

УДК 621.165

**ЭЛЕКТРОЭРОЗИЯ ПОДШИПНИКОВ ТУРБОАГРЕГАТОВ
ELECTROEROSION OF BEARINGS OF TURBOUNITS**

П.К. Мартьянов, А.Ю. Поланцевич
Научный руководитель – С.А. Качан, к.т.н., доцент
Белорусский национальный технический университет,
г. Минск, Республика Беларусь
kachan@bntu.by

P. Martyanov, A. Polantsevich
Supervisor – S. Kachan, Candidate of Technical Sciences, Docent
Belarusian national technical university, Minsk, Belarus

Аннотация: рассматриваются причины возникновения электроэрозии подшипников турбоагрегатов. Описана схема циркуляции тока в контуре: вал - подшипник - фундаментная плита - заземляющая щетка – вал. Приведены наиболее характерные признаки существования электроэрозионных процессов. Указаны меры для своевременного выявления и предотвращения электроэрозии подшипников турбоагрегатов.

Abstract: the reasons for the occurrence of electrical erosion of bearings of turbine units are considered. The scheme of current circulation in the circuit: shaft - bearing - foundation plate - grounding brush – shaft is described. The most characteristic signs of the existence of electroerosive processes are given. Measures for the timely detection and prevention of electrical erosion of bearings of turbine units are indicated.

Ключевые слова: электроэрозия, подшипник, турбоагрегат, заземление, изоляция, повреждения.

Key words: electrical erosion, bearing, turbine unit, grounding, insulation, damage.

Введение

Электроэрозия подшипников турбоагрегатов проявляется в постепенном разрушении деталей подшипника и соприкасающейся с ними поверхности вала паразитными токами. Сам процесс электроэрозии может протекать при этом достаточно длительное время, без каких-либо внешних проявлений, однако в некоторый момент времени может возникать быстрое механическое разрушение баббитовых вкладышей подшипников и даже повреждение поверхности вала [1].

Основная часть

Причины возникновения электроэрозии могут быть следующие [2]:

1. Отсутствие заземления (нарушение заземления) вала турбоагрегата, при этом на валу накапливается электростатический заряд, обусловленный трением сухого пара о лопатки турбины. Величина постоянного напряжения, определяемая этим зарядом, достигает сотен вольт [3], что может приводить к пробоям масляной пленки между валом и подшипником. В месте пробоя при этом протекает ток разряда, вызывающий микроскопические разрушения вала и вкладыша подшипника. После отекания заряда и восстановления изоляции

масла происходит новое накопление заряда на валу, новый пробой - и процесс повторяется циклически в течение длительного времени. Обычно эрозионные разрушения, вызванные статическими разрядами, невелики вследствие незначительной мощности разрядов.

2. Наиболее опасной причиной является протекание через подшипники турбоагрегатов паразитных токов. Магнитная система ротор-статор турбоагрегата, как всякая неидеальная система, обладает некоторой несимметрией. Причиной несимметрии может быть несовпадение геометрических осей ротора и статора, различия в размерах стыков пакетов стали в статоре, несимметрия осевых вентиляционных каналов и т.д. В результате магнитный поток в зазоре между статором и ротором в системе координат, связанной с ротором, приобретает переменную составляющую, пульсирующую с частотой вращения ротора. Вал ротора в этом случае можно рассматривать как проводник, находящийся в переменном магнитном поле. По закону Ленца на концах вала наводится переменная электродвижущая сила (ЭДС), значение которой составляет обычно несколько вольт, которая называется продольной ЭДС ротора. Переменная ЭДС на концах вала может возникнуть и при отсутствии асимметрии магнитной системы машины, если сталь статора имеет остаточное намагничивание.

Если вал ротора со стороны турбины соединен с землей через заземляющую щетку, то ЭДС ротора оказывается приложенной к противоположному концу. Во избежание образования короткозамкнутого контура корпус подшипника с этой стороны изолируют относительно земли, причем в подшипнике имеются два изолирующих промежутка: масляная пленка и подступовая изоляция. Если по каким-либо причинам происходит одновременное нарушение масляной пленки и подступовой изоляции, то под действием продольной ЭДС ротора начинает циркулировать ток в контуре: вал – подшипник – фундаментная плита – заземляющая щетка – вал, как это показано на рисунке 1 [2].

При малом сопротивлении этого контура значение тока может достигать десятков ампер, что приводит к интенсивному электроэрозионному разрушению шейки вала и вкладышей подшипников. Данный режим является абсолютно недопустимым и требует достаточно быстрой остановки турбоагрегата для своевременного устранения выявленного дефекта. При отсутствии или нарушении контакта заземляющей щетки с валом турбоагрегата данный режим может возникнуть при дополнительном пробое масляной пленки на заземленном подшипнике со стороны турбины.

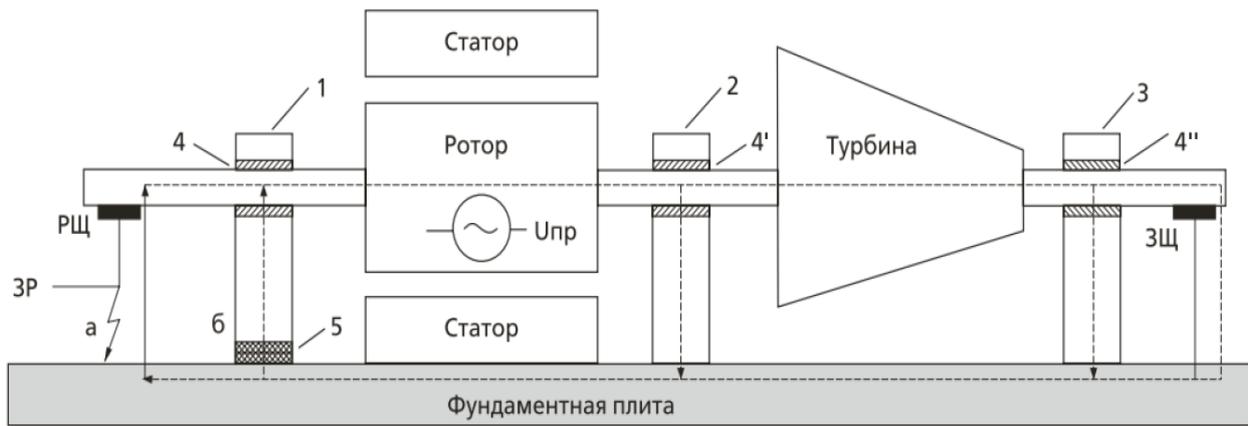


Рисунок 1 – Циркуляция тока в контуре: вал - подшипник - фундаментальная плита - заземляющая щетка – вал: РЩ - релеяная щетка; ЗР - защита ротора от замыканий на землю в одной точке; ЗЩ - заземляющая щетка; 1 - подшипник генератора со стороны возбудителя (изолированный); 2 - подшипник генератора со стороны турбины (неизолированный); 3 - подшипники турбины (неизолированные); 4, 4', 4'' - масляные пленки подшипников; 5 - подступовая изоляция; а - замыкание на землю поводка РЩ; б - перекрытие на землю подступовой изоляции

При исправной изоляции изолированного подшипника и нарушении масляной пленки в контуре также могут протекать токи, но существенно меньшие по величине, обусловленные емкостью корпуса подшипника относительно земли. Однако при длительном протекании эти токи также могут вызвать электроэрозию, которая обычно обнаруживается при плановых ремонтных работах со вскрытием подшипника. Наиболее характерными признаками существования электроэрозионных процессов являются [2]:

- наличие на поверхности деталей подшипника повреждений в виде точечных углублений, заполненных продуктами окисления масла;
- наличие каверн, покрытых теми же окислами;
- отпечатки выступов или отверстий контроля на поврежденной поверхности;
- матовые пятна на блестящей, приработанной поверхности шейки вала и вкладышах;
- ветвящиеся или почти прямые треки-отпечатки каналов разрядов по поверхности деталей;
- покрытые налетом меди пояски электроэрозионных каверн над латунными кольцами масляных уплотнений и кромками стальных деталей.

Вышеперечисленные признаки встречаются как по отдельности, так и в различных сочетаниях, нередко маскируясь абразивным износом подшипниковых деталей.

Заключение

Из вышеизложенного следует, что для своевременного выявления и предотвращения электроэрозии подшипников турбоагрегатов должны приниматься следующие меры [2]:

- вал турбоагрегата должен иметь надежную связь с Землей через заземляющую щетку со стороны турбины, обеспечивающую стекание статических зарядов;

- изоляция масляной пленки и корпусов подшипников относительно земли со стороны, противоположной турбине, должна быть исправна и контролироваться специальными устройствами.

Литература

1. Эксплуатация турбогенераторов с непосредственным охлаждением / Под общ. редакцией Л.С. Линдорфа и Л.Г. Мамиконянца. – Москва: Энергия, 1972. – 351 с.
2. Илюшин, П. Электроэрозия подшипников // Технологии и оборудование / Турбоагрегаты. – 2014. – № 3 (55). – С. 28 – 30.
3. Исследование мощных паровых турбин на электростанциях / С.Ш. Розенберг, Л.П. Сафонов, Л.А. Хоменок. – Москва: Энергоатомиздат, 1994. – 272 с.