходного тока в первую очередь вычислите требуемую мощность. Далее, по графикам, приведенным выше, и по таблице перегрузочных значений, определяем возможную для установки мощность. Если ее достаточно, по таблице перегрузок находим максимальную продолжительность проверки в зависимости от коэффициента  $KS$ .

**Пример 1.** Используем КАМ 5/12.5. На диапазоне тока 2000 А практически удается получить ток 1600 А вместо требуемых 2000 А. Рассмотрим варианты действий. Необходимая мощность в  $2000 / 1600 = 1,25$  раза больше номинальной, составляющей 5000 ВА, и соответствует 6250 ВА. По приведенным выше графикам видим, что:

- для диапазона тока 2000 А максимальное значение мощности составляет 5500 ВА, которой недостаточно;
- для максимального тока 6000 А (номинальный ток 1000 А) при коэффициенте перегрузки  $KS=2$ , получаем выходную мощность около 12000 ВА в течение 5 с, соответственно можем получить необходимые 2000 А;
- для диапазона тока 1000 А с двукратной перегрузкой имеем мощность 10000 ВА. Согласно таблице перегрузочных значений для коэффициента  $KS=2$ , максимальное время проверки составляет 240 с;
- для диапазона тока 500 А с четырехкратной перегрузкой имеем мощность 20000 ВА. Согласно таблице перегрузочных значений для коэффициента перегрузки  $KS=4$ , максимальное время проверки 15 с.

В итоге, если необходимо относительно длительное время для проведения проверки, лучшим решением будет использование диапазона тока 1000 А. При малых временных тестовых промежутках, предпочтительнее задействовать диапазон тока 6000 А, т.к. для него имеется возможность прекращения выдачи по команде от внутреннего защитного таймера.

**Пример 2.** Используем КАМ 5/12.5. На диапазоне тока 2000 А практически удается получить ток 600 А вместо требуемых 2000 А. Рассмотрим варианты действий. Необходимая мощность в  $2000 / 600 = 3,3$  раза больше номинальной, составляющей 5000 ВА, и соответствует 16600 ВА. По приведенным выше графикам видим, что:

- для максимального тока 6000 А (номинальный ток 1000 А) при коэффициенте перегрузки  $KS=2$ , получаем выходную мощность около 12000 ВА в течение 5 с, которой недостаточно;
- для диапазона тока 1000 А при коэффициенте перегрузки  $KS=2$ , получаем выходную мощность 10000 ВА, которой также недостаточно;
- для диапазона тока 500 А, с коэффициентом перегрузки  $KS=4$ , получаем выходную мощность 20000 ВА. Согласно таблице перегрузочных значений для коэффициента перегрузки  $KS=4$ , максимальное время проверки 15 с.

В результате единственной вариант получения выходного тока 2000 А в течение максимум 15с является использование диапазона тока 500 А.

#### **4.4 ПРОВЕРКА АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ**

Для проверки автоматических выключателей подключение такое же, как описано ранее, единственная разница в режиме работы секундомера. В процессе проверки секундомер запускается в момент подачи тока и останавливается при разрыве тока самим автоматическим выключателем. Контакт, подключаемый к дискретному входу для останова секундомера, не используется.

- После запуска проверки необходимо следить за показаниями амперметра. Как только значение тока упадет до нуля, вручную следует прекратить проверку (остановить работу секундомера), нажатием на кнопку «OFF» (21). Погрешность в измерении времени обычно составляет 0,3 с: это время можно учитывать или проигнорировать, поскольку выдержки автоматических выключателей гораздо больше.

#### **4.5 ХАРАКТЕРИСТИКА НАМАГНИЧИВАНИЯ ТРАНСФОРМАТОРА ТОКА**

Данная проверка связана больше с генерацией напряжения, нежели тока и может осуществляться при помощи вспомогательного выхода напряжения (34).

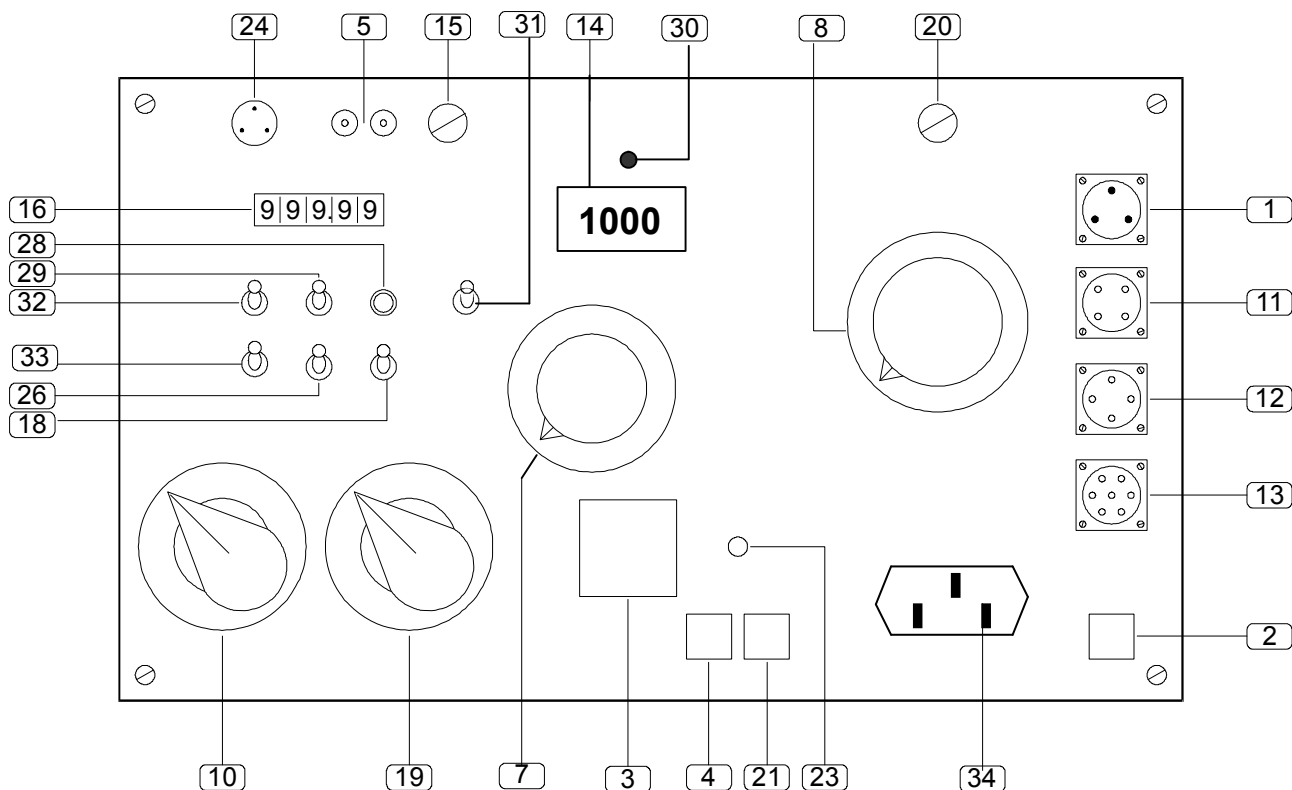
До старта проверки, следует подключить разъем выходного напряжения (34) ко вторичной обмотке ТТ. Индикатор (14) будет задействован для отображения выходного напряжения. Таким образом, ток должен измеряться при помощи внешнего амперметра.

**ВНИМАНИЕ!** Пожалуйста, обратите внимание на то, что **соединительные элементы цепи должны быть изолированы от земли и от оператора, поскольку данный выход не имеет гальваническую развязку с сетью !**

Для активизации выхода напряжения следует перевести переключатель «V/I» (19) в положение «V». При регулировании выходного напряжения его значение будет отображаться на индикаторе (14). В процессе проверки следует следить за показаниями амперметра. Начало прекращения роста тока свидетельствует о достижении точки перегиба характеристики намагничивания. Кривая может быть построена по нескольким значениям тока и напряжения, определенным до и после точки перегиба.

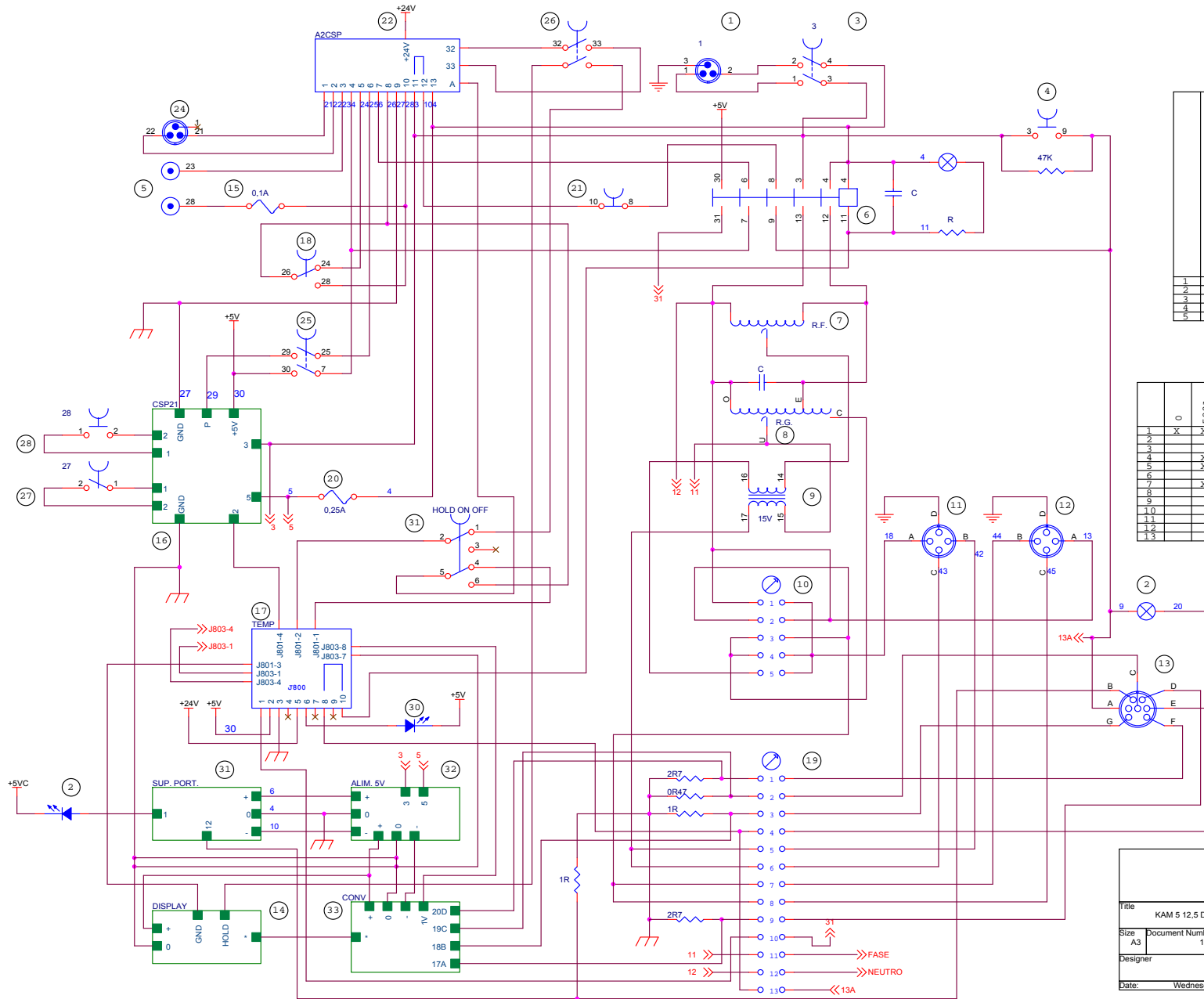
**Напряжение должно подаваться, начиная с нуля, и повышаться очень медленно. В конце проверки очень важно медленно понижать напряжение до нуля. Нельзя отключать напряжение, если оно не равно нулю, т.к. может иметь место остаточное намагничивание сердечника трансформатора.**

## 6 ОРГАНЫ УПРАВЛЕНИЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА УСТАНОВКИ



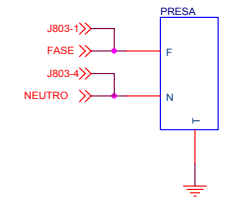
- 1) Разъем для подключения питания.
- 2) Индикатор аварийной сигнализации по перегреву.
- 3) Тумблер питания.
- 4) Кнопка включения главного контактора.
- 5) Клеммы для подключения «сухого» контакта тестируемого реле.
- 6) Главный контактор (см. схему электрическую принципиальную).
- 7) Регулятор напряжения (точная регулировка выходного тока).
- 8) Регулятор напряжения (грубая регулировка выходного тока).
- 9) Трансформатор точной регулировки (см. схему электрическую принципиальную).
- 10) Переключатель диапазонов мощности.
- 11) Разъем для подключения (питания) нагрузочного трансформатора тока на 2 кВА.
- 12) Разъем для подключения (питания) нагрузочного трансформатора тока на 3 кВА.
- 13) Разъем для подключения измерительного трансформатора (датчика) тока.
- 14) 4-х разрядный индикатор тока.
- 15) Плавкий предохранитель секундомера, тип F 0.1 А.
- 16) Электронный секундомер.
- 17) Печатная плата секундомера (см. схему электрическую принципиальную).
- 18) Переключатель типа контакта останова секундомера (нормально открытый или нормально закрытый).
- 19) Переключатель диапазонов тока и напряжения.
- 20) Плавкий предохранитель питания секундомера, тип Т 0.25 А.
- 21) Кнопка отключения главного контактора.
- 22) Адаптер интерфейса (см. схему электрическую принципиальную).

- 23) Индикатор паузы.
- 24) Разъем для подключения контакта тестируемого реле, находящегося под напряжением.
- 26) Переключатель для выбора автоматического или ручного режима отключения главного контактора. Положение «ON» - автоматическое отключение, «OFF» - ручное.
- 28) Кнопка сброса секундомера.
- 29) Переключатель выбора диапазона измерения времени.
- 30) Аварийный индикатор перегрузки.
- 31) Переключатель режима удержания тока. Положение «OFF» - отключен.
- 32) Ручной запуск/останов секундомера (возможен, если переключатель (33) в положении «MAN»).
- 33) Переключатель режима управления секундомером – ручной или автоматический.
- 34) Разъем выходного напряжения, не имеющий гальваническую развязку.



1	0	0-2 / 5KVA - 0-4 / 10KVA	0	0
2	X			X
3				X
4	X			X
5	X			X

1	0	500A	1000A	2000A	6000A	270V
2	X	X	X	X	X	
3		X	X	X	X	
4	X	X	X	X	X	
5	X	X	X	X	X	
6		X	X	X	X	
7	X	X	X	X	X	
8		X	X	X	X	
9		X	X	X	X	
10			X	X	X	
11						X
12						X
13						X



Title		
KAM 5 12.5 DH		
Size	Document Number	Rev
A3	13444	0
Designer	Check and Approval	
Date:	Wednesday, January 21, 2004	Sheet 1 of 1

Эксклюзивный представитель в РФ и на территории СНГ  
**ЗАО Чебоксарская электротехническая компания**  
428018, г.Чебоксары, ул.Красина, д.2, офис 1Б  
Тел / факс: (8352) 58-70-71, 58-34-26, 58-47-54  
E-mail: [marketing@chetc.ru](mailto:marketing@chetc.ru), [secretary@chetc.ru](mailto:secretary@chetc.ru)  
Сайт: [www.chetc.ru](http://www.chetc.ru), [www.isatest.ru](http://www.isatest.ru)

