

ООО «НПП «РЕЗОНАНС»

Юридический адрес: 113184, г. Москва, 1-й Новокузнецкий пер., 5/7
Почтовый адрес: 105318, г. Москва, Ткацкая ул., д. 1, оф. 437
тел. 962-87-14, т/ф 652-92-61
ИИН-7705054738, КПП - 770501001
р/с 40702810400300000267 в ОАО «Банк Москвы»
в г. Москве, к/с 30101810500000000219,
БИК 044525219, ОКПО 28903867

Главному инженеру ТЭЦ, ГРЭС

№ 59 от 27. 04. 2015 г.

О контроле подстуловой изоляции и масляной пленки изолированных подшипников и заземлении вала ТА.

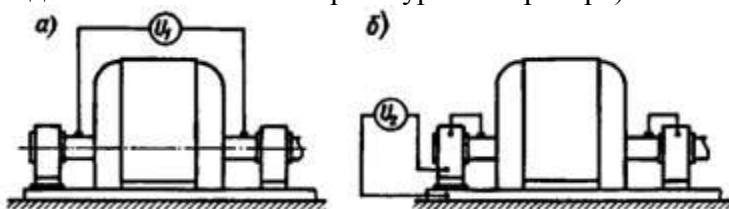
Уважаемые коллеги!

Персонал электрических станций, с которыми нам приходилось работать, сталкивается с серьезными трудностями при измерении сопротивления подстуловой изоляции и масляной пленки изолированных подшипников, что предусмотрено правилами эксплуатации ТГ. Поскольку наше предприятие много лет занимается вопросами контроля изоляции подшипников и заземления вала ТГ, мы сочли возможным кратко изложить суть проблемы и предложить способ ее решения.

Традиционно для оценки сопротивления подстуловой изоляции применяются три метода.

1. Измерение сопротивления подстуловой изоляции относительно фундаментной плиты мегомметром. Этот способ часто приводит к выходу из строя технологических датчиков, а в отдельных случаях срабатыванию соответствующих защит и отключению ТГ. Применение метода возможно для измерения только подстуловой изоляции и на остановленном ТГ.

2. Проверка состояния изоляции вала на работающем ТГ в эксплуатации путем измерения напряжений по концам вала и между фундаментной плитой и корпусом подшипника стороны, противоположной турбине (при зашунтированной масляной пленке меж валом и корпусом подшипника с обеих сторон турбогенератора).



Такая проверка технически сложно выполнима из-за трудного доступа к валу со стороны турбины на действующем ТГ. Но даже, если удастся измерить напряжения U1 и U2 (см. рис.), их сравнение дает чисто оценочный результат.

3. Третий метод измерения сопротивления подстуловой изоляции и масляной пленки изолированного подшипника изложен в эксплуатационном циркуляре № Ц-05-88(Э) "О предотвращении электроэрозии турбоагрегатов". В циркуляре указаны предельные эксплуатационные значения изоляции корпусов подшипников (2 кОм) и масляной пленки (1 кОм) и изложена методика проведения измерений.

На практике произвести достоверные измерения по этой методике весьма затруднительно по следующим причинам:

- Для измерения нужен хороший контакт ЗЩ с валом. ЗЩ располагается по рекомендации заводов – изготовителей турбин вблизи первого подшипника турбины. Доступа для обслуживания к ЗЩ на рабочем ТГ чаще всего нет, либо крайне сложен. Условия эксплуатации из-за высокой температуры и постоянного замасливания тяжелые. А, как следствие, контакт ЗЩ с валом нарушается после 1,5-2 месяцев эксплуатации. На некоторых ТГ, если позволяет конструкция, ЗЩ устанавливают между генератором и турбиной. Здесь условия эксплуатации лучше, но обслуживание все равно затруднено.

Если для заземления вала воспользоваться переносным щупом (ПЩ), то персоналу трудно найти место со стороны турбины, где есть доступ к валу. Обычно это узкие щели шириной 3-5 см, для

ПЩ требуется длинная изолированная штанга, при таком рычаге прижать ПЩ к валу для хорошего контакта невозможно.

- Измерить напряжение милливольтметром на шунте 10 Ом вблизи действующего генератора, в условиях сильных электромагнитных полей и наводок на соединительные провода сопоставимых с измеряемой величиной практически очень сложно.

Для решения этой проблемы наше предприятие разработало устройство контроля изоляции подшипника и масла КПИМ-2 (модификации КПИМ-1.2, КПИМ-3), позволяющее отслеживать изменения сопротивления изоляции подшипников и масла визуально по цифровому индикатору устройства или через внешний мониторинг, а также сигнализировать о снижении сопротивления подстоловой изоляции и масляной пленки ниже уставок 2 кОм и 1 кОм соответственно, и дополнительно - о случайном замыкании на землю цепи РЩ.

Принцип действия устройства основан на наложении на корпус подшипника турбоагрегата (далее ТА) напряжения, содержащего две составляющие, постоянную и переменную и контроля значения этих составляющих.

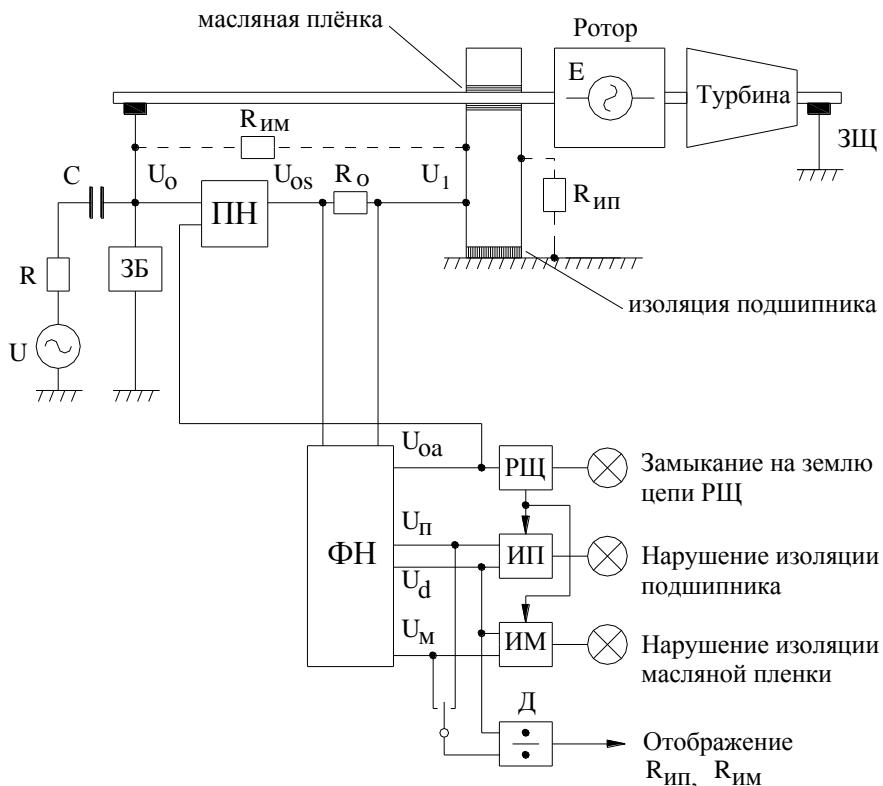


Рис. 1. Структурная схема устройства КПИМ-2.

Напряжение на релейной щетке (РЩ), при наличии заземляющей щетки (ЗЩ) определяется продольной ЭДС на валу генератора (E), имеющей значение порядка нескольких вольт. При отсутствии ЗЩ или при нарушении ее контакта с валом, напряжение на РЩ (валу ТА) определяется внутренним источником ЭДС устройства (U). Вследствие наличия ЗБ, имеющего малое сопротивление для постоянного тока, напряжение на РЩ U_0 содержит только переменную составляющую.

Напряжение вала ТА U_0 через РЩ подается на первый вход сумматора - повторителя напряжения ПН, на второй вход которого подается постоянное напряжение U_{0a} с выхода формирователя напряжения ФН. Значение напряжения U_{0a} равно амплитуде переменного напряжения U_0 . Коэффициент усиления сумматора - повторителя напряжения ПН по первому входу равен единице, по второму входу – 0,5. Таким образом, напряжение на выходе ПН U_{0s} содержит переменную и постоянную составляющие, причем амплитуда переменной составляющей, равная амплитуде напряжения на валу U_0 , в два раза превышает значение постоянной составляющей. Напряжение U_{0s} подается на первый вход формирователя ФН, в котором формируется постоянное напряжение U_{0a} .

Через шунт сопротивлением R_0 напряжение с выхода ПН прикладывается к корпусу подшипника ТА. Напряжение на корпусе подшипника U_1 при высоком сопротивлении изоляции подшипника относительно земли и высоком сопротивлении масляной пленки практически равно напряжению U_{0s} . Поскольку переменная составляющая U_{0s} равна U_0 , в нормальном режиме разность потенциалов по переменному току между валом ТА и корпусом подшипника равна нулю.

Напряжение корпуса подшипника U_1 подводится ко второму входу формирователя ФН, который на своих выходах формирует постоянные напряжения:

U_d - пропорциональное удвоенной постоянной составляющей напряжения U_1 ;

U_M - пропорциональное арифметической разности амплитуды переменной (U_{1a}) и удвоенной постоянной составляющей напряжения U_1 ;

U_Π - пропорциональное арифметической разности амплитуды переменного напряжения U_0 и амплитуды переменной составляющей напряжения U_1 .

В данной схеме, при условии, что значение напряжения U_{0a} равно амплитуде переменного напряжения U_0 , справедливы следующие соотношения:

$$R_{IM} = \frac{U_d \cdot R_0}{U_{1a} - U_d} = \frac{U_d \cdot R_0}{U_M}, \quad R_{IP} = \frac{U_d \cdot R_0}{U_0 - U_{1a}} = \frac{U_d \cdot R_0}{U_\Pi},$$

Сопротивление шунтирующего резистора R_0 составляет 2 кОм. Искомые сопротивления изоляции масляной пленки и подшипника могут быть найдены как

$$R_{IM} = \frac{2 \cdot U_d}{U_M}; \quad R_{IP} = \frac{2 \cdot U_d}{U_\Pi}; \quad [кОм] \quad (1)$$

Таким образом, измерив напряжения на выходе формирователя ФН, можно оценить текущие значения сопротивления изоляции подшипника на землю (R_{IP}) и сопротивление изоляции масляной пленки (R_{IM}).

Напряжения U_d и U_Π поступают на входы органа контроля изоляции подшипника ИП, а напряжения U_d и U_M на входы органа контроля изоляции масла ИМ. Напряжение U_{0a} подается на вход органа контроля замыкания вала турбоагрегата или цепи релейной щетки на землю РЩ. На выходах органов ИП и ИМ при снижении сопротивления изоляции ниже заданных уставок (2кОм и 1кОм) формируются сигналы о соответствующем нарушении изоляции. При снижении напряжения U_{0a} ниже 0,16 В формируется сигнал о замыкании цепи РЩ на землю и блокируются сигналы на выходах органов ИП и ИМ. Срабатывание органа РЩ возможно также если вал турбоагрегата продавит масляную пленку при нарушенном сопротивлении изоляции подшипника на землю.

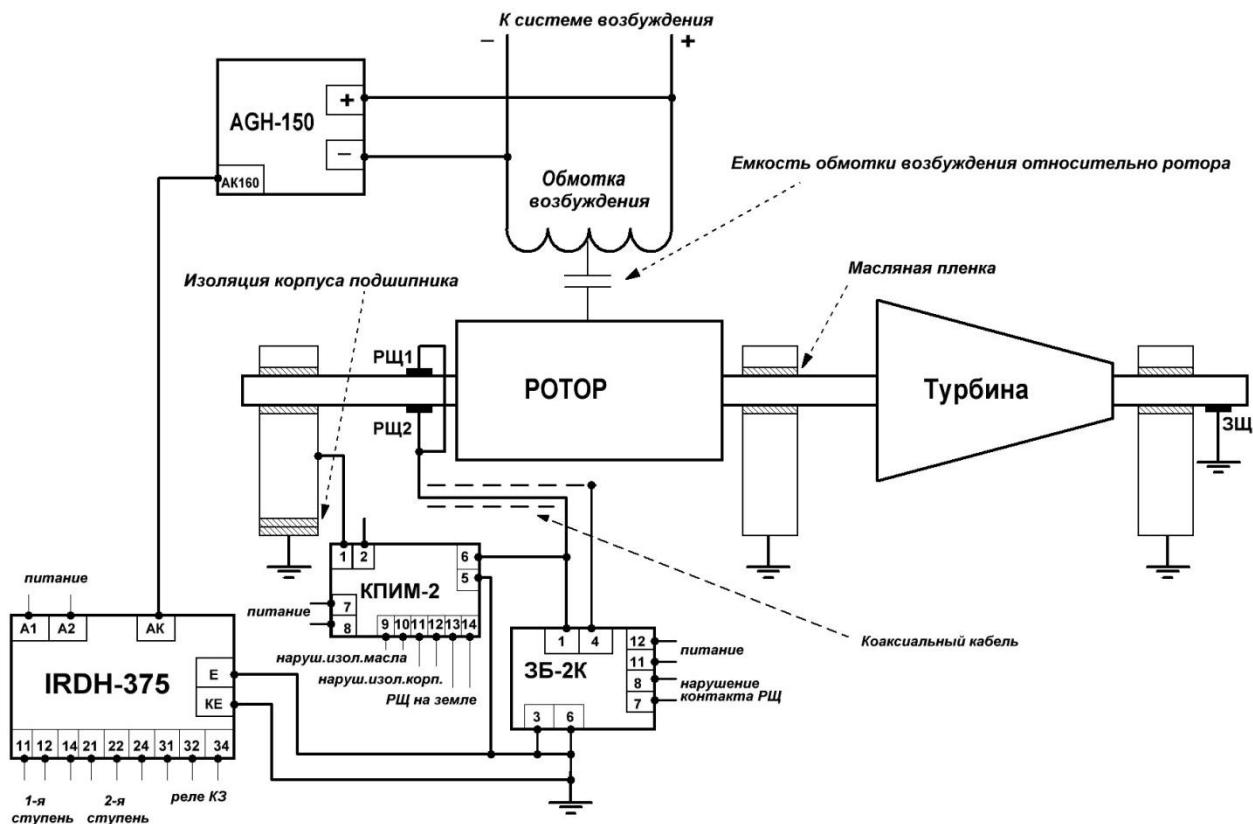
Напряжения U_M и U_Π через переключатель, а также напряжение U_d поступают на вход аналогового делителя Δ , который выполняет операции, в соответствии с формулами (1). Выходное напряжение аналогового делителя поступает на встроенный цифровой измерительный прибор, который отображает текущее значение сопротивления изоляции либо R_{IM} , либо R_{IP} в зависимости от положением переключателя.

Для надежной работы устройства КПИМ-2 необходим качественный контакт РЩ с валом и низкоомная связь РЩ с землей по постоянному току. С этой целью применяется наша разработка – устройство заземления вала ТГ с контролем контакта РЩ ЗБ-2К.

Устройство ЗБ-2К имеет малое сопротивление на постоянном токе и большое сопротивление на частотах 50, 150 и 250 Гц, характерных для продольной ЭДС ротора. Устройство ЗБ-2К обеспечивает снятие статического напряжения и высокочастотных импульсных наводок от тиристорной системы возбуждения генератора через РЩ и запирает контур для подшипниковых токов на указанных выше частотах. Кроме того, ЗБ-2К обеспечивает качественный контроль контакта РЩ с валом как по заданной уставке величины переходного сопротивления, так и по степени прерывистости контакта.

Такой контроль необходим в равной степени как для правильной работы КПИМ-2, так и защиты генератора от одинарного замыкания в обмотке ротора. РЩ находится вблизи изолированного подшипника генератора и доступна для обслуживания на работающем ТГ. При срабатывании на ЗБ-2К сигнала «нарушение заземления вала ТГ» персонал всегда может восстановить контакт РЩ с валом.

Типовая схема подключения устройства КПИМ-2 к цепям ТА с привязкой к защите ротора А-ISOMETER IRDH 375(275) приведена на рис.2:



Ген. директор

Белозор

Белозор А.Н.

Главный научный сотрудник, д.т.н. проф.

Левиуш

Левиуш А.И.

Ведущий научный сотрудник, к.т.н.

Гануз

Алексеев В.Г.

Исп. Павелькова А.В.

(495) 652-93-91