

# Методы контроля состояния токопроводов, сборных шин и ошиновок

Презентацию выполнил  
студент группы ЭП-2-14  
Астафьев А.С.

Проверила Савенкова Л.Т.

# Введение

В приведенных разделах изложены основные принципы и методы оценки состояния токопроводов, сборных шин и ошинок, конденсаторов, опорных и подвесных изоляторов на соответствие техническим нормам, установленным в нормативно-технических документах Министерства топлива и энергетики Российской Федерации РАО "ЕЭС России" и заводов-изготовителей аппаратов; указаны приборы, используемые при измерениях, и схемы испытаний.

Сроки проведения различных видов профилактических испытаний должны устанавливаться на основании действующих Норм испытаний электрооборудования с учетом конкретных условий эксплуатации и утверждаться главным инженером энергосистемы (предприятия). Результаты измерений и испытаний фиксируются в документах, вид которых также устанавливается распоряжением по энергосистеме (предприятию). В качестве предпочтительной формы таких документов рекомендуется карта, в которой регистрируются результаты измерений и испытаний в течение всего срока службы аппарата и которая позволяет наглядно видеть динамику изменений характеристик аппарата во времени.

# 1. Измерение сопротивления изоляции

Измерение сопротивления изоляции токопроводов всех типоразмеров производится мегаомметрами на напряжение 2500 В. Измерения производятся на полностью собранном, но отсоединенном от аппаратов (измерительные трансформаторы напряжения, вентильные разрядники, ограничители перенапряжений, выключатели, разъединители, генераторы и трансформаторы) токопроводе. Вывод мегаомметра "rx" подсоединяется к токоведущей шине, а вывод "-" - к оболочке токопровода. Подключение мегаомметра производится в любой точке токопровода исходя исключительно из удобств проведения измерений. В процессе монтажа токопровода рекомендуется дополнительно производить измерение сопротивления изоляции каждой его секции до установки на фундамент.

В случае необходимости измерения сопротивления изоляции ошиновок необходимо отсоединение от них всех аппаратов, место подключения мегаомметра может быть произвольным.

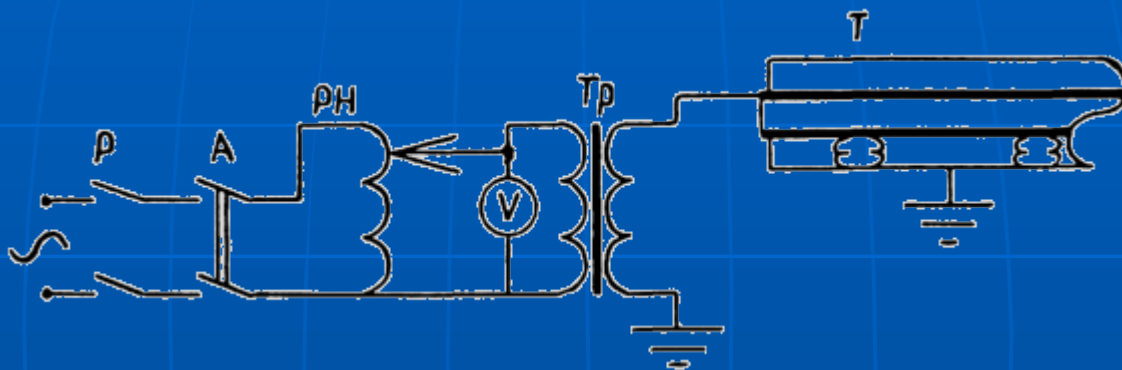
Измерение сопротивления изоляции токопроводов и ошиновок производятся для каждой фазы при заземленных двух других. При резком (в 2-3 раза) различии сопротивлений разных фаз рекомендуется по возможности произвести тщательный осмотр фазы с минимальным сопротивлением изоляции для выявления причин такого различия сопротивлений изоляции и устранить эти причины.

Для подвесных изоляторов измерение производится до монтажа путем подключения выводов "rx" и "-" мегаомметра к металлическим частям изолятора. Для проверки штыревых изоляторов необходимо на шейку изолятора наложить металлический бандаж. Выводы "rx" и "-" мегаомметра подсоединяются к бандажу и штырю. До проведения измерений сопротивления изоляции подвесные и штыревые изоляторы подвергаются осмотру, при котором проверяется целостность фарфора, арматуры, глазури, исправность армировки.

## 2. Испытание повышенным напряжением

Испытание повышенным напряжением промышленной частоты производится при отсоединенных от токопровода (или сборных шин, ошиновок) и заземленных генераторах, выключателях, силовых и измерительных трансформаторах, вентильных разрядниках или ограничителях перенапряжений. Схема испытаний показана на рис. 1. Испытательная установка должна обеспечить отключение питания при пробое или перекрытии изоляции без выдержки времени. Класс точности измерительных приборов должен быть не ниже 1,0.

## 2. Испытание повышенным напряжением



**Рис. 1. Схема испытаний токопроводов повышенным напряжением промышленной частоты:**

Р — рубильник; А — автоматический выключатель с защитой без выдержки времени; PH — регулятор напряжения; Tr — испытательный трансформатор; Т — токопровод; V — вольтметр

# 2. Испытание повышенным напряжением

Так как электрическая емкость комплектных токопроводов значительна (в частности, для разных типов токопроводов генераторного напряжения в пределах от 40 пФ/м на номинальный ток 1600 А до 100 пФ/м на номинальный ток 30000 А), необходимая мощность испытательного трансформатора зависит от длины и типа токопровода и должна быть не менее подсчитанной по формуле

где  $S$  — мощность испытательного трансформатора, кВ·А;  
 $\omega$  — угловая частота;  $C$  — емкость токопровода, пФ;  
 $U$  — испытательное напряжение, кВ.

$$S = \omega \cdot C \cdot U \cdot 10,$$

Для токопроводов распределительных устройств на напряжение 6-10 кВ и номинальный ток до 3150 А, длиной до 100 м и при испытаниях сборных шин во всех случаях будет достаточной мощность испытательного трансформатора 5 кВ·А.

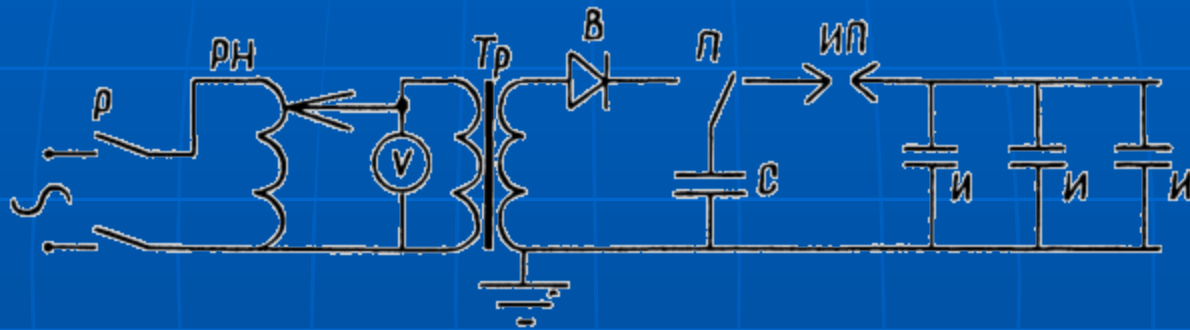
Место подключения испытательной установки к токопроводу (сборным шинам) выбирается исходя из удобства сборки схемы. Изоляционные расстояния в местах подключения токопроводов к генераторам и трансформаторам малы, поэтому, как правило, оказывается необходимой установка изоляционных прокладок между выводами генераторов (трансформаторов) и шиной токопровода.

Измерение напряжения производится на стороне низкого напряжения. Скорость подъема напряжения до испытательного может быть произвольной, но при этом должна быть обеспечена возможность контроля за изменением напряжения по вольтметру.

На токопроводах с общей для трех фаз оболочкой напряжение подается на одну из фаз, две другие фазы заземляются. На пофазно экранированных токопроводах допускается проведение испытания трех фаз одновременно по отношению к их оболочкам, если это позволяет мощность испытательной установки. Сборные шины и ошиновки всегда испытываются пофазно.

Наиболее трудоемкой операцией в процессе испытаний токопроводов является выявление дефектных изоляторов. Сокращение времени обнаружения дефектных изоляторов может быть достигнуто путем разряда на изоляцию токопровода предварительно заряженного конденсатора. Схема установки для выявления дефектных изоляторов приведена на рис. 2. Емкость конденсатора (батареи конденсаторов) должна составлять не менее 5 мкФ, напряжение — не менее 25 кВ. Конденсаторы заряжаются до напряжения не более 30 кВ и через искровой разрядник (пробивное напряжение искрового разрядника устанавливается, как правило, на 5 кВ ниже напряжения заряда конденсаторов) разряжаются на проверяемый токопровод. Дефектный изолятор при этом разрушается. Поскольку в токопроводе может быть несколько дефектных изоляторов, то подобные разряды на изоляцию выполняются несколько (до трех) раз.

## 2. Испытание повышенным напряжением



**Рис. 2. Схема выявления дефектных изоляторов токопроводов:**

В — высоковольтный выпрямитель; П — переключатель; И — изоляторы токопровода; ИП — искровой промежуток; С — конденсатор.

Остальные обозначения такие же, как на рис. 1

## 2. Испытание повышенным напряжением

Фирма "ДИАКС" (103074, Москва, Китайгородский пр., д. 7) предлагает разработанную ею установку, позволяющую не только находить дефектные изоляторы в процессе испытаний, но и выявлять "слабые" (сопровождающиеся частичными разрядами) места в токопроводах под рабочим напряжением.

При наличии комплектной испытательной установки (с выпрямительным устройством) возможно проведение испытаний токопровода выпрямленным напряжением. По характеру изменения токов утечки на разных фазах токопровода можно оценить состояние (загрязнение, увлажнение, наличие трещин) изоляторов.

Для испытания изоляторов повышенным напряжением промышленной частоты могут быть использованы испытательные трансформаторы любой мощности, так как емкость изоляторов незначительна. Испытательная установка должна содержать стандартный набор аппаратов (см. рис. 1). Многоэлементные изоляторы испытываются по частям с наложением токопроводящих бандажей.



# 3. Проверка качества соединений шин и оболочек

Соединения токоведущих шин и оболочек комплектных токо-проводов, как правило, выполняются сварными. Подсоединение шин токопроводов к выводам аппаратов осуществляется с помощью болтовых соединений. На сборных шинах преобладают спрессованные и болтовые контактные соединения.

Оценка качества сварных соединений шин и оболочек токопроводов производится внешним осмотром и при наличии соответствующих испытательных установок контролем методом ультразвуковой дефектоскопии по ГОСТ 14782-86 или просвечиванием проникающим излучением по ГОСТ 7512-82.

Перед внешним осмотром производится очистка сварного шва и прилегающей поверхности от флюса, шлака, брызг металла и других загрязнений. В сварных швах не должно быть трещин, прожогов, незаваренных кратеров и непроваров длиной более 10% длины шва при глубине более 15% толщины свариваемой шины. Суммарное значение непроваров, подрезов, газовых пор, окисных включений в каждом рассматриваемом сечении должно быть не более 15% толщины свариваемой шины.

Оценка состояния болтовых контактных соединений токопроводов и шин (к выводам генераторов, силовых трансформаторов, аппаратов) производится путем проверки технологии сборки контактных соединений при выборочном их вскрытии и путем измерения переходного сопротивления контактного соединения.

Контактные поверхности шин не должны иметь вмятин, раковин и неровностей (перед сборкой контактирующие поверхности должны быть зачищены). У плоских контактных соединений с помощью щупа контролируется параллельность поверхностей. Соединение бракуется, если щуп толщиной 0,03 мм входит в стык между сопрягаемыми поверхностями на глубину более 25% периметра нахлестки.

Болтовые контактные соединения подвергаются выборочной проверке на затяжку болтов. Проверке подвергается 2-3% контактных соединений. Момент затяжки болтов должен соответствовать требованиям технологических документов.

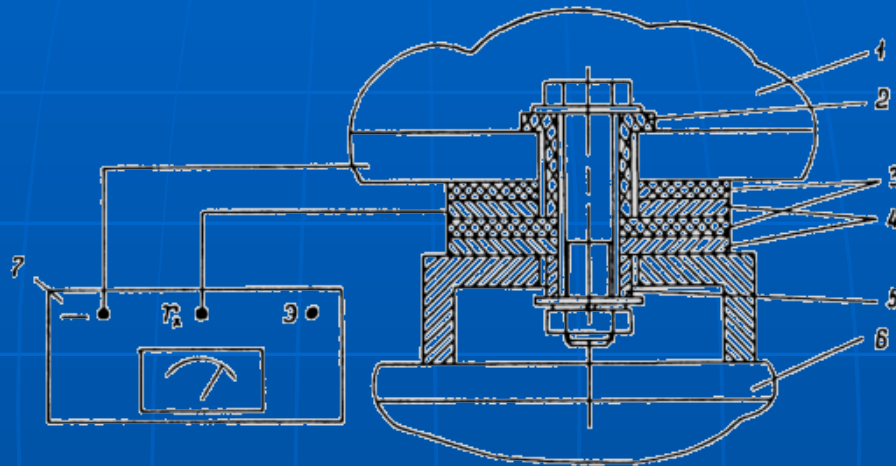
Измерение переходного сопротивления контактных соединений производится микроомметрами или контактомерами, т.е. специальными приборами для измерения малых сопротивлений. Эти приборы имеют специальные контактные наконечники щупов, которые прижимаются к токопроводящим элементам с обеих сторон проверяемого контактного соединения. Со стороны проверяемого сопротивления присоединяются потенциальные наконечники, с внешней стороны — токовые наконечники щупов. Обозначения потенциальных ("П") и токовых ("Т") наконечников нанесены на рукоятки щупов. Оценка качества контактного соединения производится сопоставлением значения сопротивления участка с контактным соединением со значением сопротивления токоведущего элемента на участке, длина которого равна участку с

# 4. Контроль изоляционных элементов оболочки токопровода

Заземление оболочки токопроводов с непрерывными экранами производится только в одной точке, как правило, со стороны источника питания. Станины (опоры) токопровода изолируются от несущих конструкции с помощью изоляционных прокладок, что позволяет проконтролировать их состояние без выполнения каких-либо подготовительных работ. Схема измерения сопротивления изоляции станин токопроводов приведена на рис. 3 на примере одной из применяемых опорных конструкции. Контроль производится мегаомметром на напряжение не выше 1000 В. Один из выводов мегаомметра (предпочтительно "rx") присоединяется к металлической прокладке, другой вывод поочередно к оболочке токопровода и заземленной несущей конструкции токопровода.

У токопроводов серии КЭТ оболочка разделена на ряд изолированных друг от друга секций, каждая из которых заземлена в одной точке. Для проверки изоляционных конструкций предварительно необходимо отсоединить секции от заземляющего контура.

# 4. Контроль изоляционных элементов оболочки токопровода



**Рис. 3. Схема измерения сопротивления изоляционных элементов оболочки токопроводов с непрерывными экранами:**

1 — опора токопровода; 2 — изоляционная втулка; 3 — изоляционные прокладки; 4 — металлические прокладки; 5 — металлическая втулка; 6 — балка несущей конструкции токопровода; 7 — мегаомметр

При проверке выводы мегаомметра "rx" и "-" присоединяются к оболочкам соседних секций. По окончании проверки необходимо восстановить схему заземления токопровода.

Проверка изоляционных элементов между оболочкой и корпусом генератора (трансформатора) производится путем осмотра. Не должно быть металлического замыкания между оболочкой токопровода и корпусом генератора (трансформатора).