



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «АРМС»

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер ТЭЦ-11  
ОАО «Мосэнерго»

  
Левшин В.Н.  
« 07 » 11 2013 г.

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
НПП «АРМС»

  
Ушинин С.В.  
« 7 » ноября 2013 г.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Установка модернизированного ЩКА SV1344 R02  
турбогенератора ТВФ-63-2 ст.№7 ТЭЦ-11 ОАО «Мосэнерго»

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Москва, 2013г.

## Содержание

1.	Краткая информация об объекте.....	3
2.	Описание конструкции и комплектность поставки.....	4
3.	Работы по замене ЩКА.....	6
4.	Пусковые операции.....	6
5.	Выводы.....	8
6.	Приложение 1.....	9
7.	Приложение 2.....	12
8.	Приложение 3.....	13

Ив. №подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	Ив. № дубл.	Ив. № дубл.	Подпись и дата
Ив. №подл.	Подпись и дата	Ив. № дубл.	Подпись и дата

					<b>Технический отчет</b>	Лист
Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата		2

## 1. Краткая информация об объекте

В 2013г в период проведения ремонта турбогенератора ТВФ-63-2 ст. №7 ТЭЦ-11 ОАО «Мосэнерго» (изготовитель ОАО НПО "ЭЛСИБ"», 1987г.) были выполнены работы по замене штатного щеточно-контактного аппарата (ЩКА) производства НПО «ЭЛСИБ» на модернизированный, производства компании «MERSEN» (Франция). Работы выполнялись специалистами ремонтного предприятия ЗАО «ИТР», поставка оборудования и шефское сопровождение осуществлялось НПП «АРМС» совместно с «MERSEN».

При эксплуатации штатного ЩКА были зафиксированы следующие отклонения от нормальной работы: быстрый износ и зависание электрощеток, сопровождающееся сильной вибрацией, а также неравномерное распределение тока по щеткам. Отмечен перегрев и подгорание контактных колец.

В целях устранения перечисленных неисправностей, а также повышения надежности, безопасности эксплуатации, специалистами фирмы MERSEN разработана новая конструкция ЩКА, позволяющая:

- исключить зависание электрощеток и увеличить ресурс их работы;
- исключить вибрацию электрощеток;
- обеспечить равномерное токораспределение на электрощетках за счет применения пружин постоянного нажатия;
- исключить перегрев и подгорание контактных колец;
- исключить частую проточку и шлифовку контактных колец;
- обеспечить безопасное обслуживание ЩКА.

Проект SV1344 R02 является модернизированным ЩКА для применения на генераторах серии ТВФ мощностью от 60 до 120МВт производства НПО «ЭЛСИБ» и ОАО «Силовые Машины».

Технические характеристики ЩКА SV1344 R02 приведены в таблице № 1

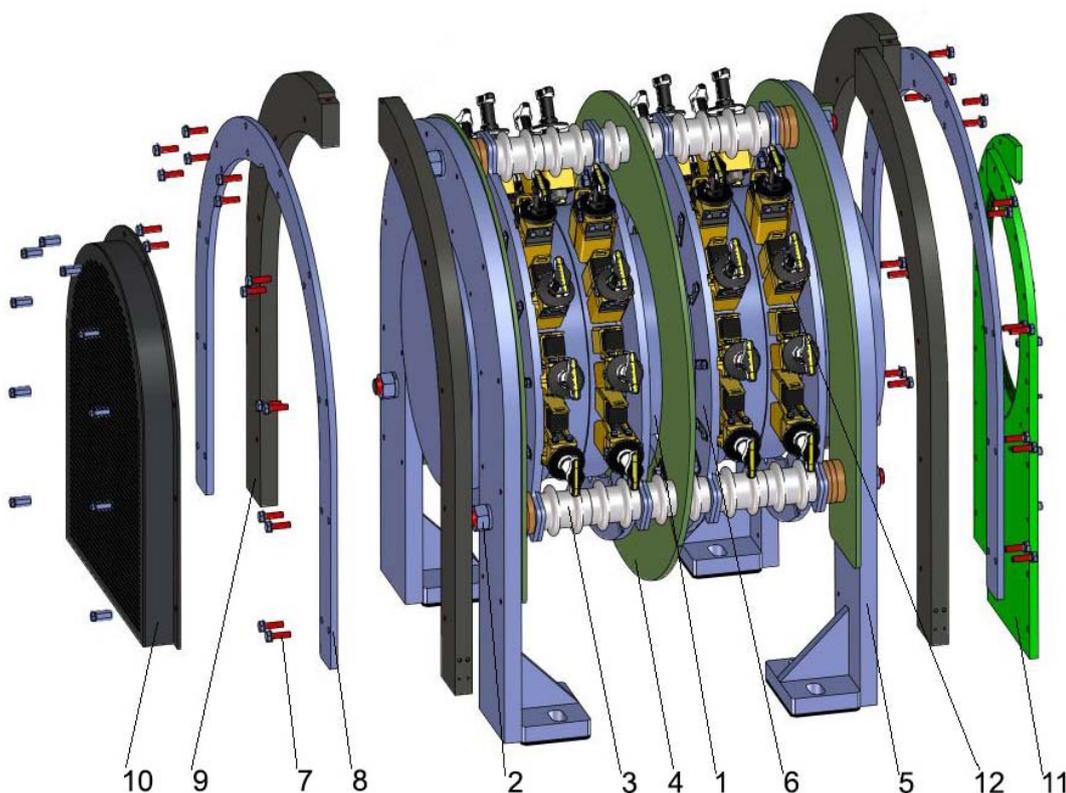
**Табл №1**

№ п/п	Параметр	Ед. измерения	Значения
1	Размер контактных колец генератора	мм	463
2	Скорость вращения ротора	об/мин	3000
3	Рабочий ток полюса (номинальный)	Ампер	1700
4	Рабочее напряжение (номинальное)	Вольт	300
5	Количество полюсов	шт	2
6	Количество щеткодержателей на полюсе	шт	14
7	Количество электрощеток на полюсе	шт	28
8	Количество электрощеток в держателе	шт	2
9	Материал щеток	-	LFC 554
10	Размер электрощетки в сечении	мм	20*32
11	Плотность тока на щетке	А/см <sup>2</sup>	9,49
12	Вес нетто	кг	550
13	Габаритные размеры: длина * ширина * высота	мм	650*990*1053

Инов. Неподдл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инов. № дубл.	Подпись и дата
----------------	----------------	---------------	---------------	----------------

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	<b>Технический отчет</b>	Лист
						3

## 2. Описание конструкции и комплектность поставки ЩКА SV1344 R02



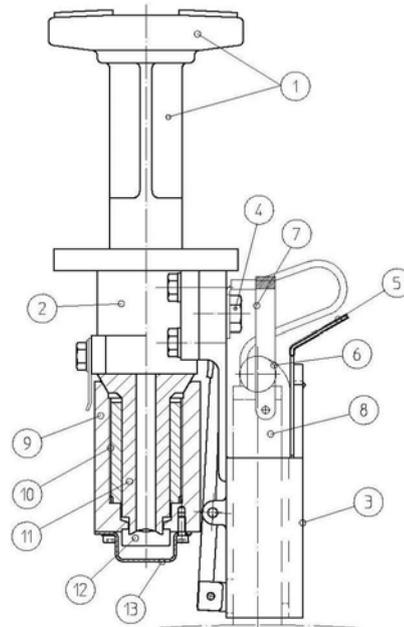
**Рис.1. Внешний вид ЩКА**

1 - траверса; 2 - резьбовые шпильки; 3 - изоляционные втулки; 4 - изоляционные пластины; 5 - U-образные несущие стенки; 6 - токоведущие кольца; 7 - крепежные болты; 8 - переходные пластины; 9 - опорные пластины; 10 - торцевой защитный кожух; 11 - текстолитовый щиток с лабиринтным уплотнением; 12 - съемный щеткодержатель.

На рис. 1 показана конструкция, а также основные узлы и детали, входящие в состав ЩКА. Траверса ЩКА (1) крепится на трех резьбовых шпильках (2) с изоляционными втулками (3) и пластинами (4), расположенными между полюсами и U-образными несущими стенками (5). В состав траверсы входят четыре токоведущих кольца (6), состоящие из трех сегментов. В нижней части токоведущего кольца расположены клеммы для подключения силовых кабелей. На U-образных стенках с помощью крепежных болтов (7) и переходной пластины (8) устанавливаются две опорные пластины (9) верхнего защитного кожуха. На одной из U-образных стенок размещается торцевой защитный кожух (10). Оба кожуха имеют перфорацию для лучшей вентиляции ЩКА. На второй U-образной стенке устанавливается щеткодержатель с щеткой заземления, а также текстолитовый щиток с лабиринтным уплотнением (11), предназначенный для защиты от пыли и паров масла.

Съемный щеткодержатель (12) устанавливается в мультиконтактную буксу, расположенную на токоведущем кольце. Щеткодержатель в сборе с мультиконтактной буксой показан на рис. 2.

Инв. № дубл.	Подпись и дата				
Взамен инв. №					
Подпись и дата					
Инв. № подл.					
Технический отчет					Лист
Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	4



**Рис.2. Щеткодержатель с мультиконтактной буксой**

1 - ручка управления; 2 - корпус щеткодержателя; 3 - направляющая щетки; 4 - болт крепления кабеля; 5 - нажимной механизм; 6 - раскручивающаяся пружина; 7 - угольная электрощетка; 8 - индикатор изнашивания щетки; 9 - крепёжная шина; 10 - мультиконтактная букса; 11 - контактный шток; 12 - замыкающий шток; 13 - защитный кожух.

Конструкция щеткодержателя позволяет производить замену изношенных электрощеток на работающем турбогенераторе. Снятие и установка корпуса щеткодержателя осуществляется поворотом ручки управления (1), воздействующей на блокирующее устройство через замыкающий шток (12).

Корпус щеткодержателя (2) изготовлен из механически высококачественного алюминиевого сплава с химически никелированной поверхностью для защиты от коррозии и служит для крепления направляющей щетки (3). В конструкции направляющей предусмотрена установка двух угольных электрощеток (7).

Передача электроэнергии от направляющей к щеткодержателю осуществляется через контактный шток (11) при помощи мультиконтактной буксы (10), которая закреплена в шине (9).

Каждый щеткодержатель оснащен нажимным механизмом (5). Рабочее усилие, прижимающее щетку к контактному кольцу обеспечивается за счет раскручивающейся пружины постоянного нажатия (6). В случае необходимости, пружину можно легко заменить без применения инструмента.

В поставляемый комплект входят пружины различного усилия нажатия, находящегося в диапазоне 140-180 г/см<sup>2</sup>.

Угольная электрощетка изготовлена из смеси натурального, искусственного графита и угольной смолы (материал LFC 554). Материал имеет хорошую стабильность механических свойств, низкий коэффициент трения, незначительные электрические и механические потери, что позволяет увеличить срок службы как самой электрощетки, так и контактных колец.

Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. №	

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет	Лист
						5



Операции по замеру температуры и тока электрощеток производились тепловизором и штатным амперметром. Распределение тока по электрощеткам представлено на рис.3.

Замечаний и нарушений в работе ЩКА не выявлено.

Табл №2

Количество щеткодержателей на полюсе	Ток ротора, А	Ток щеток, А (среднее значение)	Температура контактных колец, °С	Температура щеток, °С	Дата замера
10	600	30-34	45	65	22.09.2013 г
8	800	47-60	42	50	22.10.2013 г
8	900	50-65	44	48	26.11.2013 г

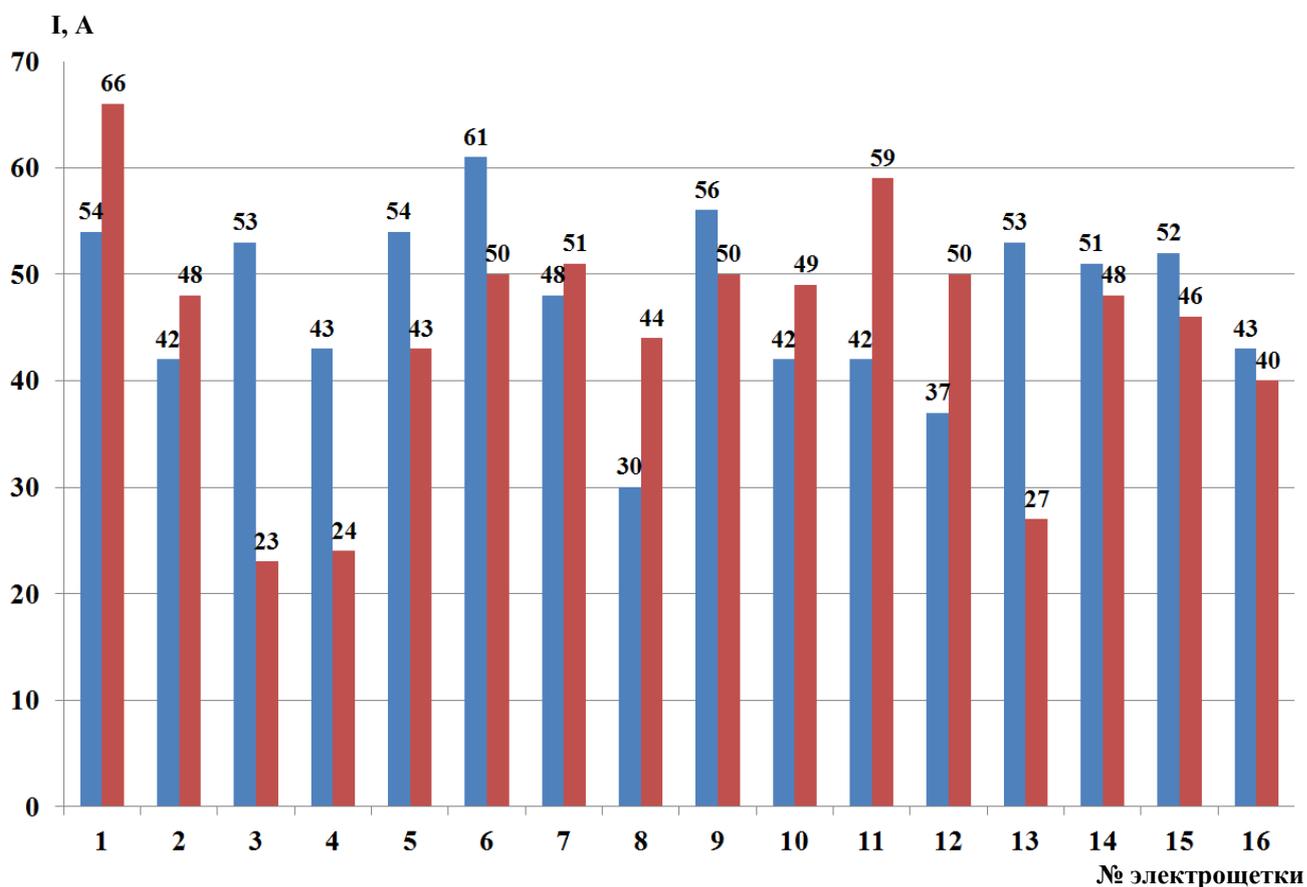


Рис.3. Токораспределение по электрощеткам на полюсах ЩКА после 720 часов работы.

- 1 - распределение тока на электрощетках, полюс № 1 (плюсовой);
- 2 - распределение тока на электрощетках, полюс № 2 (минусовой).

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата
Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата

## Выводы

1. Модернизированный ЩКА удовлетворяет современным требованиям по надежности, безопасности обслуживания, предъявляемым к электротехническому оборудованию электростанций.
2. В период подконтрольной эксплуатации ЩКА отмечено полное соответствие показателей работы техническим требованиям, предъявляемым к данному типу оборудования.
3. Замена штатного ЩКА на модернизированный может быть выполнена силами специализированного ремонтного предприятия в сроки, составляющие не более 5-10 дней.
4. Простота конструкции, а также удобство обслуживания позволяет сократить сроки и стоимость регламентных работ, выполняемых техническим персоналом электростанции.
5. Конструктивные решения «MERSEN» по модернизации ЩКА турбогенераторов мощностью 60-320МВт могут быть рекомендованы для внедрения в ОАО «Мосэнерго».

ТЭЦ-11  
ОАО «Мосэнерго»

  
\_\_\_\_\_ Кустов Г.А.  
« 07 » \_\_\_\_\_ 4 \_\_\_\_\_ 2013 г.

НПП «АРМС»

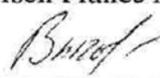
  
\_\_\_\_\_ Смирнов В.А.

« 7 » ноября 2013 г.

  
\_\_\_\_\_ Коротков С.К.

« 7 » ноября 2013 г.

Mersen France Amiens S.A.S

  
\_\_\_\_\_ Выговский В.В.

« 7 » ноября 2013 г.

Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет	Лист
						8

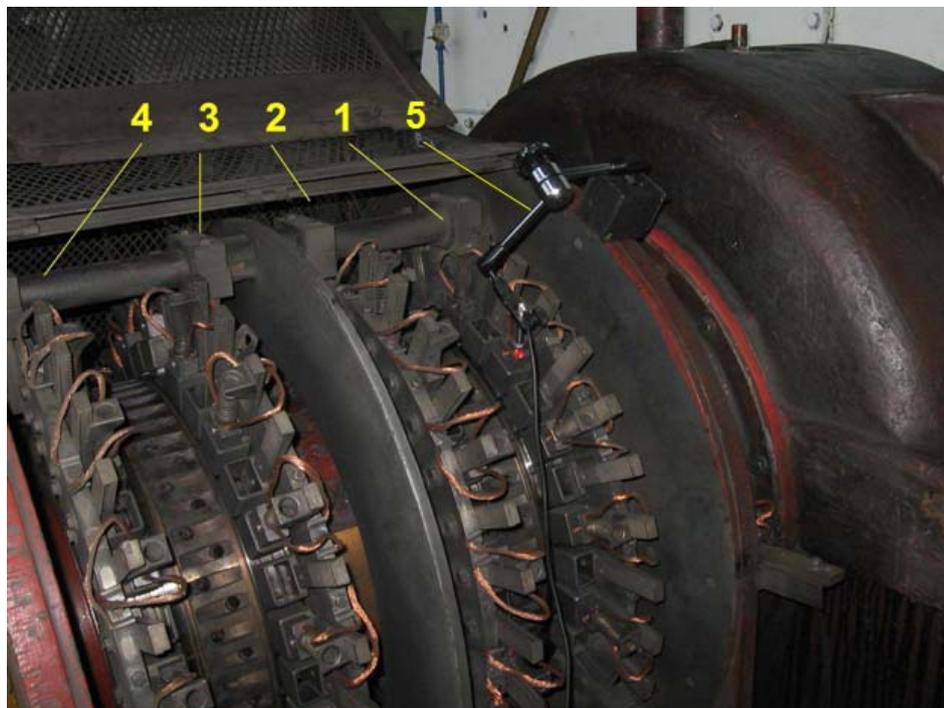
## 1. Измерение геометрии профиля контактных колец

В процессе эксплуатации ЩКА происходит изменение геометрии (истирание) контактных колец (КК), что приводит к снижению надежности и безопасности эксплуатации ЩКА. При этом отмечается усиленный износ электрощеток.

В связи с изложенным, требуется периодическая проверка геометрии с последующей проточкой и подшлифовкой рабочей поверхности КК.

При проведении работ по замене штатного ЩКА, проверка геометрических размеров (биение) проводилась профилометром «CL-profiler». Каждое контактное кольцо проверялось методом измерения через щетку, при этом измерительный зонд устанавливался непосредственно на щетку (рис.4).

Работы по измерению и шлифовке контактных колец выполнялись на валоповороте в условиях электростанции в период 03.07-26.07.2013г.



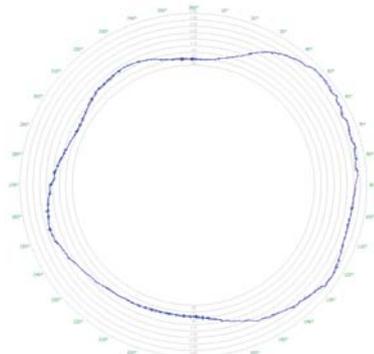
**Рис.4. Проверка биения КК при помощи профилометра «CL-profiler»**

1-4 - контактные кольца; 5 - профилометр «CL-profiler».

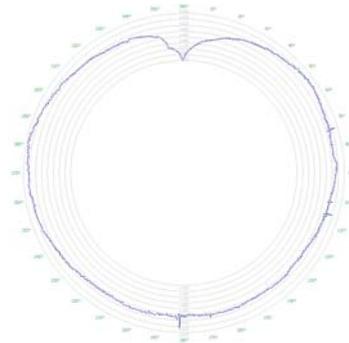
Допустимое биение контактных колец не должно превышать значения 50мкм. При этом форма контактного кольца считается удовлетворительной, если изменение профиля поверхности не превышает 15мкм на дуге 30 градусов. Не рекомендуется эксплуатация колец при наличии по развертке двух и более волн на один оборот ротора генератора. Результаты измерений (профилограммы) представлены на рис. 5-8.

Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. № подл.	

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет	Лист
						9

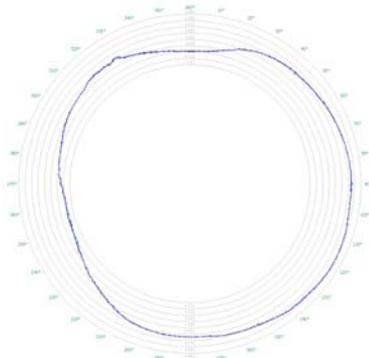


до проточки

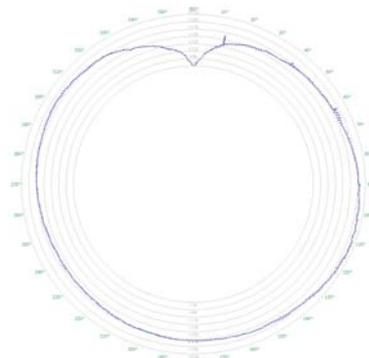


после проточки

**Рис.5. Геометрический профиль (биение) КК №1 до и после проточки**

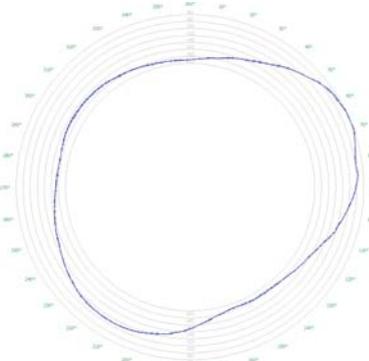


до проточки

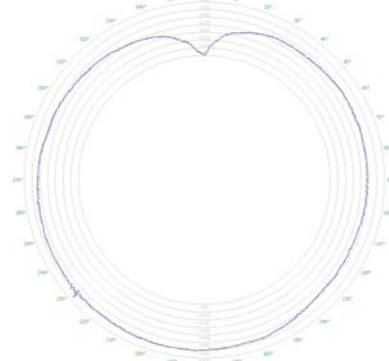


после проточки

**Рис.6. Геометрический профиль (биение) КК №2 до и после проточки**

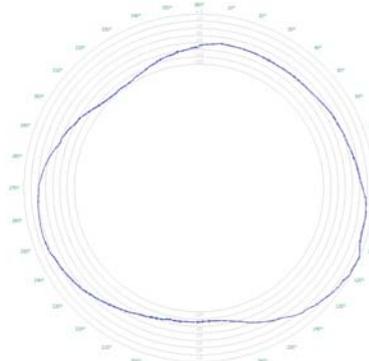


до проточки

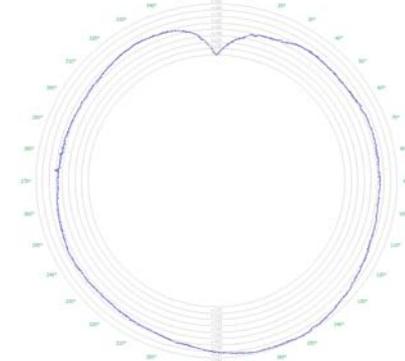


после проточки

**Рис.7. Геометрический профиль (биение) КК №3 до и после проточки**



до проточки



после проточки

**Рис.8. Геометрический профиль (биение) КК №4 до и после проточки**

Инв. № дубл.	Подпись и дата
Взамен инв. №	
Подпись и дата	
Инв. №	

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет	Лист
						10

Результаты измерений представлены в таблице № 3.

Табл №3

Номер КК	Биение контактного кольца		Допустимое значение биения	Количество волн на один оборот КК	
	до проточки	после проточки		до проточки	после проточки
1	68 мкм	23 мкм	50 мкм	4	2
2	65 мкм	44 мкм		2	2
3	135 мкм	34 мкм		3	1
4	138 мкм	38 мкм		3	1

По результатам замеров было зафиксировано, что контактные кольца 1, 3 и 4 имеют отклонения по всем указанным параметрам. Контактное кольцо №2 не имеет резких изменений формы поверхности, но не удовлетворяет требованиям по значению допустимого биения и количеству волн.

Для достижения оптимальных эксплуатационных показателей работы модернизированного ЩКА выполнены следующие операции:

- шлифовка контактных колец камнем средней зернистости для устранения биения и получения оптимальной шероховатости поверхности;
- произведено восстановление фаски на торцевой поверхности КК;
- проконтролировано профилометром биение контактных колец.

После выполнения указанных операций геометрические размеры всех контактных колец удовлетворяют рекомендованным значениям по биению и допущены к дальнейшей эксплуатации.

Инв. №подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет	Лист
						11

Основные операции по установке модернизированного ЩКА



Рис.9. Демонтаж штатного ЩКА



Рис.10. Проверка биения контактных колец



Рис.11. Проточка и шлифовка контактных колец



Рис.12. Внешний вид модернизированного ЩКА SV1344 R02



Рис.13. Монтаж модернизированного ЩКА SV1344 R02



Рис.14. Проверка на биение валопровода турбогенератора ТВФ-63-2 ст.№7

Инв. № подл.	Подпись и дата
	Изм.
Взамен инв. №	Лист
	Документ №
Инв. № дубл.	Подпись
	Дата
Подпись и дата	Изм.
	Лист

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата
------	------	------------	---------	------

### Измерения тока, температуры и износа электрощеток через 1500 часов эксплуатации ЩКА SV1344 R02.

В рамках технического сопровождения проекта модернизации ЩКА SV1344 R02, сотрудниками ТЭЦ-11 при участии НПП «АРМС» были произведены плановые замеры показателей работы ЩКА. Значения температур контактных колец и электрощеток представлены в таблице №2, распределение тока электрощеток показано на рис.15.

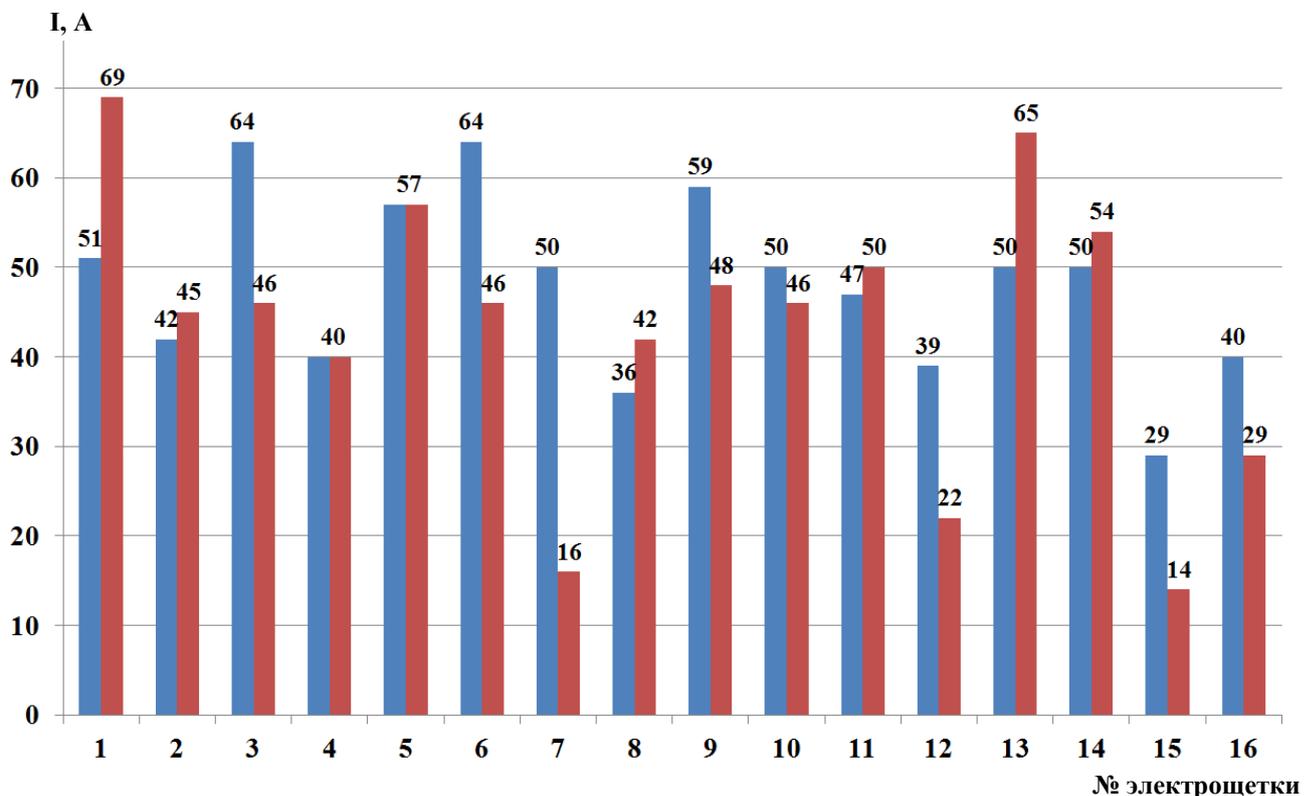


Рис.15. Токораспределение по электрощеткам на полюсах ЩКА после 1500 часов работы.

- 1 - распределение тока на электрощетках, полюс № 1 (плюсовой);
- 2 - распределение тока на электрощетках, полюс № 2 (минусовой).

Дополнительно были выполнены выборочные замеры износа электрощеток. За период подконтрольной эксплуатации (1500 час.) износ электрощеток составил:

- на положительном полюсе 4-6 мм;
- на отрицательном полюсе 11-15 мм.

В основном, параметры износа электрощеток соответствуют рекомендуемым значениям 7 мм за 1000 часов наработки (Инстр. по эксп. Rev.2 15.07.2013, п. 9)

Необходимо отметить, что для достижения равномерного износа электрощеток необходимо периодически производить смену полюсов, не реже двух раз в течение одного года.

Подпись и дата	
Инв.№ дубл.	
Взамен инв.№	
Подпись и дата	
Инв. №	