

ИЗМЕРЕНИЕ СОПРОТИВЛЕНИЯ ИЗОЛЯЦИИ СУДОВОГО ЭЛЕКТРООБОРУДОВАНИЯ

Матвеев Ю.В.

Ключевые слова: изоляция, сопротивление, измерение.

Аннотация. Надежность работы и безопасность эксплуатации судовой электроэнергетической системы связана с измерением и контролем сопротивления изоляции электрооборудования. Рассматриваются способы измерения сопротивления изоляции электрооборудования на судне.

THE MEASUREMENT OF INSULATION RESISTANCE OF SHIP ELECTRICAL EQUIPMENT

Matveev Yu. V.

Keywords: insulation, resistance, measurement.

Abstract. Reliability and safety of operation of the ship's electric power system is associated with the measurement and control of insulation resistance of electrical equipment. The methods of measurement of insulation resistance of electrical equipment on the ship.

Надежность работы судового электрооборудования и безопасность его эксплуатации зависят от состояния электрической изоляции электрических: силовых кабелей, машин, аппаратов и другого оборудования. Несоблюдение правил измерения и контроля за состоянием сопротивления электрической изоляции всей электроэнергетической системы и отдельных ее элементов, в случае возникновения коротких замыканий, может привести к пожарам на судне, и увеличить опасность поражения людей электрическим током.

Снижение электрического сопротивления изоляции может быть связано с:

- воздействием атмосферных осадков, воды, топлива и т.д.;
- естественным ее старением с течением времени;
- механическим и тепловым воздействием.

В качестве параметра, отвечающего за состояние сопротивления изоляции на судне, используют активную составляющую сопротивления изоляции токам утечки. Регистрами Судоходства определены нормы сопротивления изоляции судового электрооборудования. В частности при номинальном напряжении до 500 В нормальное сопротивление изоляции: сетей питания, аппаратуры внутренней связи, сигнализации, контроля и управления судном, фидера кабельной сети с отключенными потребителями, трансформаторов, распределительных щитов должно составлять порядка 1,0 МОм и выше. Для электрических машин – 0,7 МОм и выше. Однако, измеряя и контролируя лишь сопротивление изоляции судового электрооборудования, трудно получить большую информацию о состоянии изоляции, так как не учитываются такие факторы, как воздействие температуры и естественное старение. В таких случаях для определения характеристики дефекта изоляции

используют дополнительные коэффициенты. Одним из таких коэффициентов является коэффициент изменения сопротивления изоляции

$$K_{ucu} = R_{обр} / R,$$

где R – сопротивление изоляции постоянному току; $R_{обр}$ – сопротивление изоляции при обратной полярности включения мегаомметра.

В качестве примера, в случае, если значение этого коэффициента получилось равным 1, то причиной снижения сопротивления изоляции может быть наличие грязи на ее поверхности. Если значение коэффициента K_{ucu} получилось меньше 1, то причиной снижения сопротивления изоляции является ее увлажненность. При значительной длине силовых кабелей или обмоток трансформаторов (электрических машин) для оценки характерного дефекта изоляции можно использовать коэффициент абсорбции (K_a) и расчетный параметр сопротивления изоляции (R_p). Коэффициент абсорбции определяется по выражению

$$K_a = R / R_{15},$$

где R_{15} – показания мегаомметра через 15 с после подключения мегаомметра. В качестве примера, при температуре 20°C и значении коэффициента абсорбции $K_a > 2$, значение увлажненности изоляции можно считать допустимой. При значения коэффициента $K_a < 1,3$ изоляцию необходимо просушить. Расчетный параметр сопротивления изоляции R_p , определяется по выражению

$$R_p = (R(t_1) R_{60}) / (R_{60} - R(t_1)),$$

где $R(t_1)$ – измеренное значение сопротивления изоляции через время t_1 , а R_{60} – показание мегаомметра через 60 с после его подключения к измерительной цепи. Если рассчитанное значение сопротивления R_p получилось меньше его значения при нормальном сопротивлении изоляции, то делается вывод об увлажненности изоляции.

В зависимости от выбранного средства измерений, измерение сопротивления изоляции можно проводить:

- только при снятом напряжении, с отключенными и включенными приемниками; при наличии напряжения на измеряемом объекте;
- при наличии (отсутствии) питающего напряжения на объекте измерения.

При снятом рабочем напряжении применяют метод наложения постоянного напряжения. Сопротивление изоляции судовых сетей, при снятом напряжении, измеряется как по отношению к корпусу, так и между фазами (полюсами). Для таких измерений применяют переносные цифровые мегаомметры. В целях проведения измерения сопротивления изоляции в сетях постоянного тока метод наложения постоянного напряжения при однородности и близких значениях измерительного и рабочего напряжений становится неприменим. Поэтому в сетях переменного, постоянного и двойного рода тока для измерения сопротивления изоляции применяют переменное измерительное напряжение частотой 0,6...20 Гц [1]. Кроме того, для измерения сопротивления изоляции сети постоянного тока, применяют

другие методы: вольтметра-амперметра, двух вольтметров, трех отсчетов вольтметра, уравновешенного моста и т.д. Каждому из них присущи свои достоинства и недостатки. Для измерения сопротивления изоляции в сетях, находящихся под переменным напряжением, используется метод наложения постоянного измерительного напряжения.

На рисунке 1 изображена схема измерения сопротивления изоляции электрических сетей переменного тока щитовым мегаомметром.

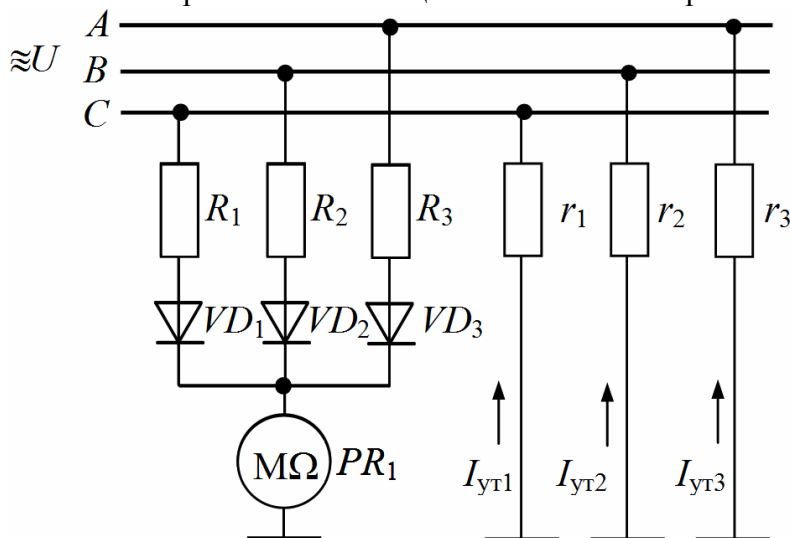


Рис. 1. Схема измерения сопротивления изоляции электрических сетей переменного тока щитовым мегаомметром

В основу работы щитового мегаомметра положен метод наложения постоянного тока на сеть переменного тока. В схеме для получения постоянного тока используется непосредственно сеть переменного тока, напряжение которой выпрямляется диодами VD_1 - VD_3 . Для ограничения токов утечки $I_{ут1}$ - $I_{ут3}$ последовательно с диодами включены резисторы R_1 - R_3 . В качестве измерительного прибора использован миллиамперметр PR_1 постоянного тока с проградуированной шкалой. В случае, если необходимо измерить общее сопротивление изоляции между токоведущими частями элементов электрооборудования и корпусом, приемники включаются под напряжение. Измерение сопротивления изоляции кабельной сети и отдельных ее участков проводят при отключенных приемниках и источниках тока, а измерение сопротивления изоляции между отдельными жилами одного и того же кабеля проводят при отключенных приемниках. При проведении измерений нельзя допускать параллельного включения устройств, контролирующих сопротивление изоляции сетей различных секций шин при их соединении в единую систему. Сопротивление изоляции судовых сетей постоянного и переменного тока можно измерять централизованно с главного распределительного щита при рабочем состоянии сети (т.е. под напряжением) или на отключенных участках сети при снятом напряжении.

В соответствии с требованиями по эксплуатации судового электрооборудования, необходимо не реже одного раза за вахту проводить измерения сопротивлений изоляции отдельных участков судовой электроэнергетической системы. Это связано с трудностью централизованного установления участков сети с поврежденной изоляцией. При этом значения сопротивлений изоляции элементов судовой электроэнергетической системы должны соответствовать заводской инструкции по эксплуатации. Сопротивление изоляции электрооборудования зависит от сопротивления изоляции каждого из потребителей, подключенных параллельно к сети. Вследствие того, что количество потребителей может меняться, будет меняться результирующее сопротивление изоляции всей системы судна. С другой стороны, в случае нарушения сопротивления изоляции элементов электроэнергетической системы, результирующее сопротивление изоляции будет претерпевать резкие изменения, которые необходимо учитывать при расчетах уставок срабатывания систем контроля сопротивления изоляции судовой электроэнергетической системы. В случае возникновения аварийной ситуации устройства автоматического контроля оповещают с помощью сигнализации экипаж судна и отключают элементы системы, имеющие пониженные ниже нормы значения сопротивлений изоляции.

Список литературы

1. Баранников В.К. Эксплуатация электрооборудования рыбопромысловых судов. – М.: Моркнига, 2013. – 496 с.

References

1. Barannikov V.K. Operation of electrical equipment of fishing. – М.: Morkniga, 2013. – 496 p.

Матвеев Юрий Валентинович – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры “Судовое электрооборудование”, Севастопольский государственный университет, г. Севастополь, Россия, yuriy-radio@mail.ru	Matveev Yuri Valentinovich – candidate of technical sciences, associate Professor, associate Professor of department “Ship electrical equipment”, Sevastopol state University, Sevastopol, Russia, yuriy-radio@mail.ru
--	---

Received 12.05.2019