

УДК 621.311

Зозулин Ю.В., Лившиц А.Л., Ракогон В.Г., Кузьмин В.В., Гордиенко В.Ю.,
«Элта», г. Харьков

Модернизация турбогенераторов малой мощности

Статья посвящена описанию особенностей восстановительных работ и модернизации турбогенераторов и турбодвигателей. Рассмотрены диагностика узлов турбогенераторов, ремонт роторов, модернизация вентиляционных систем генераторов малой мощности.

Specific problems of reparation and modernization of turbogenerators and turboengines are examined in the article. Diagnostics of turbogenerator units, preparation of rotors, modernization of of low power generators ventilator plants are considered.

Постановка задачи

В настоящее время происходит восстановление или реконструкция ТЭЦ металлургических комбинатов, больших машиностроительных заводов, сахарных заводов и коммунальных городских ТЭЦ; строятся новые ТЭЦ с газотурбинными и парогазовыми установками. При этом для дальнейшей эксплуатации используются как турбогенераторы, работавшие на данной установке, с их ревизией и восстановительными мероприятиями, так и турбогенераторы, находившиеся в резерве, или имеющие малый срок эксплуатации на других объектах. На Украине имеются также турбодвигатели, которые с некоторой доработкой используются в качестве турбогенераторов [1, 2]. Редко заказываются новые турбогенераторы малой мощности.

Цель работы

Настоящая работа посвящена описанию особенностей восстановительных работ и модернизации турбогенераторов и турбодвигателей.

Результаты исследований

Диагностика узлов турбогенераторов осуществляется в основном известными методами. По обмотке статора производится измерение сопротивления изоляции, $\tan \delta$ изоляции, токов утечки при испытании выпрямленным напряжением; величина испытательных напряжений переменного тока устанавливается в каждом конкретном случае. Метод частичных разрядов в настоящее время осваивается, в стадии опробования также прибор, позволяющий отыскать повреждение изоляции в лобовой части обмотки статора. Состояние активной стали определяется по результатам испытания сердечника статора на удельные потери и нагрев. Дополнительно, прибором типа «Интраскан», при малых индукциях определяется наличие замыканий

листов активной стали. По ротору, кроме проверки корпусной и витковой изоляции производится ультразвуковая дефектоскопия галтелей ротора, узла бандажных колец, вентиляторов, полумуфты и пр.

Кроме традиционных ремонтно-восстановительных работ практикуется переизолировка поврежденных лобовых частей обмотки статора и точечный ремонт изоляции в лобовых частях с использованием молотой слюды и различных связующих по специальной технологии. Ремонт активной стали производится традиционным способом: зачистка (шлифовка) поврежденных участков сердечника, установка прокладок из слюды на клею, установка уплотнительных клиньев и протезов зубцов.

Ремонт роторов производится, как правило, с полной перемоткой и заменой миканитовой изоляции на стеклотекстолитовую. Используются все изоляционные материалы класса нагревостойкости не ниже «F». Следует отметить, что применение изоляции класса «F» вместо «В» позволяет увеличить длительно допустимый ток ротора на 10%, что дает возможность увеличить мощность турбогенератора на 13-16 при неизменном коэффициенте мощности (если статор позволяет увеличить мощность). В некоторых случаях приходится заменять обмоточную медь, при этом применяется пайка всех витков встык сереброрсодержащим припоем. При ремонте роторов в заводских условиях проверка витковой изоляции при вращении, балансировка и угон производится в разгонном сооружении, при ремонте на станции эти операции производятся в собственных подшипниках, а угон выполняется до срабатывания автомата безопасности турбины.

Часто возникали проблемы при восстановлении бесщеточных возбудителей из-за сложности получения комплектующих (диоды, предохранители

ли и пр.). В большинстве случаев бесщеточные возбудители мы менялись на контактные кольца. В этом случае устанавливались тиристорные системы самовозбуждения. Тиристорные системы самовозбуждения заказывались на Запорожском заводе «Преобразователь», при этом выпрямительный трансформатор подключается к шинам генераторного напряжения.

Нами была также разработана и изготавливалась система тиристорного возбуждения с питанием выпрямительного трансформатора от сети собственных нужд станции напряжением 0,4 кВ.

Очень часто на станциях, где сборные шины имеют напряжение 6,3 кВ, устанавливались генераторы (или двигатели) с номинальным напряжением 10,5 кВ. В этом случае используется известное решение: соединение обмотки статора в треугольник. При этом мы столкнулись на некоторых генераторах с проблемой дополнительного нагрева обмотки током, циркулирующим в обмотке, соединенной в треугольник, тройной частоты (гармонические составляющие тока, кратные трем). Чаще всего это наблюдается при работе генератора с напряжением выше 1,05 номинального значения. Нами разработана методика расчетного определения циркулирующего тока в обмотке, соединенной в треугольник, который может быть обусловлен как геометрией ротора, так и насыщением магнитопровода.

При использовании двигателей в качестве генераторов приходится менять ошиновку двигателя и расположение выводов.

Иногда приходилось менять фундаментальную плитку под генератором.

С целью повышения номинальной мощности или снижения температур активных частей разработана модернизация системы вентиляции генераторов малой мощности.

Система вентиляции генератора, как правило, замкнутая, симметричная относительно средней вертикальной плоскости генератора с 2-мя осевыми или центробежными вентиляторами и газоохладителями. После вентиляторов холодный газ, поступивший из газоохладителей, направляется 3-мя потоками с каждой стороны в генератор.

Література

1. Кузьмин В.В., Зозулин Ю.В., Черемисов И.Я., Кобзарь К.А. Новое поколение турбогенераторов с полным воздушным охлаждением. – Новини енергетики. – № 9. – 2001 р.
2. Зозулин Ю.В., Черемисов И.Я. Циркуляционные токи в обмотках неявнополюсных синхронных машин, соединенных в многоугольник. Электротехника № 9, 1982.

Надійшла до редколегії 12.11.06.

Недостатком существующей системы вентиляции является значительное несоответствие количества газа в каждом из потоков доли потерь генератора, отводимым данным потоком. Наибольшее количество газа в потоке поступающим в воздушный зазор с торцов генератора, так как он встречает наименьшее аэродинамическое сопротивление, проходя только один раз вентиляционные каналы сердечника статора. Для потока газа, поступающего в генератор со стороны спинки, аэродинамическое сопротивление значительно больше, так как он дважды последовательно проходит, радиальные каналы сердечника статора и отводит большее количество потерь. Поток газа, поступающий под бандажные кольца, также недостаточен вследствие того он шунтируется потоком газа над бандажным кольцом и, по существу, определяется только эффектом самовентиляции ротора. Попытки изменить расходы газа в потоках с помощью регулирования сечения отверстий входных и выходных отсеков существенного успеха не имели.

Выводы

Поэтому предлагается изменить существующее распределение газа, уменьшив расход газа на входе в зазор, увеличить количество газа в других потоках. Это достигается установкой по торцам генератора специальных устройств, уменьшающих количество газа, поступающего непосредственно в воздушный зазор из торцевых зон, увеличивающих расход газа, поступающего со стороны спинки и под бандажные кольца генератора.

Кроме того, все пазовые клинья статора, за исключением концевых, выполняются уменьшением высоты, чем достигается как уменьшение аэродинамического сопротивления в аксиальном направлении зазора, так и увеличение поверхности охлаждения зуба в самом напряженном в тепловом отношении месте.

Этим мероприятием достигается снижение температуры активной стали и меди статора, а также обмотки ротора.

Положительный опыт эксплуатации модернизированных генераторов подтверждает эффективность принятых решений.