



ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ «АРМС»

СОГЛАСОВАНО

Главный инженер ТЭЦ-12  
Филиала ПАО «Мосэнерго»

\_\_\_\_\_  
Горлатов Д.И.

« 03 » / 02 2016 г.

УТВЕРЖДАЮ

Технический директор  
НПП «АРМС»

\_\_\_\_\_  
Ушинин С.В.

« 3 » / 02 2016 г.

## ТЕХНИЧЕСКИЙ ОТЧЕТ

Установка модернизированного ЩКА 1329  
турбогенератора ТВФ-110-2ЕУЗ ст.№9 на ТЭЦ-12 фил. ПАО «Мосэнерго»  
АРМС.028.002 ТО

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

Москва, 2016г.



## 1. Краткая информация об объекте

В период проведения ремонта (2015г.) турбогенератора ТВФ-110-2ЕУЗ ст. №9 на ТЭЦ-12 филиала ПАО «Мосэнерго» (изготовитель ОАО НПО «ЭЛСИБ», зав.№28, 1987г.) были выполнены работы по замене штатного щеточно-контактного аппарата (ЩКА) на модернизированный, производства компании «MERSEN» (Франция). Работы выполнялись специалистами ООО «РЭС-М», разработка технической части проекта, поставка оборудования и шефское сопровождение осуществлялось НПП «АРМС» совместно с «MERSEN».

В целях повышения надежности, безопасности эксплуатации компания «MERSEN» разработала конструкцию ЩКА, позволяющую:

- обеспечить безотказную и надежную работу ЩКА;
- обеспечить безопасное обслуживание ЩКА;
- 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 (КК);
- исключить частую проточку и шлифовку контактных колец.

Проект 1329 является модернизированным ЩКА для применения на генераторах серии ТВФ мощностью от 60 до 120МВт производства НПО «ЭЛСИБ» и ОАО «Силовые Машины».

Технические характеристики ЩКА 1329 приведены в табл. № 1.

**Табл. №1**

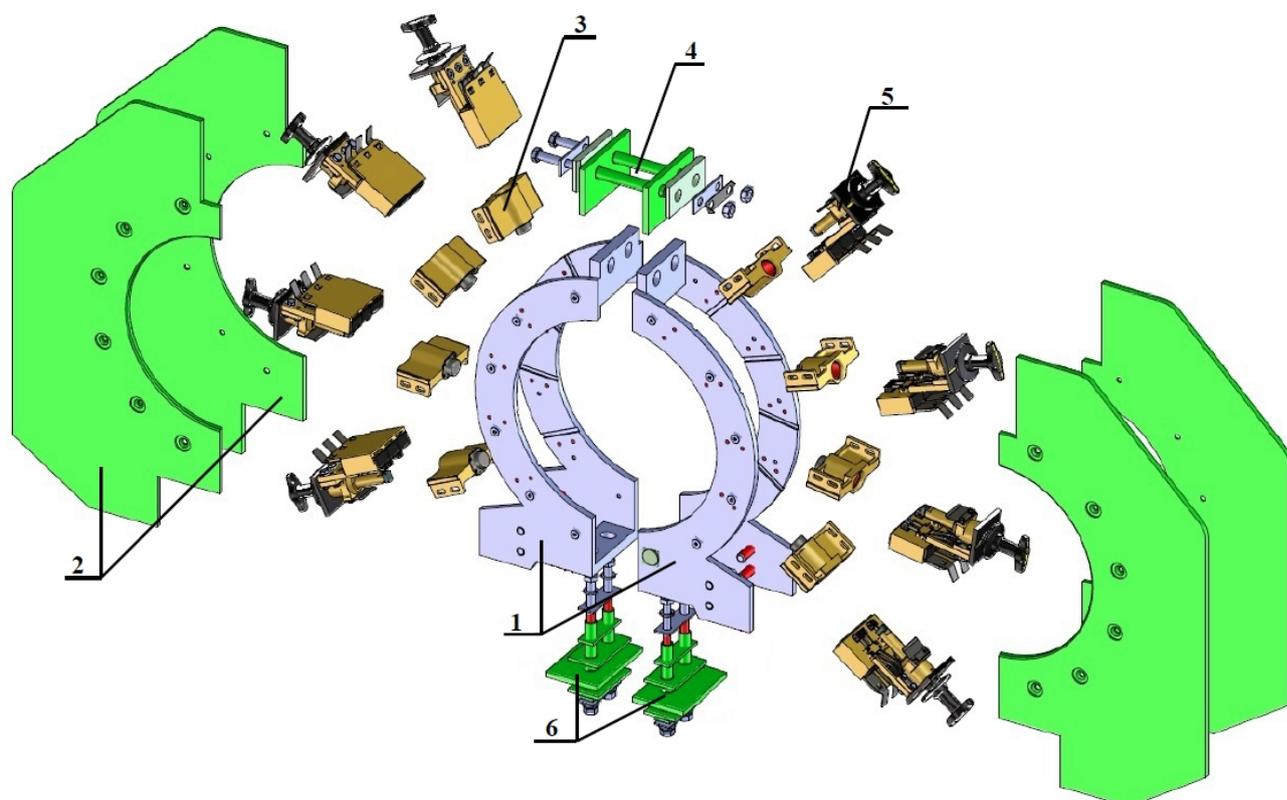
№ п/п	Параметр	Ед. измерения	Значение
1	Размер контактных колец генератора	мм	320
2	Скорость вращения ротора генератора	об/мин	3000
3	Рабочий ток полюса (номинальный)	Ампер	2000
4	Рабочее напряжение (номинальное)	Вольт	300
5	Количество полюсов	штуки	2
6	Количество щеткодержателей на полюсе	штуки	8
7	Количество электрощеток в щеткодержателе	штуки	3
8	Материал щеток	-	LFC 554
9	Размер электрощетки в сечении	мм	20×32
10	Номинальная плотность тока на электрощетке	А/см <sup>2</sup>	13,02
11	Вес нетто	кг	710
12	Габаритные размеры: длина * ширина * высота	мм	765*1020*1494

Модernизированный ЩКА по установочным размерам идентичен штатному.

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет АРМС.028.002 ТО	Лист
						3

## 2. Описание конструкции и комплектность поставки ЩКА 1329

На рис.1 показана конструкция, а также основные узлы и детали, входящие в состав одной траверсы (полюса) ЩКА.



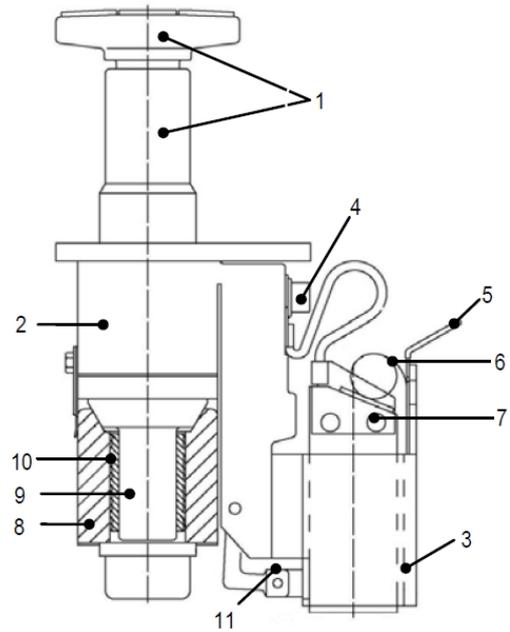
**Рис.1. Внешний вид траверсы (полюса) ЩКА 1329**

1 - токоведущее кольцо; 2 - изоляционная пластина; 3 – крепежная шина; 4 – верхний комплект крепления токоведущих колец; 5 – съемный щеткодержатель; 6 – нижний комплект крепления токоведущих колец.

Модернизированный ЩКА 1329 включает: корпусные детали и две траверсы, образующие два полюса (отрицательный и положительный). В состав траверсы входят два токоведущих кольца (1), состоящих из двух сегментов с закрепленными на них изоляционными пластинами (2). Токоведущие кольца с изоляционными пластинами устанавливаются во внешний корпус штатного ЩКА и фиксируются с помощью комплекта крепления (4,6). Между токоведущими кольцами по направляющим пазам монтируются крепежные шины (3), в которые устанавливаются съемные щеткодержатели (5).

На рис.2 показан внешний вид и конструкция съемного щёткодержателя с мультиконтактной буксой.

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Инва. № дубл.	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инва. №	Подпись и дата	Технический отчет АРМС.028.002 ТО	Лист
											4



**Рис.2. Съёмный щеткодержатель с мультиконтактной буксой**

1 - ручка управления; 2 - корпус щёткодержателя; 3 - обойма электрощеток; 4 - болт крепления наконечника поводка; 5 - нажимной механизм; 6 - пружина постоянного нажатия; 7 - электрощетка; 8 - крепёжная шина; 9 - контактный шток; 10-мультиконтактная букса; 11 - механизм фиксации.

Съемный щеткодержатель имеет изоляционную ручку управления (1) с помощью которой устанавливается на траверсе в рабочее положение и извлекается из неё с зафиксированными электрощетками (7).

Корпус щеткодержателя (2) изготовлен из прочного латунного сплава и служит для крепления обоймы электрощеток (3). В конструкции обоймы предусмотрена установка трех электрощеток.

Крепежная шина (8) жестко закреплена между токоведущими кольцами ЩКА. Электрический контакт между токоведущим кольцом и щеткодержателем осуществляется при помощи мультиконтактной буксы (10), устанавливаемой в крепежную шину.

Установка щеткодержателя на траверсе производится путем перемещения по направляющим пазам мультиконтактной буксы в сторону КК. При повороте ручки управления происходит фиксация щеткодержателя и разблокировка механизма фиксации (11) электрощеток, которые под воздействием пружин постоянного нажатия (6) прижимаются к поверхности КК. При этом маркировка, нанесенная на ручке управления и крепежной шине, должны совпасть друг с другом.

При выемке щеткодержателя из траверсы ручку управления поворачивают в противоположном направлении на  $90^{\circ}$  и извлекают щеткодержатель по направляющим пазам в сторону от КК. При этом происходит фиксация электрощеток запирающим элементом, что предотвращает выпадение из обоймы.

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

Каждый щеткодержатель оснащен тремя (по одному на электрощетку) нажимными механизмами (5). Рабочее усилие, прижимающее электрощетки к КК, обеспечивается за счет пружин постоянного нажатия. В случае необходимости, каждый нажимной механизм можно легко заменить без применения инструмента. В комплект поставки входят нажимные механизмы с пружинами постоянного нажатия различного усилия (140-180г/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.

Электрощетка применяется для окружных скоростей до 100 м/с, является биполярной и может использоваться как на положительном, так и отрицательном полюсах, что обеспечивает удобство в эксплуатации.

### 3. Работы по замене ЩКА

При замене ЩКА выполнены следующие виды работ (приложение №1):

- разработка рабочего проекта (Том 1 №А-0515/0-ИОС.07.00, Том 2 № А-0515/0-СМ.00.00) по модернизации ЩКА турбогенератора ТВФ-110-2ЕУЗ - (выполнено ООО «РосЭнергоПроект - М»);
- проверка геометрии контактных колец до и после проточки с использованием профилометра «CL-profiler» (приложение №2) - (выполнено представителями «MERSEN» при участии НПП «АРМС»);
- демонтаж штатного ЩКА - (выполнено персоналом ООО «РЭС-М»);
- проточка, шлифовка и очистка контактных колец - (выполнено персоналом ТЭЦ-12);
- монтаж модернизированного ЩКА - (выполнено персоналом ООО «РЭС-М» под авторским сопровождением НПП «АРМС»);
- замер изоляции ЩКА (приложение №3) - (выполнено персоналом ТЭЦ-12);
- проверка «боя» ротора генератора - (выполнено персоналом ТЭЦ-12);
- подшлифовка электрощеток и их установка в щеткодержатели - (выполнено ООО «РЭС-М»);
- пуско-наладочные работы - (выполнено ООО «РЭС-М» совместно с НПП «АРМС» и персоналом ТЭЦ-12).

### 4. Пусковые операции

Пробные пусковые операции с включением в сеть выполнены 30.11.2015г. при техническом сопровождении представителей НПП «АРМС».

Непосредственно перед пуском турбогенератора для компенсации возможных кратковременных перегрузок по току и напряжению на каждом полюсе ЩКА установлено по 6 щеткодержателей. После набора мощности на каждый полюс дополнительно установлены по одному щеткодержателю.

Инв. № дубл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Подпись и дата	Инв. №	Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет АРМС.028.002 ТО	Лист
											6

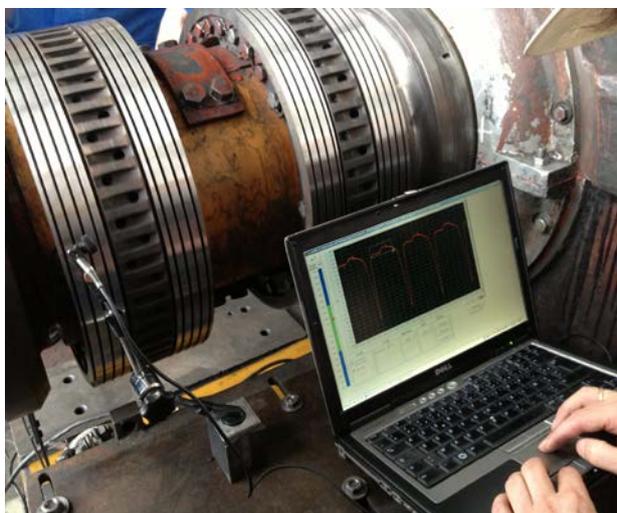




Демонтаж штатного ЩКА



Проточка и шлифовка контактных колец



Проверка биения контактных колец



Монтаж модернизированного ЩКА



Внешний вид модернизированного ЩКА



Установленный ЩКА

Рис. 3. Основные операции по установке модернизированного ЩКА 1329

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

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

### 1. Измерение геометрии профиля контактных колец

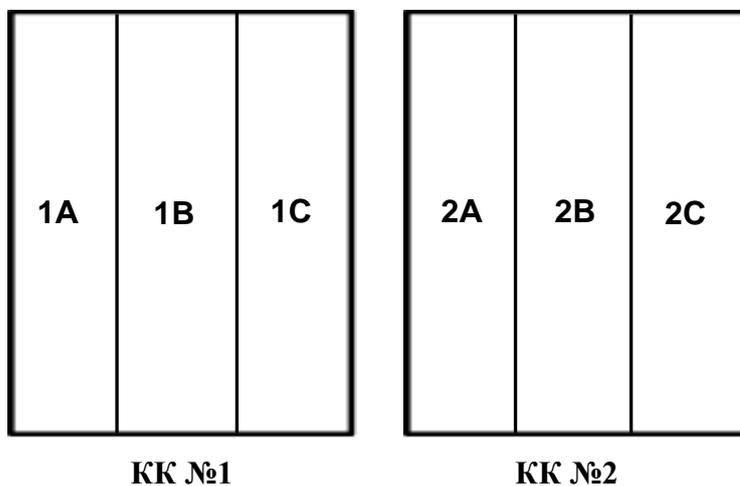
В процессе эксплуатации ЩКА происходит изменение геометрии (истирание) контактных колец (КК), что приводит к снижению надежности и безопасности эксплуатации ЩКА. При этом отмечается усиленный износ электрощеток.

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 измерительным зондом который устанавливался непосредственно на электрощетку (рис.4).

Работы по измерению геометрии профиля КК до и после проточки выполнялись на валоповороте в период с 16.06 по 26.11.2015г.

Сторона генератора



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

1А, 1В, 1С – номер дорожки КК №1 (минус);  
2А, 2В, 2С – номер дорожки КК №2 (плюс).

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 КК при наличии по развертке двух и более волн на один оборот ротора генератора. Результаты измерений (профилограммы) представлены на рис. 5-8.

Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата
Инва. Неподл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инва. № дубл.	Подпись и дата

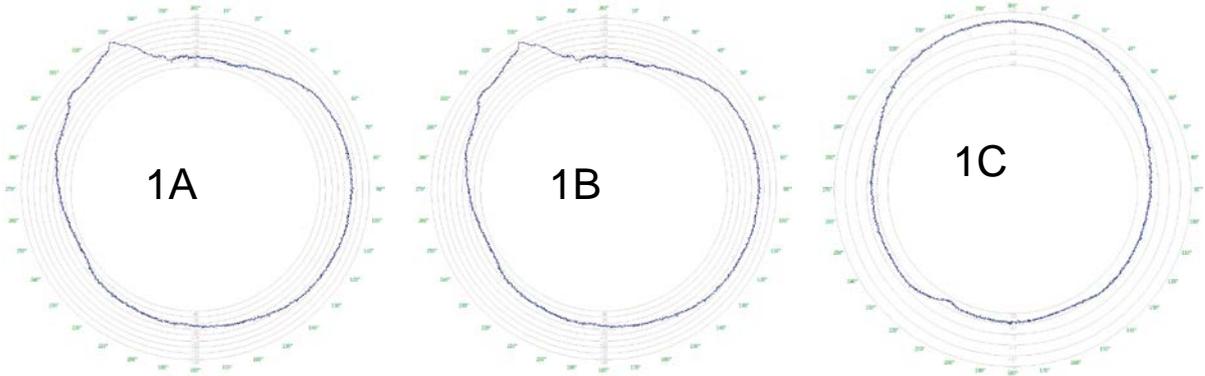


Рис. 5. Геометрический профиль (биение) КК №1 до проточки

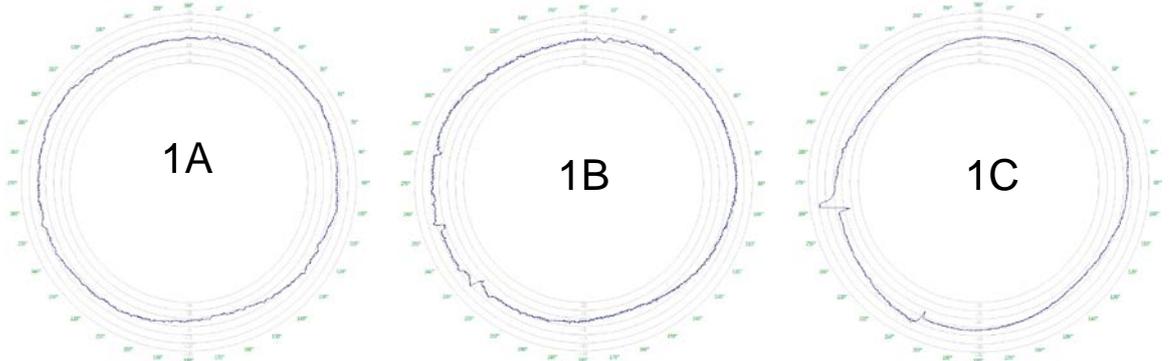


Рис. 6. Геометрический профиль (биение) КК №1 после проточки

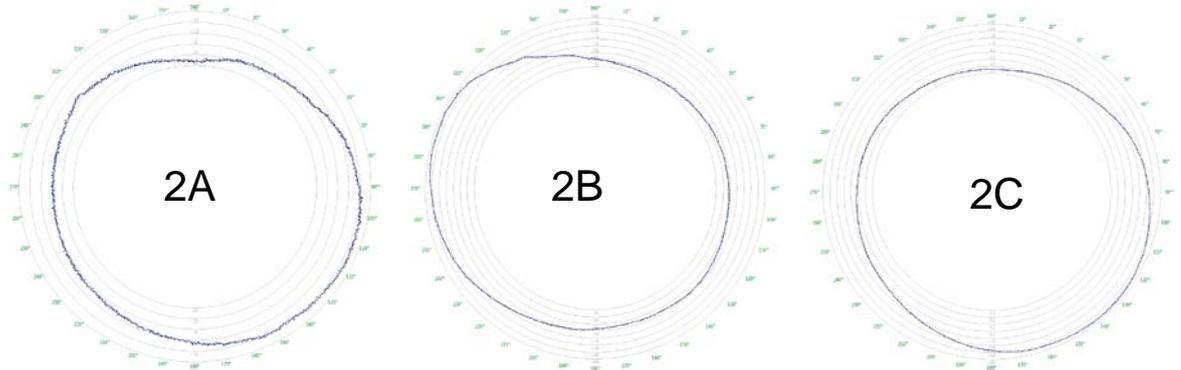


Рис. 7. Геометрический профиль (биение) КК №2 до проточки

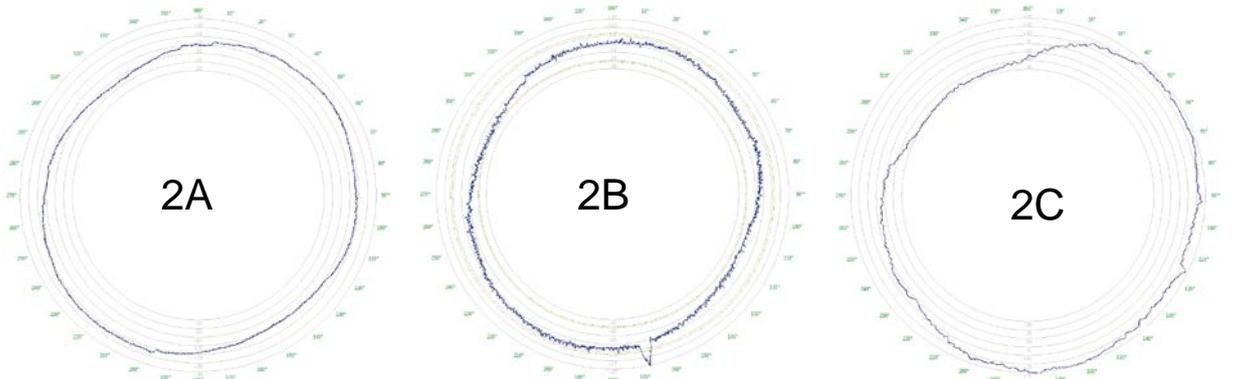


Рис. 8. Геометрический профиль (биение) КК №2 после проточки

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

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

При проведении предварительных замеров до проточки зафиксировано, что дорожки контактных колец 1А, 1В, имеют изменений формы поверхности, и не удовлетворяет требованиям по биению, и количеству волн. Контактные кольца 2А, 2В и 2С имеют большие отклонения по значению допустимого биения.

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

- проточка контактных колец для устранения биения;
- шлифовка контактных колец абразивной бумагой средней зернистости для получения оптимальной шероховатости поверхности.

Результаты измерений КК до и после проточки представлены в таблице № 4

Табл. №4

№ КК	№ дорожки	Биение контактного кольца, мкм		Допустимое значение биения, мкм	Количество волн на один оборот КК	
		до проточки	после проточки		до проточки	после проточки
1	1А	73	24	50	2	2
	1В	73	26		2	2
	1С	41	38		1	2
2	2А	87	32		1	2
	2В	127	53		1	2
	2С	124	64		1	1

## 2. Выводы:

1. Результаты проточки контактных колец в целом можно признать удовлетворительными за исключением образования двух волн на всех дорожках кроме 2С.
2. Рекомендуется выполнение повторной проверки геометрии контактных колец с использованием профилометра «CL-profiler» через 4000 часов эксплуатации.

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

ТЭЦ-12 МОСЭНЕРГО  
ЭТЛ (рег. № 4705 от 26.11.2012)

25.11.2015 г.

Протокол измерения сопротивления изоляции щеточно-контактного аппарата генератора ТГ-9.

Дата	Турбогенератор	Тип ТГ	Положение	щка R, (МОм)
				1000
25.11.15	ТГ-9	ТВФ-110 кВА	остановлен	

Приборы: мегаомметр ЭСО210 № 30378 (поверен 12.2014)

Измерения провел: Михаев Д.В. Инж.

Протокол проверил: [Подпись]

Инв. № подл.	Подпись и дата	Взамен инв. №	Инв. № дубл.	Подпись и дата	Изм.	Лист	Документ №	Подпись	Дата	Технический отчет АРМС.028.002 ТО	Лист
											12

**Письмо ОАО НПО «ЭЛСИБ»  
о применяемости ЩКА SV1329 на турбогенераторах ТВФ-110-2ЕУЗ**



**НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ «ЭЛСИБ»  
ОТКРЫТОЕ АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО**

ул. Сибириков - Гвардейцев, 56,  
г. Новосибирск, 630088, Россия  
тел. (383) 298-92-80, факс (383) 298-92-94  
e-mail: [elsib@elsib.ru](mailto:elsib@elsib.ru)



**Факсимильное сообщение**

**Кому:** \_Официальному представителю  
в России\_ компании **MERSEN**  
**Выговскому В.В.** \_\_\_\_\_  
**Факс:** 7(812)4938597 \_\_\_\_\_

**От кого:** от главного конструктора  
по турбогенераторам  
Мозгова А.О.  
Кол-во листов: \_\_\_\_\_

*№ 6601/04-15 от 23.06.15г*

Уважаемый Владимир Викторович!

Согласовываем применение траверсы SV1329 и электрощеток LFC554 с размерами 20x32 количеством 24 шт. на полюс производства фирмы «MERSEN» на турбогенераторе ТВФ-110-2ЕУЗ (производства НПО «Элсиб» ОАО) станционный номер ТГ-9 Мосэнерго ТЭЦ-12 (г.Москва).

Главный конструктор  
по турбогенераторам  Мозгов А.О.

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

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

Технический отчет  
АРМС.028.002 ТО