

Методические указания к курсовому проекту по дисциплине

Электрические машины

на тему «Расчет турбогенератора»

для студентов специальности
13.03.02 "Электроэнергетика и электротехника"

Курсовой проект содержит следующие материалы:

1. Расчетно-пояснительную записку.
2. Графическую часть.

Расчетно-пояснительная записка должна содержать:

1. Титульный лист;
2. Задание на курсовой проект;
3. Оглавление;
4. Введение.

В таблице приведены исходные данные для проектирования синхронного генератора:

При проектировании студент должен оптимизировать многие расчеты. Поэтому перед началом расчета необходимо тщательно изучить конструкцию базового синхронного генератора, оценить принятые в ней соотношения размеров, уровни электромагнитных нагрузок и другие данные.

Выбор основных размеров турбогенератора.

При выборе размеров машины основное внимание уделяют использованию материалов, уровню нагрева обмоток, а также правильным соотношением между потерями и параметрами турбогенератора.

Размеры машины определяют допустимый и желательный уровень электромагнитных нагрузок (система охлаждения машины предполагается заданной), и в силу этого проектирование рекомендуется начать с выбора основных размеров и затем уже переходить к обмоточным данным.

Основными размерами турбогенератора принято считать диаметр расточки статора, активную длину стали статора, воздушный зазор между статором и ротором. Эти величины определяют размеры и, следовательно, вес и габариты активных частей, а также в большей мере и конструктивный вес машины.

Электромагнитные загрузки

Задание основных размеров позволяет выбрать и обмоточные данные турбогенератора, которые связаны с основными размерами и номинальными параметрами посредством электромагнитных нагрузок. К удельным электромагнитным нагрузкам обычно относятся: индукции, плотности тока и линейные нагрузки. Электромагнитные нагрузки имеют свои допустимые значения, т.к. они определяют тепловые нагрузки и, следовательно, температуры отдельных частей машины. Но электромагнитные нагрузки ограничены еще и параметрами машины, насыщением магнитопровода, к.п.д. и др. Если приемлемые температуры характе-

ризуются классом изоляции, то электромагнитные загрузки определяются и конструктивным исполнением и прежде всего системой охлаждения.

Линейная нагрузка статора и индукция в воздушном зазоре вычисляется при помощи машинной постоянной Арнольда.

Обмоточные данные статора

Под обмоточными данными статора понимают число пазов статора, число параллельных ветвей, относительный шаг, размеры меди обмотки, размеры паза, число и толщина пакетов сердечника статора и др. Все эти данные необходимы для конструирования сердечника статора с обмоткой.

Обмоточные данные могут быть выбраны на основе уже предварительно оцененных значений основных размеров и электромагнитных нагрузок, причем при выборе обмоточных данных сами основные размеры и электромагнитные загрузки окончательно уточняются.

Правильность принятых размеров и обмоточных данных проверяется затем при полном расчете турбогенератора.

Обмоточные данные ротора

Ротор является наиболее напряженным узлом турбогенератора в отношении механической прочности, тепловых нагрузок и магнитного насыщения.

Основным фактором, ограничивающим рост диаметра ротора, являются механические напряжения, возникающие в теле ротора, особенно в бандажах, удерживающих лобовые обмотки.

М.д.с. ротора должна не только создавать основной магнитный поток. Но и компенсировать м.д.с. реакции якоря. Поэтому линейная токовая нагрузка на ротор оказывается больше линейной нагрузки на статоре в 1.5 – 1.7 раза. Ограниченные размеры диаметра ротора приводят к необходимости повышения плотности тока ротора по сравнению со статором в 1.3 – 2.0 раза, причем это отношение возрастает по мере повышения мощности турбогенератора и его использования. Ограниченные размеры ротора, а также высокие механические напряжения не дают возможности развить вентиляционную систему в такой степени как на статоре. Температурные ограничения на роторе наступают быстрее и ограничивают мощность турбогенератора. К обмоточным данным ротора относят данные, необходимые для конструирования активной части ротора: число и размеры пазов, обмоточная медь и пр.

Расход охлаждающей среды

Для проведения проверочных тепловых расчетов необходимо еще задаться расходом охлаждающей среды в машине. Расход охлаждающей среды определяют из условия поддержания температуры активных частей машины в допустимых пределах. Правильный выбор расхода охлаждающей среды может быть произведен по ее нагреву. В машинах с косвенным и непосредственным охлаждением нагрев и расход охлаждающей среды, по условиям допустимых температур обмоток, могут существенно отличаться. Как правило, машины с косвенным охлаждением имеют меньший нагрев охлаждающей величины и больший ее расход.

Электромагнитный расчет

В задачу электромагнитного расчета входит расчет магнитной цепи и определение тока возбуждения при нагрузке. Электромагнитный расчет проводится как проверочных. Т.е. по уже выбранным основным размерам и обмоточным данным статора и ротора.

Расчет индуктивных сопротивлений и постоянных времени

Все индуктивные сопротивления, как правило, рассчитываются для ненасыщенного состояния машины, что связано с большими теоретическими и расчетными трудностями при учете насыщения. Индуктивные сопротивления приводятся в относительных единицах или в процентах.

Расчет потерь и к.п.д.

Расчет потерь в турбогенераторе производится с целью определения к.п.д. машины и нагрева ее активных частей.

Потери в турбогенераторе делят на электромагнитные и механические. Механические потери возникают вследствие трения вращающегося ротора о газ, заполняющий корпус машины, в подшипниках и на вентиляцию.

Электромагнитные потери разделяют на основные и добавочные. Под основными понимают потери, возникающие в результате протекания основных физических процессов в машине, обуславливающих его нормальную работу. Это потери в активной стали, вызванные перемагничиванием от основного потока и омические потери в обмотках. К добавочным относят потери, вызванные полями рассеяния. Полные электромагнитные потери при номинальной нагрузке как сумма электромагнитных потерь холостого хода и короткого замыкания. Исключение составляют потери на возбуждение, которые рассчитываются по току возбуждения при но номинальной нагрузке.

Тепловой расчет турбогенератора

Тепловой расчет турбогенератора производится с целью определения температуры обмоток, а также активной стали статора, бочки ротора, а при необходимости отдельных конструктивных деталей, непосредственно соприкасающихся с изоляцией обмоток.

Турбогенераторы предназначены для эксплуатации в продолжительных режимах с нагрузкой, близкой к номинальной. Перегрузки имеют место при отклонениях в режимах работы энергосистемы. Поэтому от турбогенератора требуется кратковременная работа при таких перегрузках. Поэтому тепловой расчет производится для установившегося состояния, когда все тепло, выделяющееся в машине, отводится охлаждающей средой. При установившемся состоянии температура обмоток не должна превосходить допустимых значений для данного класса изоляции. В турбогенераторах обычно применяется класс изоляции В. Большое значение имеет разность температур между различными частями машины. Это связано с тем, что при различных температурах различные части машины будут иметь неодинаковые линейные расширения, что может привести к недопустимому неравномерному удлинению отдельных элементов машины, соприкасающихся между собой.

Механический расчет

Механический расчет производится с целью определения прочности узлов машины.

При вращении ротора его элементы нагружаются центробежными силами собственного веса и веса удерживающих ими деталей.

Для проверки прочности каждый изготовленный ротор подвергается испытанию при повышенной скорости вращения. Расчет производится для наиболее нагруженных в механическом отношении бочки ротора и бандажного узла. Для статора производится расчет нажимных плит, пальцев, стяжных ребер и фундаментальных болтов.

На основании расчетных напряжений и запасов прочности, установленных практикой электромашиностроения, можно произвести выбор механических свойств деталей генератора.

Задание на курсовой проект

№ Ва ри ан- та	Тип турбогенегатора	Параметры турбогенератора										
		P _н МВт	U _н кВ	Cos φ	К.П.Д .	N _н Об/мин	О.К.З.	W _н	Индуктивное сопротивление генератора		Система охла- ждения	
									X _d . о.е	X _d ' о.е	ста тор	Ро тор
1	ТГВ-300-2	300	20	0,85	98,7	3000	0,505	1,715	0,30	0,195	1	1
2	ТВФ-63-2У3	63	10,5	0,8	98,3	3000	0,539	1,93	0,27	0,15	3	2
3	ТВВ-200-2А	200	15,75	0,85	98,6	3000	0,51	1,66	0,27	0,18	5	2
4	ТВМ-500-2	500	36,75	0,85	98,8	3000	0,44	1,65	0,38	0,268	6	5
5	ТВВ-1000-2	1000	24	0,9	98,75	3000	0,40	1,53	0,38	0,27	5	2
6	ТГВ-200-2М	200	15,75	0,85	98,6	3000	0,555	1,73	0,31	0,204	5	1
7	ТВФ-120-2У3	100	10,5	0,8	98,43	3000	0,563	1,90	0,278	0,192	2	2
8	ТВВ-1000-4	1000	24	0,9	98,7	1500	0,45	1,54	0,45	0,32	5	2
9	ТГВ-500-2	500	20	0,85	98,83	3000	0,44	1,65	0,373	0,243	5	5
10	ТВВ-160-2Е	160	18	0,85	98,5	3000	0,459	1,7	0,33	0,22	5	2
11	ТВВ-320-2	300	20	0,85	98,6	3000	0,62	1,7	0,26	0,17	5	2
12	ТВФ-110-2ЕУ3	110	10,5	0,8	98,5	3000	0,544	1,9	0,271	0,189	3	2
13	ТГВ-500-4	500	20	0,85	98,8	1500	0,50	1,87	0,398	0,268	5	5
14	ТВВ-1200-2	1200	24	0,9	98,8	3000	0,45	1,5	0,36	0,25	5	2
15	ТВМ-300-2	300	20	0,85	98,8	3000	0,494	1,7	0,352	0,204	6	5
16	ТВФ-63-2ЕУ3	63	10,5	0,8	98,34	3000	0,502	1,88	0,296	0,195	3	2
17	ТВВ-500-2	500	20	0,85	98,7	3000	0,442	1,63	0,36	0,24	5	2
18	ТВВ-800-2	800	24	0,9	98,75	3000	0,476	1,56	0,31	0,22	5	2
19	ТВФ-63-2У3	63	6,3	0,8	98,3	3000	0,539	1,93	0,27	0,15	3	2
20	ТВФ-63-2ЕУ3	63	6,3	0,8	98,34	3000	0,502	1,88	0,296	0,195	3	2

Шифр системы охлаждения	Охлаждение
1	Непосредственное водородное
2	Непосредственное форсированное водородное
3	Косвенное водородное
4	Косвенное воздушное
5	Непосредственное водяное
6	Непосредственное масляное