

Угольные щётки для промышленного и железнодорожного транспорта

Неисправности при эксплуатации

Когда говорят о неисправностях или проблемах при эксплуатации угольных щёток, надо отдавать себе отчет в том, что не каждое отклонение от идеального состояния является следствием неисправности.

Необходимо различать симптомы, представляющие опасность для машины и режима эксплуатации (например, искрение щёток) или требующие техобслуживания (сильный неравномерный износ щеток) и проблемы, которые, в той или иной степени, являются дефектами внешнего вида (например, неравномерная патина). Такие «дефекты» не стоит переоценивать, если механизм работает безупречно.

Если угольные щётки в эксплуатации демонстрируют неудовлетворительные результаты, необходимо помнить, что сами щётки не всегда являются причиной этих проблем. Зачастую нелегко выявить причину, поскольку множество факторов могут привести к появлению неисправностей.

Ниже мы перечислим наиболее часто встречающиеся неисправности и назовем их возможные причины:

Способы устранения исходят из причин повреждения, когда, например, должно быть изменено неверное давление на щетку, или необходимо повернуть коммутатор некруглого сечения. В таких случаях способы устранения неисправности не будут описываться детально.

Указания дополнены фотографиями (рисунками) типичными для щёток и коллекторов (см. стр. 5 и 6).

Мы хотим, чтобы мы и пользователи нашей продукции обсуждали проблемы использования угольных щеток на одном языке. Это уменьшит вероятность непонимания и облегчит оценку каждого конкретного случая неисправности. Квалифицированный персонал наших сервисных центров и головного предприятия всегда готов помочь Вам разрешить возникшие проблемы.

Искрение щёток

Искрение возникает только в случае повреждения щётки и/или коллектора.

Слабые искры в коллекторных машинах практически всегда безобидны и допустимы при длительной эксплуатации. Появление красных искровых разрядов означает коррозию угольного материала. На кромке коллекторных пластин может появиться патина. При искрении и брызгах необходимо быстрое устранение неисправности; появление же зеленых потрескивающих электрических дуг требует немедленного вмешательства.

Чтобы иметь масштаб для сравнения мы разработали оценочную шкалу до 5.5, где каждому числу соответствует степень искрения (см. стр. 12).

Возможные причины неисправности при сильном искрении щётки:

- коммутатор или контактное кольцо имеют некруглое сечение,
- сильная вибрация,
- недостаточное давление на щётку,
- люфт щётки в держателе слишком большой,
- изоляция пластин недостаточно глубокая или выступает,
- расстояние между болтами не соответствует норме,
- наложение слишком большое или маленькое,
- повреждение в обмотке якоря,
- неверная позиция щеточной траверсы,
- неправильно установлено коммутирующее поле,
- механизм перегружен,
- коммутатор или контактное кольцо загрязнено,
- нарушено соединение между пластинами и обмоткой,
- неравномерное распределение тока, отдельные угольные щетки перегружены,
- угольные щётки неправильно пришлифованы,
- неправильно выбраны щётки.

Сильный и неравномерный износ угольных щёток

Как уже было отмечено выше, определить какая степень износа является нормальной, а какая слишком сильной (сокращение длины в единицу времени, правильнее сказать скорость износа) без точного определения условий эксплуатации очень трудно.

Пользователи угольных щёток хотят чтобы износ был минимальным, поскольку таким образом увеличиваются интервалы технического осмотра, уменьшаются степень загрязнения и затраты на содержание механизмов.

Слишком слабый износ может при длительной эксплуатации вызвать затруднения, поскольку вследствие слабого истирания поверхность угольной щетки становится гладкой и плотной, что может привести к аэродинамическому эффекту при высокой окружной скорости и в результате к повреждению контактов. При низких окружных скоростях и гладкой поверхности скольжения, в неблагоприятной ситуации, соскальзывание может произойти вблизи сцепления, что приведет к вибрации угольных щёток.

Для надёжной передачи тока требуется минимальное количество контактных площадок, которые вследствие скольжения неизбежно изнашиваются. Степень износа зависит от условий эксплуатации, режима окружающей среды и используемого в угольных щетках материала. Многообразие воздействующих факторов не позволяет надёжно просчитать предполагаемый износ в каждом отдельном случае.

Степень износа в стационарных механизмах, в зависимости от нагрузки, условий эксплуатации и используемого материала в угольной щетке, как правило, определяется в пределах 2–7 мм/1.000 ч. При изнашиваемой длине угольной щетки, например, 20мм такая степень износа предполагает период эксплуатации щётки 2900–10000 часов.

В буксировочной (тяговой) отрасли износ рассчитывается обычно в мм срабатывания на 1000 километров пробега. Степень износа, считающаяся нормальной, лежит, в зависимости от нагрузки, в пределах 0,2–0,35 мм на 1000км.

Предъявить претензии к неравномерному износу щёток можно только в случае большой разницы в размерах щеток после длительной эксплуатации. Небольшая разница, например, < 10% длины считается нормальной.

К сильному или неравномерному износу щеток может привести следующее:

- коммутатор или контактное кольцо имеют некруглое сечение,
- пятнообразование на коммутаторе или контактном кольце,
- влияние масла или грязи,
- запыленный воздух,
- выступающий наполнитель,
- вибрация,
- агрессивные газы и пары в воздухе,
- низкая влажность воздуха,
- плохая коммутация,
- перегрузка механизма,
- неравномерное или слишком слабое давление на щётку,
- неравномерное распределение тока,
- не одинаковые щётки,
- неправильно выбранные щётки.

Пятна и места обгорания на контактных кольцах и коммутаторах

Пятна и места обгорания являются, главным образом, следствием механических повреждений при эксплуатации щёток, когда в результате нарушений контакта появляются искры, ведущие к повреждениям коммутатора или поверхности контактного кольца.

Вначале появляются неотчетливые пятна, которые усиливаются при длительной эксплуатации. Покрытый окалиной материал коммутаторов и контактных колец со временем, при эксплуатации щёток, превращается в, так называемые, места обгорания.

Пятна особого рода образуются на коммутаторах и кольцах, выведенных из эксплуатации, в случае повышенной влажности воздуха, пара угольная щётка/ротор образует гальванический элемент. Для предотвращения подобного пятнообразования, в случае необходимости, необходимо положить изолирующие пластинки под угольные щётки.

Ситуации, в которых образуются пятна и места обгорания:

- коммутатор или контактное кольцо некруглого сечения,
- изоляция пластинок выступает,
- выступающие или слабые пластинки,
- дисбаланс якоря,
- недостаточное давление на щётки,
- вибрация или колебания держателя и угольной щётки,
- повреждение обмотки.

Образование бороздок

Существует множество причин, которые приводят к образованию тонких следов, так называемых бороздок, на материале коммутатора или контактного кольца при эксплуатации и внешних воздействиях. При неблагоприятных ситуациях эти бороздки, углубляясь и расширяясь, могут распространиться на всю поверхность угольной щетки.

Такие бороздки вначале не представляют опасности для работы машины. Тем не менее, если сносится дорогая коммутаторная медь, необходимо подбирать угольные щетки по качеству, или менять условия эксплуатации и окружающие условия, чтобы предотвратить образование бороздок. При оценке глубины бороздок необходимо иметь в виду, что сильная разница по цвету и контрастности между блестящим медным следом и патинированной зоной часто имеет сходство с бороздками, хотя это, собственно, только бросающиеся в глаза полоски незначительной глубины.

Наиболее частые причины для образования бороздок:

Механические примеси

Тончайшие, жесткие частицы пыли, которые могут быть принесены охлаждающим воздухом, могут попасть между поверхностями коллектора и угольной щетки и даже зацепиться в угольной щетке. Они могут поцарапать патину и привести в дальнейшем к образованию бороздок на поверхности коллектора.

Минеральные частицы в природном графите и углерод-графите ведут, в любом случае, к слабому воздействию на ротор и образованию мелких

бороздок. Поскольку сегодня в больших машинах, главным образом, используются электрографитовые угольные щетки, эта причина для бороздкообразования ограничивается единичными случаями.

Малая нагрузка и медные «узелки» на поверхности угольной щетки

Если машина загружена недостаточно, температура ротора остается невысокой. То же самое происходит в случае интенсивного обдува при нормальной нагрузке. В таких случаях патина является плохопроводящей и передача тока осуществляется, главным образом, по переключкам спёка. Температура в этих маленьких переключках настолько высока, что металл ротора начинает испаряться и тончайшие металлические частицы оседают на поверхности щетки, которые распознаются, в экстремальных случаях, как, так называемые, медные «узелки».

Причиной бороздкообразования являются катодные щетки, поскольку для возбуждения ионов меди играет роль направление электрических полей. При нагрузочном сопротивлении переменного тока бороздкообразование практически не рассматривается. Частицы меди, попадающие на поверхность щетки, царапают патину и приводят к бороздкообразованию.

Опасность бороздкообразования увеличивается при использовании угольных щеток со слабо обогащенной углеродом патиной. Особенно быстро появляются бороздки, когда угольные щетки при напряжении постоянного тока в работают в полярно разделенных треках. Бороздки образуются в таких случаях только под катодными щетками.

Высокая влажность воздуха

Влажность благоприятствует окислению металла ротора, давая возможность формированию толстых пленок. Эти слои, как и в холодных коммутаторах, образуют переключки (спёки) и ведут к образованию бороздок. Вероятно, при высокой влажности электролитические процессы также играют свою роль.

Бороздкообразование из-за пленок масла и смазки

Масла, смазочные материалы и другие, не проводящие ток, субстанции, попадающие на коллектор, образуют изоляционную пленку, сокращающую количество электропроводящих площадок. На оставшихся участках, вследствие высокой температуры, металл ротора начинает плавиться, создавая эффект подобный тому, что и при образовании переключек (пригаров). Кроме того, масло и смазочный материал, находящиеся на коллекторе, подвергаются крекингу при разогреве, образуя жесткий электродный кокс, способствующий бороздкообразованию.

Бороздкообразование при газовом обдуве

Химически агрессивные газы очень быстро приводят к образованию слоёв, плохо проводящих ток, на поверхности коллектора.

Слои или тонкая пленка разрушаются благодаря интенсивному пригоранию, приводя к бороздкообразованию. В таких случаях имеет смысл использовать в угольных щетках материалы, образующие плотную графитовую патину.

Колебания и вибрация щёток

В зависимости от интенсивности, колебания щеток могут относительно быстро привести к разрушению токоподводящих многоканальных проводов и образованию «башмака» на основании щётки, а вибрация к изломам и отслоениям, особенно на поверхности скольжения. Колебания щёток и особенно вибрация приводят к нарушению контакта между угольной щеткой и коллектором.

Если коммутатор и контактное кольцо безупречно круглые, а щётки вибрируют (отклонения от круглой формы, выступающее уплотнение и т.д. ведут, естественно, к вибрации), то, в основном, причиной вибрации является высокий коэффициент трения.

Очень гладкая, полированная патина, образование которой стимулируется длительной эксплуатацией при небольших нагрузках или холостом ходе, приводит к тому, что скольжение угольных щёток происходит вблизи сцепления. В других системах происходит так называемый эффект «обратного скольже-

ния». Угольные щётки, при соответственно высоком трении «разбалтываются», приводя к вибрации. Вибрация щёток уменьшается, если палец держателя давит на головку щётки таким образом, что направление усилия нажима действует в области пусковой кромки. В этом случае, особенно важный при неустойчивой силе трения, противодействующий момент на угольной щётке, стабилизирующий и компенсирующий силу трения, будет очень маленький (см. рис. 1 и 1а).

Слишком большое расстояние между держателями нежелательно, поскольку тогда вращающий момент вокруг нижней кромки обоймы щёткодержателя, обусловленный трением, будет большим.

Угольные щётки в позиции отдачи могут слегка вибрировать, как в позиции буксировки. Увеличение усилия нажима не устраняет вибрацию, поскольку одновременно увеличивается сила трения.

Прохождение тока напротив придает патине микрошероховатость, образуя частички срабатывания, уменьшающие трение (так называе-

мое «смазывание» током). Аналогичным образом уменьшается вибрация оснастки, если коллектор слегка приполирован. Необходимо еще раз подчеркнуть, что при обработке коммутаторов и колец не должны создаваться слишком гладкие поверхности (см. также 10.32).

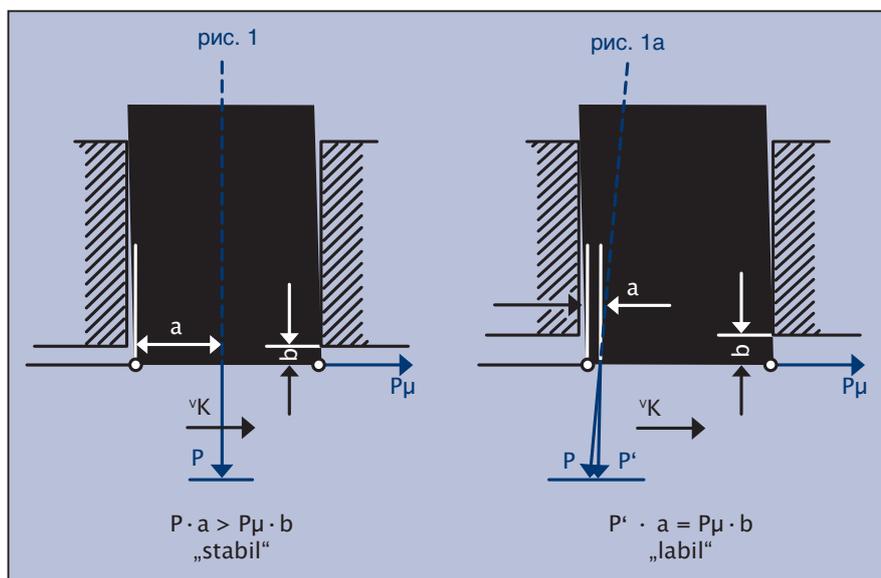
Небольшие количества парафина, нанесенного полотняной тряпкой на коммутатор или кольцо, уменьшают трение в любом случае. Это мероприятие не всегда даёт долговременный эффект, поскольку парафин, особенно при высоких температурах, быстро испаряется.

Если условия эксплуатации таковы, что есть опасность появления вибрации, необходимо с самого начала, принимая во внимание все необходимые требования к угольным щёткам, выбрать щетки устойчивые к холостому ходу.

Если же условия эксплуатации таковы, что, несмотря на правильно выбранный материал, невозможно избежать вибрации щеток, можно, время от времени, слегка стачивать патину.

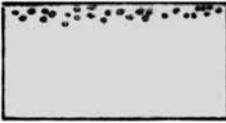
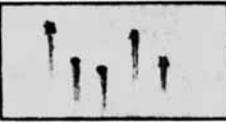
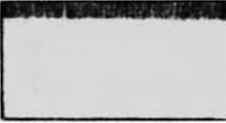
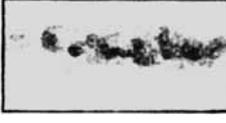
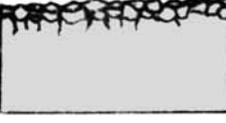
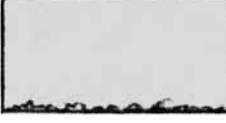
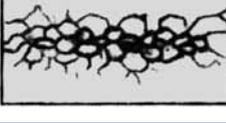
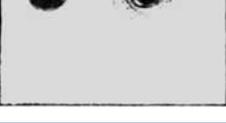
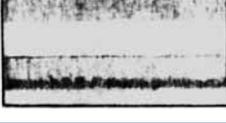
Причины возникновения колебаний и вибрации щёток:

- слишком гладкие коллекторы,
- недогружены угольные щётки,
- тонкая пыль в обдуве,
- большое расстояние между держателями,
- зазор в обойме щёткодержателя слишком большой,
- поперечный держатель стоит в позиции противодействия,
- палец щёткодержателя изогнут,
- коммутатор некруглого сечения,
- недостаточная влажность воздуха,
- изоляция коммутатора выступает,
- материал щётки не подходящий.

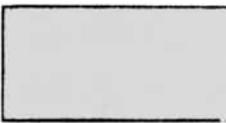
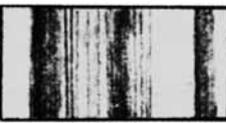
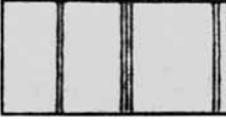
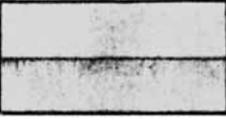
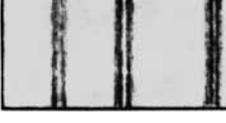
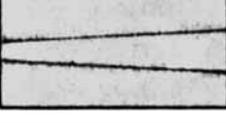


Поверхности скольжения угольных щёток

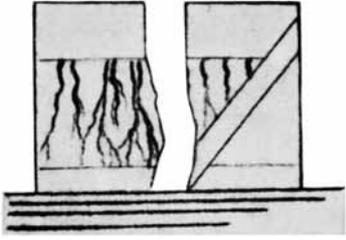
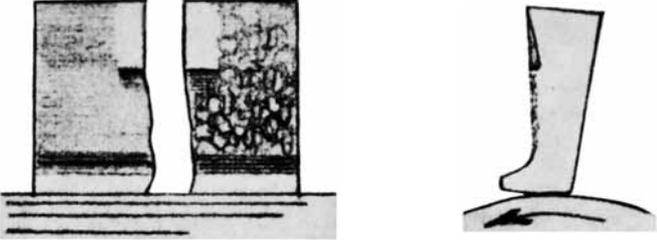
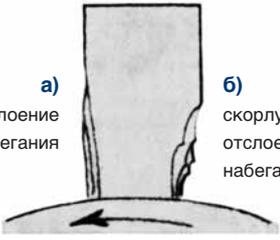
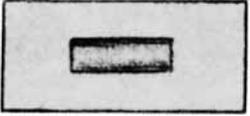
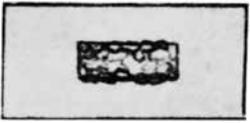
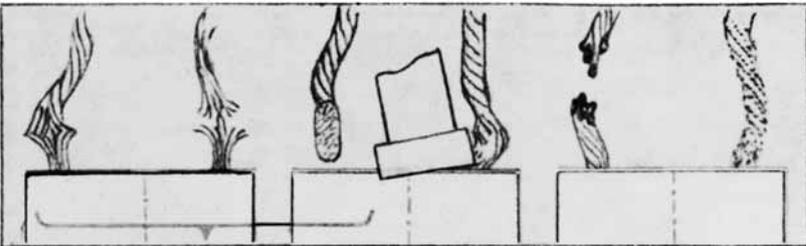
Электрические причины

<p>1</p>  <p>Дуговые крапинки на набегающем и сбегающем краях</p>	<p>5</p>  <p>Кометы</p>	<p>9</p>  <p>Полоски обжига коммутационного пламени на сбегающем краю</p>
<p>2</p>  <p>диффузные пятна в середине поверхности скольжения</p>	<p>6</p>  <p>Сильное обгорание на набегающем и сбегающем краях</p>	<p>10</p>  <p>Коррозия на набегающем и сбегающем краях</p>
<p>3</p>  <p>обгоревшая и растрескавшаяся поверхность скольжения</p>	<p>7</p>  <p>Обгорания в точках отжига на набегающем и сбегающем краях</p>	<p>11</p>  <p>Коллекторное деление</p>
<p>4</p>  <p>Переход между блестящими, гладкими и матовыми полосками</p>	<p>8</p>  <p>Каверны</p>	<p>12</p>  <p>Полоски с четким краем</p>

Механические причины

<p>20</p>  <p>безупречная поверхность скольжения</p>	<p>23</p>  <p>Полосы с бороздками и желобками</p>	<p>26</p>  <p>Расщепление в набегающем и сбегающем краях</p>
<p>21</p>  <p>волосовидные бороздки</p>	<p>24</p>  <p>Зеркало</p>	<p>27</p>  <p>Медные «узелки»</p>
<p>22</p>  <p>тонкие желобки</p>	<p>25</p>  <p>множественные зеркала</p>	<p>28</p>  <p>размазанные полоски масла с матовым блеском</p>

Возможные повреждения угольных щёток

<p>30</p>  <p>а) «Ветвистость» в результате воздействия пыли</p> <p>б) усечение пылевыми бороздками</p>	<p>33</p>  <p>а) образование «башмака» механическое</p> <p>б) одновременное разрушение, обусловленное протеканием тока</p> <p>вид сбоку</p>
<p>31</p>  <p>Трещина в результате колебаний</p>	<p>34</p>  <p>а) Отслоение стороны сбегания</p> <p>б) скорлуповидное отслоение стороны набегаия</p>
<p>32 Верхний торец угольной щётки Срабатывание нажимной детали</p>  <p>а) гладкое из-за чисто механического воздействия</p>  <p>б) обгоревшее в результате дополнительной передачи тока и искрения</p>	<p>Повреждения кабеля угольной щетки</p>  <p>35 сплющен 36 при вибрации расплетен 37 оторван 38 срезан 39 прогорел 40 корродирован газом</p>

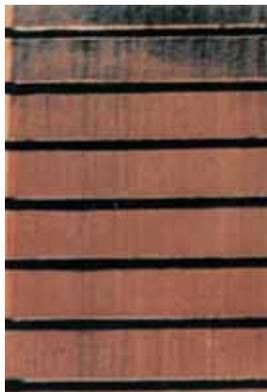
Типичные поверхности скольжения коммутаторов

Равномерная светло-коричневая патина



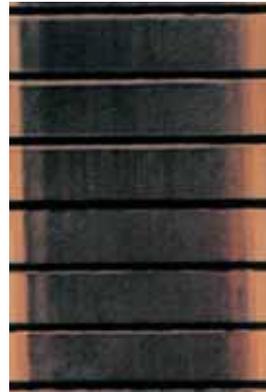
P 2

Равномерная коричневая патина



P 4

Равномерная тёмно-коричневая патина



P 6

Все три изображения патины являются нормальными. В любом случае коммутаторы должны хорошо работать. Различный цвет патины обусловлен, кроме прочего, различными исходными материалами угольных щеток.

Патина с ярко выраженными полосками



P 12

Такой рисунок патины зачастую отражает резкую смену напряжения. При отсутствии негативных внешних воздействий, такое состояние патины может оставаться стабильным.

Растрескавшаяся патина со слабым бороздкообразованием



P 14

Плохая циркуляция воздуха, пары масла, пыль, агрессивные газы и т.д. могут привести патину в такое состояние как на рис. P 12 и P 14. Устраняется улучшением условий эксплуатации или же с помощью использования углеродного патинообразующего материала угольной щетки.

Неравномерная пятнистая патина

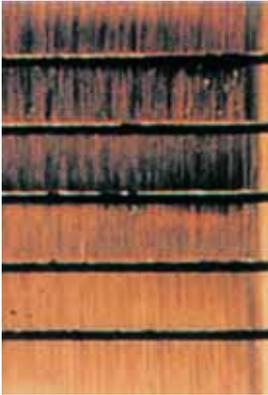


P 16

Неравномерная пятнистая патина. Причиной может быть: коммутатор некруглого сечения, вибрация трения из-за слишком гладкого коммутатора, вибрация машины.

Типичные поверхности коммутатора

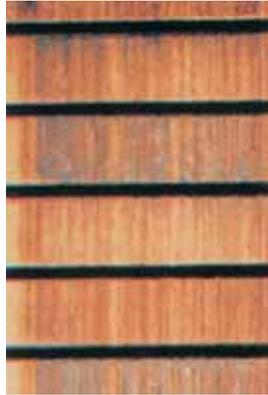
Единичные, равномерно и неравномерно распределенные темные пятна



P 22

Причина, как и в P16, механические повреждения коммутатора

Пятнистые пластинки с мелкими крапинками



P 24

Встречаются часто на слишком гладких коммутаторах с высокоомным материалом щетки с небольшим содержанием графита. Из «крапинок» и нарушений контакта могут образоваться в дальнейшем пятна, как на рис. P22.

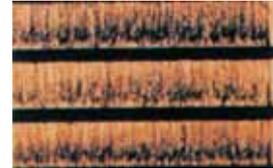
Равномерно сменяющиеся светлые и темные пластины, так называемая «збровидная» полосатость



P 42

Причина появления в неправильной обмотке. Главным образом при двухходовой петлевой обмотке. Предотвращение или ослабление возможно с помощью хороших контактных материалов угольной щётки.

Смазанные пятна и обгорания в середине пластины, кратеры плавления на кромке пластины



P 26

Встречается при плохой коммутации или при неправильной обработке коммутатора. Причиной могло послужить недостаточное давление на щётку, вибрация или неверный выбор материала щетки.

Пятнообразование в вдвоенном полюсном шаге



P 46

Причиной пятнообразования в вдвоенном полюсном шаге лежит в дефекте так называемого эквипотенциального соединения в обмотке якоря и дефектах в местах спайки между обмоткой и коммутатором. В результате длительного простоя может также образоваться такая картинка.

Смазанные затенения, усиливающиеся по направлению к кромке пластины

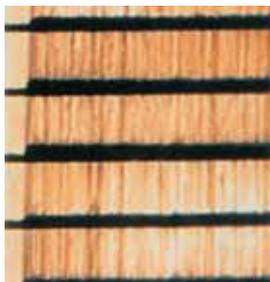


P 28

Если выражены на каждой пластине, могут являться следствием плохой коммутации. При неравномерном распределении причиной может являться нарушение контакта в результате неправильной формы коммутатора.

Типичные поверхности коммутатора

Умеренные обгорания на кромке пластины, кратеров оплавления меди нет



В 2

Обгорания на сбегающем краю пластины вследствие недостаточной коммутации.

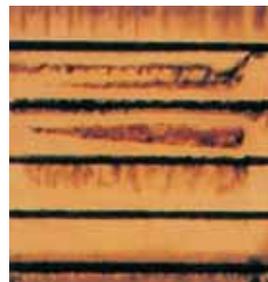
Сильные обгорания кромки на одной или нескольких пластинах, кратеры оплавления меди



В 6

Частой причиной являются повреждения в обмотке якоря или механические повреждения, как например выступающая или вдавленная пластина коммутатора, что в этом случае приведет к интенсивному возгоранию щетки.

Обгорания в середине пластины



В 8

Обгорание пластины обусловлено неправильной коммутацией.

Обгорание, покрытое окалиной, с ярко выраженными крапинками



В 10

Обгорание в прогрессирующей стадии, вследствие плохой коммутации и возгорания под угольной щёткой. При реверсивном режиме при повреждении набегающего и сбегающего края причины см. в В2 и В6.

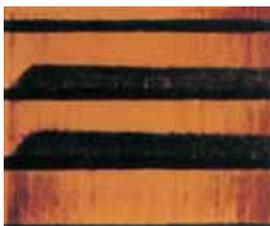
Типичные поверхности коммутатора

Пятна, четко ограниченные сбегающим краем щётки, увеличивающиеся в направлении вращения сбегающего края пластины, так называемые «полосы обгорания» на сбегающем краю пластины, отчасти каплевидное оплавление.



T 10

Так же как и T10, но без каплевидного плавления на сбегающем краю



T 16

Вызвано образованием искр, вследствие недостаточной коммутации. Причины могут быть различными.

Слабая маркировка на одной или нескольких кромках пластин со слабыми крапинками



T 12

Зачастую это признак механического повреждения коммутатора в этом месте (опрокидывания щетки, изменения силы трения, трещины пластины), которое еще не привело к возгоранию щетки

Легкие обгорания на сбегающей кромке пластины при относительно сохранной поверхности коммутатора



T 18

Коммутация на границе. Вероятно, для щетки необходим материал с лучшими коммутирующими свойствами.

Резкое воспламенение пластины с покрытой окалиной поверхностью



T 14

Происходит при вибрации и слабом давлении на щётку. Причиной может быть радиальное биение коммутатора.

Типичные поверхности коммутатора

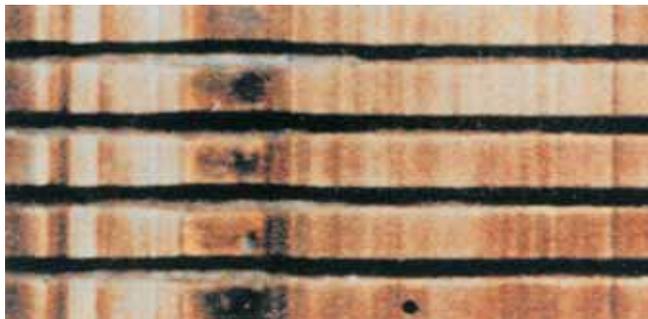
Сильное разрушение коллектора с образованием полос и неровностей



R 2

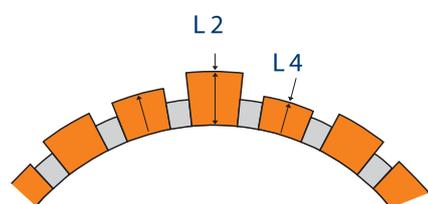
Продолжительная эксплуатация с недогрузкой при холодном коммутаторе. Часто встречается при использовании металлосодержащих угольных щеток.

Разрушение коллектора, связанное с появлением бороздок и пригара

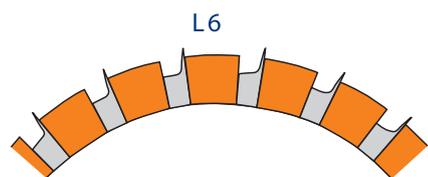


R 4

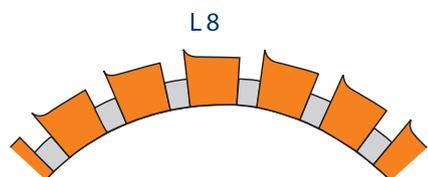
Полоски пригара из-за несовершенного контакта (низкое давление на щётку) и загрязнения.



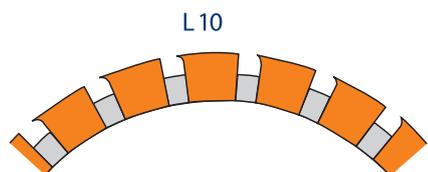
выступающая/вдавленная пластина



выступающая изоляция пластины



Заусенцы на кромке пластины

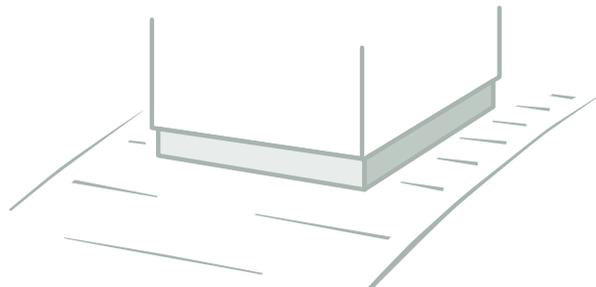


Сплющивание меди

Если у Вас возникли вопросы, воспользуйтесь, пожалуйста, сокращениями (P2, P4 и т.д.). Это поможет унифицировать проблему и облегчит обсуждение

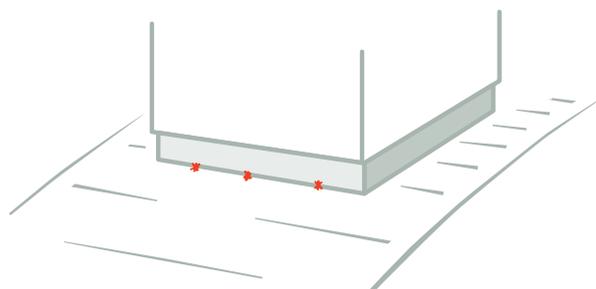
1

без искрообразования



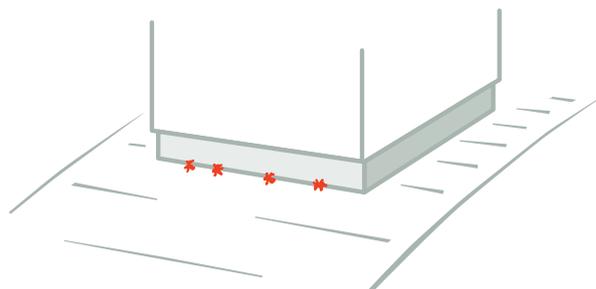
1.5

слабые, прерывистые искры



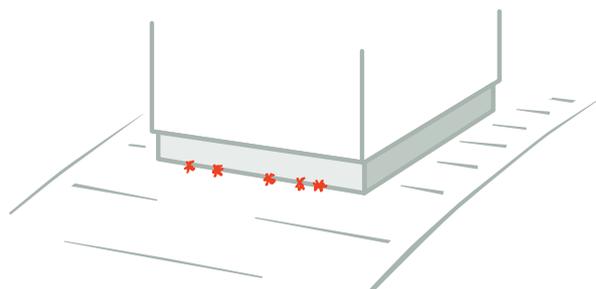
2

слабые, постоянные искры



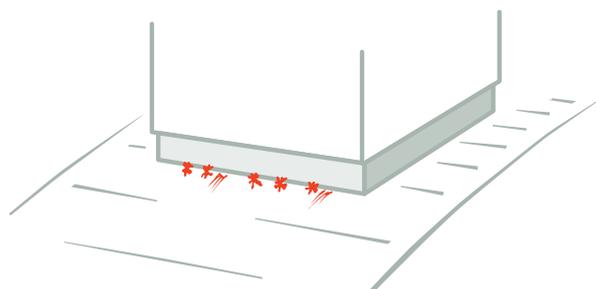
2.5

сильные искры, отчасти красные



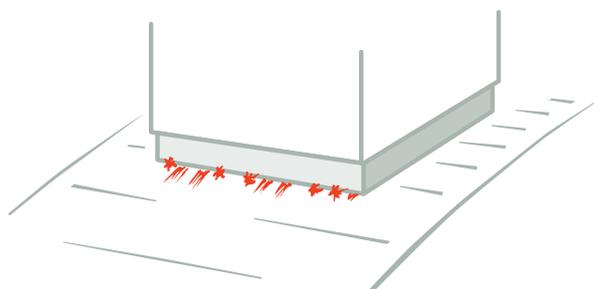
3

интенсивные искры с единичными струйками пламени



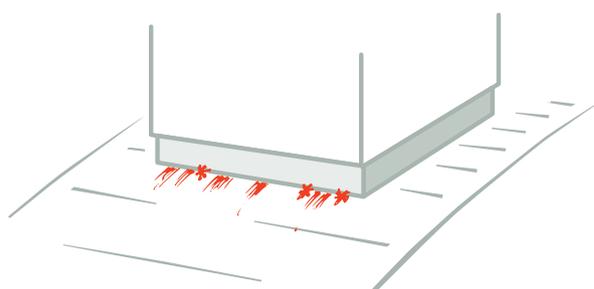
3.5

Интенсивное искрение с многочисленными струйками пламени



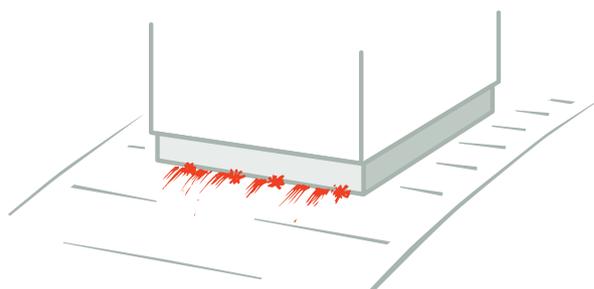
4

сильное струящееся пламя



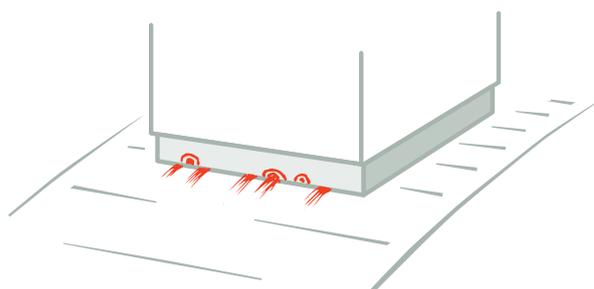
4.5

сильное струящееся пламя с отдельными зелеными искрами



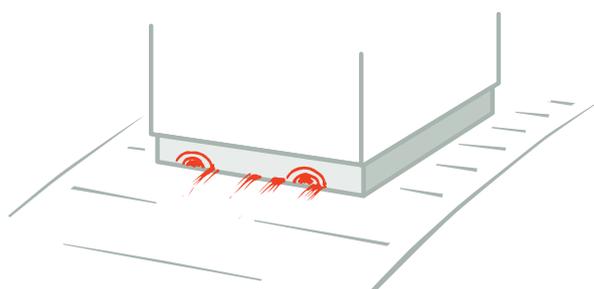
5

единичные блуждающие точки расплава



5.5

многочисленные точки расплава



Schunk Kohlenstofftechnik GmbH

10.36r/2007

Rodheimer Strasse 59
35452 Хойхельхайм
Германия

Телефон: +49 (641) 6 08-0
Факс: +49 (641) 6 08-12 23

www.schunk-group.com
infobox@schunk-group.com

