

# К вопросу о методе управления трибологической ситуацией в узлах скользящего токосъема электрических машин\*

Изотов А.И., Фоминых А.А., Тимошенко В.Н., Изотов С.А., Губин И.В.  
Вятский государственный университет  
г. Киров, Российская Федерация  
[usr00151@vyatsu.ru](mailto:usr00151@vyatsu.ru)

**Аннотация.** Наибольшее число неполадок и отказов электрических машин постоянного и переменного тока, имеющих в своем составе узел скользящего токосъема (УСТ), связано с протеканием в нем разнообразных негативных физико-химических процессов, происходящих в прерывистом контакте. Существование этих процессов имеет специфическую природу и определяется многочисленными факторами: климатическими условиями эксплуатации, природой контактных материалов (марка электрошетки, коллектора или токосъемного кольца), технологией эксплуатации электромашин (подготовка, эксплуатация, ремонт) и т.д. В значительной степени надежная коммутация электрической машины определяется состоянием межфазной границы электрошетка – коллектор или кольцо, в которой протекают процессы передачи электрического тока. Архитектура межфазной границы в первую очередь связана с существованием политурной пленки на металлической поверхности, представляющей собой многослойное образование в виде структурированных оксидов с закрепленными на их поверхности частицами, входящими в состав электро-щеточных материалов, а также органических и неорганических загрязнений, привнесенных в межфазное контактное пространство воздушными массами. Кроме того, вследствие протекания коррозионных процессов на поверхности металлов возможно образование налетов химических соединений, интегрированных в политуру. Авторами предлагается метод принудительного наведения политуры пленки контактным катализатором окисления. Эффективное управление состоянием политурной пленки, определяющей надежность коммутационных процессов в контактной межфазной границе, в значительной степени может повысить надежность узла скользящего токосъема и электрических машин в целом.

**Ключевые слова:** электрошетки, коллектор, контактное кольцо, электрические машины, ванадиевый ангидрид.

## ВВЕДЕНИЕ

Анализ работы многощеточных систем токосъема показывает, что токовая нагрузка по параллельно работающим электрическим щеткам в некоторых случаях имеет значительную неравномерность [1]. Пример такой неравномерности можно увидеть на гистограмме (рис. 1). Это явление приводит к токовой перегрузке отдельных электрических щеток и их перегреву. Процесс будет длиться до тех пор, пока весь ток не начнет проходить практически через одну или несколько электрошетонок, меньших чем общее количество штатных, что в конечном счете может привести к их расколу или даже взрыву [2].

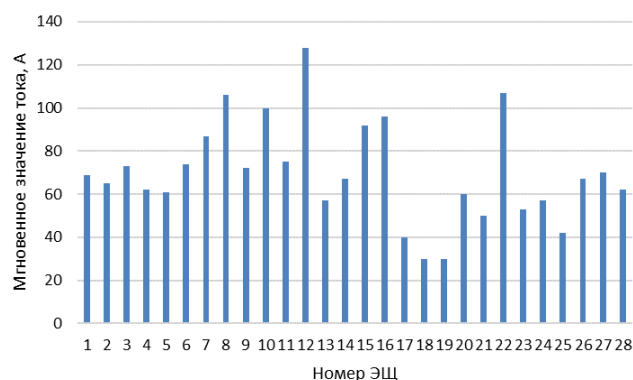


Рис. 1. Типичная картина мгновенного распределения тока по параллельно работающим щеткам турбогенератора

Известно [3], что на распределение тока между параллельно работающими подпружиненными токосъемными щетками (рис. 2) влияют переходное сопротивление между клеммой и поводком щетки 1, сопротивление контакта между клеммой щетки и траверсой щеткодержателя 2, сопротивление между поводком и телом щетки 3, сопротивление переходного слоя контакта щетка – контактное кольцо (коллектор) 5. Сопротивление переходного слоя, в свою очередь, определяется сопротивлением политурной пленки на поверхности металла.

При наличии «нормальной» политурной пленки, как показывают исследования [4], сопротивление перехода щетка-коллектор до 100 раз превышает суммарное значение остальных, ранее перечисленных составляющих, влияющих на токораспределение. И, следовательно, неравномерность токораспределения между параллельно работающими щетками будет определяться в этом случае сопротивлением политурной пленки, которая зависит от действительной дуги касания (дуги контактирования подпружиненная токосъемная щетка – контактное кольцо, коллектор), которая значительно отличается от кажущейся (теоретической) и в процессе работы при нормальном давлении претерпевает значительное изменение (до 1000 раз).

Стабилизация контактной дуги может быть достигнута за счет повышения давления на подпружиненные токосъемные щетки. Однако, в некоторых случаях, это может

\* Статья публикуется по рекомендации программного комитета Всероссийской научно-технической конференции "Пром-Инжиниринг", <https://icie-rus.org>

привести к смещению процесса образования и наведения политурной пленки в сторону ее истирания, вплоть до полного исчезновения.

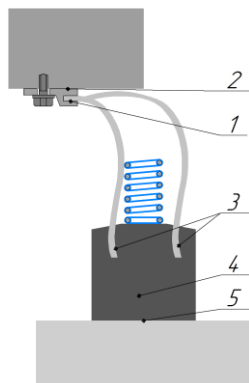


Рис. 2. Переходное сопротивление электрическая щетка – контактное кольцо

В общем случае надежность электрических машин, имеющих в своем составе узел скользящего токосъема (УСТ), зависит от скорости износа коллекторов, колец и токоведущих щеток, которая определяется наличием поверхностной политурной пленки (политуры). Политурная пленка, с одной стороны, выполняет роль твердой смазки, для соприкасающихся поверхностей электрических щеток и коллектора или кольца [5-7]. При этом оксидная составляющая политуры, имеющая развитую поверхность позволяет прочно удерживать частицы графитной пыли и сохранять при этом низкий коэффициент трения скольжения. С другой стороны, выполняет функцию покровной защитной пленки, обладающей переходным сопротивлением, для осуществления стабильного электрического переноса.

Наличие «нормальной» политурной пленки, как показывает исследования [8] означает что, сопротивление перехода пленки является самым значимым сопротивлением из всех возможных сопротивлений, стоящих на пути прохождения тока от траверсы до металла коллектора. Согласно технологическим регламентам [9] и публикациям [10], существует определенный режим ее наведения, заключающийся в достаточно длительной ее наработке, иногда достигающей продолжительности 5 или более часов.

В жестких условиях окружающей среды, например, сниженной окислительной атмосферы (разряженная высотная атмосфера или сталелитейные производства), оксидная составляющая политурной пленки может не образовываться, из-за пониженного содержания кислорода, что неизбежно ведет к сильному износу токосъемных щеток и поверхности коллекторов из-за высокого коэффициента трения скольжения по ювенильному (чистому) металлу. Так же, в условиях солевой атмосферы морского тумана, вследствие депассивирующего действия сульфатных и галогенид-ионов может происходить разрушение защитной (пассивной) оксидной составляющей пленки и дальнейшее резкое увеличение износов коллекторов, щеток и контактных колец. Нерегламентированный износ поверхности коллектора или токосъемного кольца также может привести к неблагоприятным условиям искрообразования и в отдельном случае к возникновению аварийной ситуации вследствие возникновения кругового огня [11, 12].

Одним из эффективным по технической сущности способом решения проблемы отсутствия политурной пленки или недостаточной ее толщины в специфичных условиях - является установка в узел скользящего токосъема (Рис. 3), содержащий штатные щеткодержатели (4) дополнительные твердо-смазывающих щеток (3) на основе дисульфида молибдена. При этом дополнительные щетки выполнены в виде цельного брикета или скрепленной контактной и несущей частей. Контактная часть выполнена из отпрессованных брикетов (их части) из порошкового дисульфида молибдена со связующим. Несущая часть может быть выполнена из текстолита или отработанных штатных электрощеток. Комбинированные или цельные твердо-смазывающие щетки располагаются в свободные или дополнительные щеткодержатели и располагаются в соответствии с конструкцией из расчета одна дополнительная щетка на одну контактную дорожку.

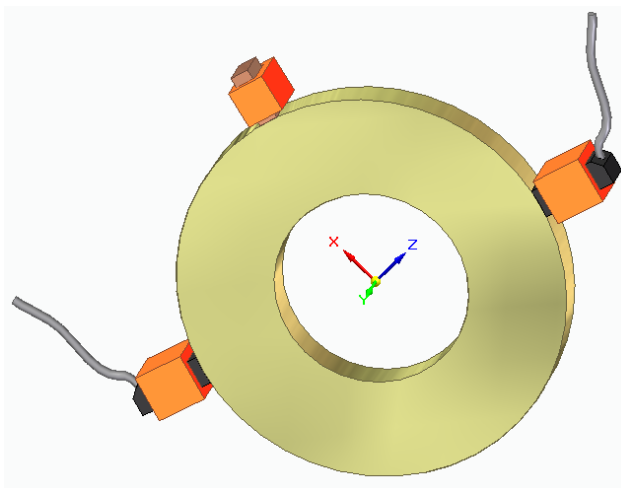


Рис. 3. Вариант конструкции узла скользящего токосъема, оборудованного смазывающей щеткой, выполненной на основе дисульфида молибдена

Результатом предлагаемого решения является выравнивание распределения тока между параллельно работающими щетками за счет уменьшения абразивного износа несущей оксидной составляющей политурной пленки штатными электро-щетками за счет частиц дисульфида молибдена, обладающих высокой адгезией к твердой поверхности при этом, происходит существенное уменьшения коэффициента трения скольжения и сопротивления контакта трущихся поверхностей [13].

Недостатком этого решения, ограничивающим его применение, является возможное постепенное окисление смазывающих частиц дисульфида молибдена в случаях, когда температура в зоне контакта токоведущая щетка-кольцо или коллектор превышает 400 °С. В этих условиях естественной окислительной атмосферы, дисульфид молибдена постепенно переходит в оксид, обладающий коэффициентом трения на порядок выше, чем не у окисленного порошка дисульфида при этом в отдельных случаях износы электрических щеток и кольца (коллектора) могут превышать таковые без использования данного технического решения [14, 15].

### ПОСТАНОВКА ЗАДАЧИ

В данной работе исследовался вопрос улучшения формирования политурной пленки, а также устранение неравномерности токораспределения в многощеточных системах за счет того, что в узел скользящего токосъема, содержащий щеткодержатели наряду с подпружиненными токосъемными щетками устанавливают и дополнительные не токопроводящие щетки, изготовленные из химически активного катализатора – ванадиевого ангидрида со связующим не участвующим в токопередаче и изготовленные в виде наконечника штатной щетки с полным соответствием по размерам ее графитовой части или комбинированной щетки состоящей из фрагмента текстолита (несущая часть) скрепленной с окислительным наконечником (смазывающая часть).

Оксидная составляющая политуры пленки, связанная с окислительной реакцией образования оксидов, и может протекать самопроизвольно при отрицательном значении свободной энергии Гиббса, значение которой высчитывается по формуле:

$$\Delta G = \Delta H - T \cdot \Delta S, \quad (1)$$

где  $\Delta H$  – разность энтальпий продуктов и исходных веществ реакции;  $\Delta S$  – разность энтропий продуктов и исходных веществ реакции;  $T$  – температура процесса.

Как показали расчетные значения энергии Гиббса реакции окисления железа и меди ванадиевым ангидридом в диапазоне температур от 20 до 400 °С имеют отрицательные величины. Реальную оценку возможности окисления металлов в соответствии с ее термодинамической вероятностью протекания осуществляли натурным экспериментом. Повышение температуры в зоне контакта возможно вследствие диссипации (рассеивания) тепла от поверхностного трения между брикетом твердого окислителя ванадиевого ангидрида и дорожкой вращающегося коллектора или кольца, но в большей степени от возможных неблагоприятных коммутационных процессов штатного прерывистого контакта.

### МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТА

Для оценки возможности наведения политурной пленки на поверхность контактной дорожки использовали предварительно отпрессованные брикеты из порошка ванадиевого ангидрида со связующим, изготовленный по разработанной авторами технологии бакелизации дисульфида молибдена.

С целью определения износных свойств штатных электрических щеток и состояния переходного сопротивления медного коллектора был разработан испытательный стенд на базе углошлифовальной машины МШУ-2,2-230 и все необходимые для проведения исследований приборы, и устройства (рис. 4, 5).

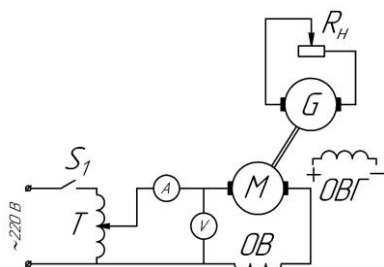


Рис. 4. Принципиальная схема установки для определения износных свойств щеток и переходного сопротивления

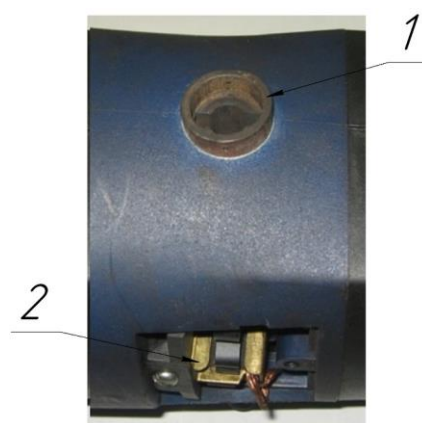


Рис. 5. Корпус МШУ 2,2-230, оборудованный щеткодержателями для установки электрических и инновационных щеток: 1 - щеткодержатель для установки дополнительной щетки; 2 - щеткодержатель для установки токоведущей

Для измерения переходного сопротивления медных ламелей продороженного коллектора использовали изготовленное в ВятГУ приспособление (рис. 6).

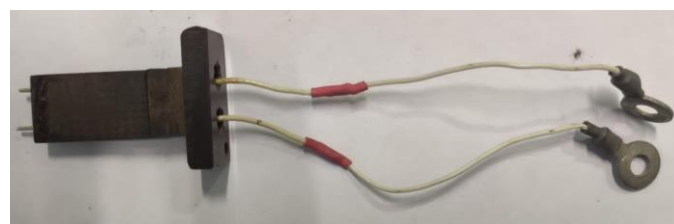


Рис. 6. Принципиальная схема установки для определения износных свойств щеток и переходного сопротивления

Стальные посеребрянные щупы комбинированного приспособления, состоящего из двух частей текстолита, скрепленных клеем, имеют внутренние пружины одинаковой жесткости. После вложения данного устройства в освобожденное от штатных щеток свободное гнездо МШУ производится фиксация устройства надавливанием на верхнюю площадку приспособления до упора на ламели, а результат переходного сопротивления измеряется подключенным к свободным округлым клеммам приспособления высокоточным миллиметром с погрешностью измерения 0,035 Ом. Производилось не менее 10 измерений переходного сопротивления по произвольным ламелям коллектора углошлифовальной машины. Изменение конфигурации ламелей для измерения переходного сопротивления осуществлялось проворачиванием якоря вручную с предварительным подъемом измерительного приспособления. За счет пружин измерительного устройства осуществлялся плотный контакт измерительных щупов к поверхности медной ламели.

Смазывающий вкладыш, модифицирующий переходное сопротивление поверхности коллектора, вставлялся в дополнительное гнездо МШУ 2,2-230 и фиксировался пробкой при этом пробка создавала поджатие давящей на щетку пружины с усилием 80 г. Вкладыш представлял собой пластину комбинированного брикета состоящего из скрепленных посредством клея пластин ванадиевого ангидрида и текстолита (рис. 7).





Рис. 7. Вкладыш комбинированного брикета

Поскольку наряду с медью и бронзой токосъемные элементы УСТ (кольца) изготавливают из легированной стали. Исследование влияния ванадиевого ангидрида на переходное сопротивление стальной контактной дорожки исследовали на преобразователях напряжения ПО-250, оснащенные парой стальных токосъемных колец и двумя парами щеток МГС-7, при этом в одно из гнезд щеткодержателя устанавливали цельно-изготовленную на мини распиловочном станке окислительную щетку, соответствующую по размерам углеродистой части щетки МГС-7.

Вращение якоря преобразователя на холостом ходу осуществлялось в соответствии с условиями испытания (рис. 8):  
 - преобразователь ПНС 40/100 - 9,5 В, ток 30 А;  
 - преобразователь 1-80/15 выставлено 22 В ток 2 А.



Рис. 8. Общий вид стенда для испытания на преобразователях напряжения ПО-250

Измерение величины переходного сопротивления стальных колец осуществлялось с помощью измерительной системы, включающая собой две текстолитовые щетки с размерами соответствующим пустым гнездам щеткодержателей с внедренным в них посеребренным щупом с контактными клеммами подключаемые к микромилливольтметру ИКС-1А. Фиксация металлических щупов производилась надавливанием на верхнее текстолитовое основание стальными цилиндрическими стержнями для устранения зависания и неплотного контакта измерительных щеток в пустых гнездах щеткодержателей.

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТА

Из полученных данных (табл. 1) следует, что на эффективность формирования переходного сопротивления поли-

турной пленки оказывает увлажнение катализатора окисления. Так увлажнение катализатора погружением в дистиллированную воду в течении 5 мин позволяет увеличить переходное сопротивление в 16-20 раз с одновременным уменьшением износа штатных щеток от 2 до 4 раз.

Использование сухого катализатора приводит к незначительному увеличению переходного сопротивления 40% при снижении износов штатных щеток около 2 раз. Поэтому, очевидно, что состояние увлажнения катализатора играет существенную роль в твердофазном процессе окисления меди и поэтому эффективность метода будет определяться климатическим состоянием окружающей среды. В условиях высокой влажности воздушной среды эффективность мероприятия будет возрастать поскольку, к примеру, в солевой морской атмосфере происходит разрушение оксидной составляющей политушной пленки, отвечающей за адгезию графитовых частиц на контактной дорожке, депассивирующим действием галоидных ионов и как следствие происходит значительный износ штатных щеток и коллекторных пластин электродвигателе судового оборудования. Применение окислительных дополнительных щеток может позволить снизить данное негативное влияние. Также получено согласно табл. 1, что износы штатных щеток снижаются от принудительного окислительного процесса ванадиевым ангидридом с одновременным увеличением переходного сопротивления политушной пленки. Следует, однако, отметить, что эффективность мероприятия будет определяться степенью увлажнения дополнительной щетки и по мере ее высыхания можно ожидать снижение окислительной способности катализатора.

Таблица 1  
 Сопротивление политушной пленки коллекторных пластин МШУ 2.2 (15000об/мин) в зависимости от условий эксперимента

| Наименование щетки   | ЭЩ <sub>1</sub> | ЭЩ <sub>2</sub> | СЦ    | R <sub>пер. ср.</sub> , Ом |
|--|-----------------|-----------------|-------|----------------------------|
| Работа в режиме холостого хода двигателя (10 ч) при 160 В  |                 |                 |       |                            |
| Износ, мм/ч  | 0,038           | 0,062           | -     | 0,059                      |
| Износ, г/ч   | 0,01            | 0,03            | -     |                            |
| Работа в режиме холостого хода двигателя (2 ч) при 160 В, давление на дополнительную щетку – 80 г., ванадиевый ангидрид сухой      |                 |                 |       |                            |
| Износ, мм/ч  | 0,03            | 0,04            | 0,04  | 0,085                      |
| Износ, г/ч   | 0,006           | 0,016           | 0,01  |                            |
| Работа в режиме холостого хода двигателя (2 ч) при 160 В, давление на дополнительную щетку – 80 г, ванадиевый ангидрид увлажненный |                 |                 |       |                            |
| Износ, мм/ч  | 0,015           | 0,012           | 0,09  | 0,965                      |
| Износ, г/ч   | 0,006           | 0,005           | 0,025 |                            |
| Работа в режиме холостого хода (3 ч) при 160 В, давление на дополнительную щетку – 80 г, ванадиевый ангидрид увлажненный           |                 |                 |       |                            |
| Износ, мм/ч  | 0,02            | 0,016           | 0,09  | 1,13                       |
| Износ, г/ч   | 0,004           | 0,004           | 0,01  |                            |
| Работа в режиме холостого хода (6 ч) при 160 В, давление на дополнительную щетку – 80 г, ванадиевый ангидрид мокрый                |                 |                 |       |                            |
| Износ, мм/ч  | 0,01            | 0,006           | 0,046 | 1,22                       |
| Износ, г/ч   | 0,003           | 0,003           | 0,03  |                            |

В общем случае, можно предположить, что окислительная способность щетки из ванадиевого ангидрида будет определяться повышением концентрации в зоне контакта метаванадиевой кислоты с последующим пассивационными аспектами поверхности металла.

Исследование возможности принудительного экспресс-наведения политурной пленки с высоким переходным сопротивлением на стальных кольцах исследовали на преобразователях ПО-250.

Таблица 2

Износные испытания штатных и дополнительных щеток с контролем величины переходного сопротивления. ПО №2 частота вращения 4636 об/мин, 2 часа, холостой ход

| R <sub>ом</sub> , Ом  | 1    | 2    | 3     | 4    | 5    | 6    | 7    | 8    | R <sub>ср.</sub> , Ом |
|---|------|------|-------|------|------|------|------|------|-----------------------|
| Сверху щетка МГС-7 с давлением 200 г.<br>Снизу щетка отсутствует  |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Внешнее кольцо  | 3    | 3,62 | 2     | 1,42 | 1,44 | 2,22 | 1,94 |      | 2,23                  |
| Износ щетки МГС-7<br>до установки окислительной щетки – 0,016 г/ч, 0,012 мм/ч   |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Ванадиевый ангидрид сухой на внешнем кольце снизу, давление на окислительную (политуруобразующую) щетку 90 г.<br>Сверху щетка МГС-7 с давлением 200 г         |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Внешнее кольцо после окисления  | 2,84 | 5,79 | 11,58 | 9,58 | 10   | 20,1 | 3,78 |      | 9,09                  |
| Износ щетки МГС-7<br>после установки окислительной щетки – 0,01 г/ч, 0,008 мм/ч   |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Износ щетки ангидрида – 0,04 г/ч, 0,035 мм/ч  |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Сверху щетка МГС-7 с давлением 240 г  |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Внутреннее кольцо   | 1,95 | 0,38 | 2,44  | 0,37 | 1,2  | 3,16 | 1,74 | 1,65 | 1,6                   |
| Ванадиевый ангидрид, давление на окислительную (политуруобразующую) щетку 90г, смоченный в дистиллированной воде, снизу. Сверху щетка МГС-7 с давлением 240 г |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Внутреннее кольцо после окисления   | 8,87 | 30   | 1,9   | 32   | 28   |      |      |      | 20,15                 |
| Износ щетки ангидрида 0,045 г/ч, 0,04 мм/ч  |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |
| Износ щетки МГС-7<br>после установки окислительной щетки – 0,006 г/ч, 0,006 мм/ч  |      |      |       |      |      |      |      |      |                       |

Проверка эффективности окисления на стальных дорожек показала, что в течении 2 часов работы ПО ванадиевый ангидрид (сухой) увеличивает в среднем переходное сопротивление на контактной дорожке внешнего кольца машины практически в 4 раза, а замоченный в дистиллированной воде в течении 5 мин в 12 раз. При этом износ окислительной щетки имеет удовлетворительный ресурс. Было получено, что повышение средней величины переходного сопротивления за счет установки окислительной щетки несколько снижает величину износа штатных щеток МГС-7, при этом увеличение переходного сопротивления определяется влажностью катализатора ванадиевого ангидрида, что по все видимости, определяется более активным образованием метаванадиевой кислоты и вовлечением ее в дополнительный окислительный пассивационный процесс.

Таким образом, использование дополнительной щетки для катализирования процесса увеличения переходного сопротивления политурной пленки за счет твердофазного окисления поверхности коллектора позволяет снизить износы штатной щетки до 2 раз.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Полученные результаты позволяют заключить, что процесс принудительной окиссации будет в значительной степени определяться природой металла, из которого изготовлены коллекторы или токосъемные контактные кольца и в каждом конкретном случае требует адапционных проверочных работ. Тем ни менее реализация данной технической идеи в условиях со сниженными окислительными условиям, например, цехов турбогенерации может представлять несомненный практический интерес [16].

## ЛИТЕРАТУРА

1. Безчастнов К.К. Сравнительный анализ условий функционирования щеточно-контактных аппаратов турбогенераторов ГРЭС / К.К. Безчастнов, Н.Н. Прокопенко, А.В. Старцев // Энергетик. – 2012. – №7. – С. 2-6.
2. Фоминых А.А. О неравномерности распределения тока узлов трения электрических машин / А.А. Фоминых, А.И. Изотов, Л.И. Новиков, Н.В. Тимина, Ф.Р. Мубаракوف // Общество, наука, инновации. Всероссийская ежегодная научно-практическая конференция. – Киров, 2014. – С. 2022-2026.
3. Лившиц П.С. Скользящий контакт электрических машин. – Москва: Энергия, 1974. – 272 с.
4. Деева В.С. «Живучесть» щеточного контакта электрических машин / В.С. Деева, М.С. Слободян, С.М. Слободян // Электричество. – 2013. – №4. – С. 45-50.
5. Качин С. И. Результаты исследования влияния механического состояния коллекторов и подшипников на процессы износа в скользящем контакте электрической машины // Электротехника. – 2011. – №6. – С. 5-9.
6. Белан Д. Ю. Электроискровая обработка с позиционированием электродов относительно поверхности коллектора электрической машины // Омский научный вестник. 2013. – №3. – С. 92-96.
7. Шантаренко С. Г. Повышение качества токосъема в контакте «щетка-коллектор» тягового электродвигателя электровоза 2 ЭС6 // Омский научный вестник. – 2016. – №55. – С. 77-80.
8. Нейкирхен И. Угольные ЭЩ и причины непостоянства условий коммутации машин постоянного тока. – Москва: ОНТИ, 1937. – 183 с.
9. ГОСТ Р 51667-2000. Щетки электрических машин. Методы определения коллекторных характеристик.
10. Цопов Г. И. Механизм контактирования скользящего контакта из углеграфитовых материалов // Вестник транспорта Поволжья. – 2014. – №1. – С. 111-114.
11. Kharlamov V.V. Effect of transient processes on the switching stability of dc machines / V.V. Kharlamov, P.K. Shkodun, A. Ognevsky // MATEC Web of Conferences 239, 01036. – 2018.
12. Kharlamov V.V. Determination wear intensity of electrical brushes in DC machines considering impact of collector's surface. / V.V. Kharlamov, D.I. Popov, M.F. Baysadykov // J Phys Conf Ser 1260. – 2019. DOI:10.1088/1742-6596/1260/5/052009.
13. Изотов А.И., Мамаев Г.А., Изотов С.А., Фоминых А.А., Никулин С.В. Узел скользящего токосъема (варианты) // Патент России №2011120198. 2011. Бюл. №7.
14. Ан. В.В. Закономерности получения наноконструкционных оксидов и халькогенидов металлов (Cu, Zn, Sn, Mo, W) и материалы на их основе для триботехники и фотовольтаики: дис. канд. техн. наук. – Томск, 2019. – 303 стр.

15. Петроченко С.В. Технология повышения качества рабочей поверхности коллекторов машин постоянного тока при ее механической обработке // Омский научный вестник. – 2014. – №1. – С. 113-117.

16. Изотов А.И., Изотов С.А., Никулин С.В., Фоминых А.А., Тимошенко В.Н. Узел скользящего токосъема // Патент России №2020142184. 2020. Бюл. №21.

DOI: 10.24892/RIJIE/20220304

# On the Question of the Method of Controlling the Tribological Situation in the Nodes of the Electric Sliding Current Collector

Izotov A.I., Fomin A.A., Timoshenko V.N., Izotov S.A., Gubin I.V.  
Vyatka State University  
Kirov, Russian Federation  
[usr00151@vyatsu.ru](mailto:usr00151@vyatsu.ru)

**Abstract.** The greatest number of malfunctions and failures of DC and AC electrical buses, which have a sliding current collector (UST) unit in their composition, is associated with the leakage of various negative physicochemical processes occurring in intermittent contact in it. The existence of these processes has a specific nature and is determined by numerous factors: climatic operating conditions, the nature of contact materials (the brand of the electric brush, collector or current ring), the technology of operation of electric machines (preparation, operation, repair), etc. To a large extent, reliable switching of an electric machine is determined by the state of the interfacial boundary of the electric grid - collector or ring, in which the processes of electric current transmission take place. The architecture of the interphase boundary is primarily associated with the existence of a varnish film on a metal

surface, which is a multi-layered formation in the form of structured oxides with particles fixed on their surface, which are part of electro-brush materials, as well as organic and inorganic contaminants introduced into the interphase contact space by air masses. In addition, due to the occurrence of corrosion processes on the surface of metals, the formation of deposits of chemical compounds integrated into the varnish is possible. The authors propose a method of forced film polish guidance by a contact oxidation catalyst. Effective control of the condition of the varnish film, which determines the reliability of switching processes in the contact interface, can significantly increase the reliability of the sliding current collector unit and electric machines as a whole.

**Keywords:** electric brushes, collector, contact ring, electric machines, vanadium anhydride.

## Библиографическое описание статьи

Изотов А.И. К вопросу о методе управления трибологической ситуацией в узлах скользящего токосъема электрических машин / А.И. Изотов, А.А. Фоминых, В.Н. Тимошенко, С.А. Изотов, И.В. Губин // *Машиностроение: сетевой электронный научный журнал*. – 2022. – Т.9, №3. – С. 22-27. DOI: 10.24892/RIJIE/20220304

## Reference to article

Izotov A.I., Fomin A.A., Timoshenko V.N., Izotov S.A., Gubin I.V. On the question of the method of controlling the tribological situation in the nodes of the electric sliding current collector, *Russian Internet Journal of Industrial Engineering*, 2022, vol.9, no.3, pp. 22-27. DOI: 10.24892/RIJIE/20220304