



УДК 621.313.322

БЕРЧЕНКО Ю.Н., БАРАНОВ И.В.,
ГУГЛЯ Е.Д., ШОФУЛ А.К., инженеры
ГП «Завод «Электротяжмаш»

РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОВЕРКИ КАЧЕСТВА ИЗОЛЯЦИИ ОБМОТОК СТАТОРОВ ТУРБОГЕНЕРАТОРОВ И ГИДРОГЕНЕРАТОРОВ С ПРИМЕНЕНИЕМ МЕТОДА ИЗМЕРЕНИЯ ЧАСТИЧНЫХ РАЗРЯДОВ

В статье приведены результаты измерения частичных разрядов изоляции обмоток статоров турбогенераторов с использованием аппаратуры компании «IRIS Power» на ГП «Завод «Электротяжмаш».

К л ю ч е в ы е с л о в а: частичные разряды, изоляция, турбогенератор, обмотка статора.

В настоящее время диагностика технического состояния изоляции статорных обмоток крупных электрических машин методом измерения частичных разрядов становится одним из основных требований Заказчика электрических машин как на стадии их изготовления, так и в процессе эксплуатации. Как уже отмечалось ранее, многие зарубежные фирмы разрабатывают и изготавливают диагностическую аппаратуру для указанных целей. Одной из ведущих фирм в этой области является канадская компания «IRIS Power», которой накоплен большой опыт в измерении и обработке результатов измерения частичных разрядов (ЧР). Одна только база данных измерений ЧР указанной компании составляет несколько сотен тысяч измерений на электрических машинах различной конструкции по всему миру. ГП «Завод «Электротяжмаш», имея аппаратуру компании «IRIS Power», также занимается созданием собственной базы данных измерений ЧР на продукцию собственного производства.

Учитывая возрастающее внимание Заказчиков крупных электрических машин к определению ЧР на различных стадиях изготовления ГП «Завод «Электротяжмаш» выполняет указанные измерения в основном на двух этапах, а именно: на стадии изготовления стержней обмотки статора и уже на изготовленном статоре в составе турбогенератора или гидрогенератора. Очень важно собрать статистику по уровню ЧР для каждого

Таблица 1. Для машин с водородным охлаждением, рабочим напряжением более 19 кВ и давлением 2,2 – 3,5 кг/см²

Процент полученных результатов измерений	Q_m, мВ
25%	19
50%	53
75%	134
90%	213
95%	1371



Таблица 2. Для электрических машин с воздушным охлаждением и рабочим напряжением 13 – 15 кВ.

Процент полученных результатов измерений	Q_m , мВ
25%	55
50%	120
75%	258
90%	507
95%	764

типа машин для последующего анализа. В настоящее время на заводе проведены измерения ЧР более 15000 отдельных стержней турбогенераторов и гидрогенераторов, а также на большом количестве обмоток статоров турбогенераторов и гидрогенераторов.

В соответствии с нормами международных стандартов IEEE 1434-2000 [1] аппаратура позволяет определить следующие характеристики ЧР в электрической изоляции:

- амплитуда положительных и отрицательных импульсов при частоте их следования 10 имп/с, Q_m ;
- общая активность NQN (Normalized Qnek-tiku Number);
- положение импульсов ЧР относительно фазы приложенного напряжения.

В соответствии с приведенной классификацией ЧР и анализа полученных результатов уровень Q_m , проведенных на нашем предприятии измерений ЧР стержней турбогенераторов с номинальным напряжением обмотки статора до 20 кВ, лежит в пределах 30 мВ, для обмоток статоров турбогенераторов при испытании в режиме холостого хода с водородным заполнением при избыточном давлении 3 атм – на стенде завода Q_m достигает до 200 мВ.

Из ежегодного отчёта компании «IRIS POWER» за 2019 год [2] уровень Q_m для направленного способа установки датчика приведен в Табл. 1 и 2,

Для машин с водородным охлаждением, рабочим напряжением более 19 кВ и давлением 2,2 – 3,5 кг/см², т. е. 75% результатов, полученных при измерениях уровня ЧР имеют значения менее 134 мВ.

Для электрических машин с воздушным охлаждением и рабочим напряжением 13 – 15 кВ, т. е. 75% результатов измерений, полученных при измерениях уровня ЧР имеют значения менее 507 мВ.

После длительной эксплуатации аппаратуры компании «IRIS POWER» на нашем предприятии можно сделать вывод, что возможности указанной аппаратуры для диагностики состояния изоляции обмоток статоров большие и требуют, соответственно, проведение большого объема исследований для эффективного её использования.

Следует отметить, что при увеличении срока службы электрической машины изменяется, соответственно, и качество изоляции обмоток статоров в сторону ухудшения. Это также приводит к изменению уровня ЧР обмоток статоров.

Кроме того, следует отметить, что на качество изоляции в значительной мере влияют и условия её эксплуатации. Использование измерения ЧР при оценке качества изоляции обмоток, отработавших значительное время и исчерпавших установленный ресурс, позволит иметь достаточно аргументов при принятии решения о замене обмоток статоров.

Исследование качества изоляции с применением измерения ЧР стоит продолжать, особенно в условиях эксплуатации электрических машин. Накопление статистики уровня ЧР и их анализ при различных сроках эксплуатации, как турбогенераторов, так и гидрогенераторов является одним из главных факторов в изучении статистики качества изоляции.

ЛИТЕРАТУРА

1. IEEE Std 1434-2000 “Trial Use Guide the Measurement of Partial Discharges in Rotating Machinery”.
2. IRMC 2019, V.Warren, Partial Discharge Testing: A Progress Report.

