



БИТЮЦКИЙ Н.Л., вед. инженер,
ШОФУЛ А.К., зав. отделом, **ЛИЦОВ В.И.**, зам. зав. отделом
ЛОГВИНОВ В.П., зав. лабораторией,
КОШЕЛЕВ В.В., вед. инженер, ГП з-д “Электротяжмаш, г. Харьков

АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ИСПЫТАНИЙ СЕРДЕЧНИКОВ СТАТОРОВ НА УДЕЛЬНЫЕ ПОТЕРИ ПРИ РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЯХ МАГНИТНОЙ ИНДУКЦИИ

Испытание сердечника статора турбо- или гидрогенератора на удельные потери и нагрев проводится при кольцевом намагничивании при питании намагничивающей обмотки от источника синусоидального напряжения промышленной частоты.

Согласно норм испытаний электрооборудования [1] сердечники статоров генераторов с косвенным охлаждением обмоток испытываются на удельные потери и нагрев при индукции в спинке статора 1,0 Тл, а в генераторах с непосредственным охлаждением обмоток и во всех турбогенераторах, изготовленных после 01.01.1977г, сердечники статоров испытываются при индукции 1,4 Тл. Продолжительность испытания при индукции 1,0 Тл - 90 минут, при индукции 1,4 Тл – 45 минут.

Если индукция отличается от нормированного значения, то продолжительность испытаний изменяется обратно пропорционально квадрату отношения магнитных индукций. Пересчет измеренных удельных потерь в стали к нормированному значению магнитной индукции осуществляется пропорционально квадрату отношений магнитных индукций. Уровень индукции, при которой возможно проведение испытания сердечника статора на удельные потери и нагрев должен быть не менее 70 % нормированного значения, т.е. 0,98 и 0,7 Тл для нормированных значений магнитной индукции 1,4 и 1,0 Тл, соответственно. Проводить испытания при меньшем значении магнитной индукции не допускается.

В российских нормах испытаний электрооборудования [2] к выбору магнитной индукции при испытании сердечников статоров на удельные потери и нагрев предъявляются более жесткие требования: индукция в спинке сердечника не должна отличаться от нормированного значения более, чем на $\pm 0,1$ Тл. При этом пересчет измеренных удельных потерь к нормированному значению осуществляется также пропорционально квадрату отношений магнитных индукций.

В условиях эксплуатации провести испытание

сердечника статора на удельные потери и нагрев при требуемом значении магнитной индукции, как правило, проблематично из-за отсутствия источника регулируемого напряжения необходимой мощности, поэтому приходится проводить испытания при значениях магнитной индукции, отличающихся от нормированных, осуществляя последующий пересчет удельных потерь и изменяя продолжительность испытания.

Результаты испытаний сердечника статора турбогенератора ТГВ-325 в условиях станции при индукции в спинке 1,09 Тл показали, что пересчет измеренных удельных потерь к индукции 1,4 Тл пропорционально квадрату отношений магнитных индукций дал завышенные значения потерь по сравнению с результатами недавно проведенных испытаний на стенде завода при магнитной индукции в спинке сердечника 1,4 Тл.

Несоответствие в полученных данных дало толчок к работам по уточнению методики пересчета удельных потерь. На испытательном стенде ГП завод “Электротяжмаш”, где при испытании статоров турбо- и гидрогенераторов питание намагничивающей обмотки осуществляется от однофазного источника переменного синусоидального напряжения промышленной частоты с плавной регулировкой напряжения, проведены испытания сердечников статоров трех турбогенераторов при разных значениях магнитной индукции в диапазоне от 0,7 до 1,4 Тл.

В Табл.1 приведены характеристики каждого сердечника статора, на которых проводились указанные испытания.

В Табл. 2 приведены результаты испытаний сердечников статоров на удельные потери при разных значениях магнитной индукции и результаты пересчета измеренных удельных потерь к индукциям 1,4 и 1,0 Тл.

Измерения удельных потерь в сердечнике статора турбогенератора ТГВ-210 выполнены при

Таблица 1.

Номер и тип турбогенератора	Марка электротехнической стали	Толщина сегментов, мм	Направление прокатки	Характерные особенности электротехнической стали
1.ТГВ-325	M270-50A (Швеция)	0,5	Вдоль зубцов	Малоанизотропная
2.ТГВ-325	3414	0,5	Вдоль зубцов	Анизотропная
3.ТГВ-210	M270-50A (Швеция)	0,5	Вдоль спинки	Малоанизотропная



Таблиця 2.

Номер и тип турбогенератора	Диапазон магнитной индукции, Тл	Измеренные значения		Пересчитанные удельные потери к индукции В в спинке сердечника 1,4 и 1,0 Тл и отклонение их от измеренных значений							
		Магнитная индукция, Тл	Удельные потери, Вт/кг	Пропорционально квадрату в отношениях магнитных индукций				Пропорционально показателю степени 1,6 в отношениях магнитных индукций			
				Удельные потери, Вт/кг		Отклонение от измеренных удельных потерь, %		Удельные потери, Вт/кг		Отклонение от измеренных удельных потерь, %	
				В=1,4 Тл	В=1,0 Тл	В=1,4 Тл	В=1,0 Тл	В=1,4 Тл	В=1,0 Тл	В=1,4 Тл	В=1,0 Тл
1.ТГВ-325	1,4 ÷ 0,98	1,401	2,189	2,186		0,0		2,187		0,0	
		1,285	1,911	2,268		+3,8		2,192		+0,2	
		1,181	1,690	2,375		+8,6		2,218		+1,4	
		1,090	1,483	2,446		+11,9		2,213		+1,2	
		1,008	1,298	2,504		+14,5		2,196		+0,4	
	1,0 ÷ 0,7	1,008	1,298		1,277		0,0		1,282		0,0
		0,898	1,084		1,344		+5,2		1,288		+0,4
0,798		0,891		1,399		+9,6		1,278		-0,3	
2.ТГВ-325	1,4 ÷ 0,98	1,396	4,175	4Д99		0,0		4,194		0,0	
		1,286	3,705	4,391		+4,6		4,244		+1,2	
		1,182	3,242	4,548		+8,3		4,250		+1,3	
		1,079	2,807	4,726		+12,6		4,258		+1,5	
		1,014	2,540	4,842		+15,3		4,256		+1,5	
	1,0 ÷ 0,7	1,014	2,540		2,470		0,0		2,480		0,0
		0,889	2,080		2,632		+7,3		2,511		+1,2
0,781		1,688		2,767		+12,0		2,507		+1,1	
3.ТГВ-210	1,4 ÷ 0,98	1,386	1,867	1,905		0,0		1,897		0,0	
		1,291	1,652	1,943		+2,0		1,881		-0,8	
		1,192	1,447	1,996		+4,8		1,872		-1,3	
		1,085	1,243	2,070		+8,7		1,869		-1,5	
		1,016	1,116	2,119		+11,2		1,864		-1,7	
	1,0 ÷ 0,7	1,016	1,116		1,081		0,0		1,088		0,0
		0,906	0,931		1,134		+4,9		1,090		+0,2
0,802		0,766		1,191		+10,2		1,090		+0,2	
0,753		0,691		1,219		+12,7		1,088		0,0	

возрастании и снижении магнитной индукции. При этом измеренные удельные потери при одних и тех же значениях магнитной индукций практически одинаковы.

Как видно из Табл. 2, пересчет удельных потерь в сердечнике статора пропорционально квадрату отношений магнитных индукций дает повышенное значение потерь по сравнению с измеренными при нормированном значении магнитной индукции. Это подтверждается как приведенными опытными данными в условиях завода, так и ранее полученными данными в условиях станции. Максимальная разница при таком пересчете составляет около 15 %, что неприемлемо при проведении испытаний.

На основании полученных данных определен опытный показатель степени в отношении магнитных индукций из условия наименьшего отклонения пересчитанных удельных потерь от измеренных при индукциях 1,4 и 1,0 Тл. Значение

опытного показателя степени составило 1,6, погрешность при пересчете удельных потерь не превышает ± 2 % (смотри Табл. 2), что значительно ниже, чем при показателе степени 2,0 и вполне приемлемо для практического применения.

Уточнение пересчета удельных потерь к нормированному значению магнитной индукции на основе экспериментальных данных рекомендуется к применению при испытании сердечников статоров генераторов на удельные потери и нагрев.

При выпуске новой редакции норм испытаний электрооборудования [1] необходимо учесть рекомендации по пересчету удельных потерь, изложенные в настоящей статье.

ЛИТЕРАТУРА:

1. *Норми випробування електрообладнання СОР-Н ЕЕ 20.302:2007*, – Киев, 2007. – 262 с.
 2. *Объем и нормы испытаний электрооборудования СОЗ4.45-51.300-97, РДЗ4.45-51.300-97, 6-е изд.* – М.: –2007. – 256 с.

© Битюцкий Н.Л., Шофул А.К., Лицов В.И., Логвинов В.П., Кошелев В.В., 2011