Министерство общего и профессионального образования

Российской федерации

Уфимский государственный авиационный технический университет.

Кафедра: ЭЛА и НТ

## ОТЧЕТ ПО ПРАКТИКЕ

Выполнил студент гр. ЭЛА-411 Галяутдинов Т.З.

Принял преподаватель Утляков Г.Н.

Уфа-2003г.

# Введение.

Испытания электрических машин под нагрузкой проводятся для определения КПД непосредственным методом, при настройке коммутации и её проверке в машинах постоянного тока и коллекторных машинах переменного тока, при испытаниях на нагревание и часто при проведении испытаний на надёжность. В соответствии с ГОСТ-25000-81 при испытаниях используются методы непосредственной или косвенной нагрузки. При методе непосредственной нагрузки машина испытывается в номинальном режиме работы, который не отличается от работы в реальных условиях. Метод непосредственной нагрузки электрических машин может быть реализован тремя способами: без отдачи и с отдачей энергии в сеть, а также путём взаимной нагрузки машин.

При использовании метода косвенной нагрузки в машине искусственно создаётся тепловой режим, соответствующий работе в номинальных условиях. Это достигается путём чередования режимов холостого хода и короткого замыкания. Работа машины в этом случае отличается от работы в реальных условиях и такой способ нагрузки может быть рекомендован при проведении испытаний машин постоянного тока и синхронных машин на нагревание, а в ряде случаев на надежность.

# Испытания генераторов постоянного тока методом взаимной индукции.

Метод был разработан Г.К Жерве и Ю.Л.Цирлиным авторское свидетельство №222521 Н02К15/00 от 14,08,67г

«Способ испытания синхронных машин путём взаимной нагрузки»

Выписка из авторского свидетельства: Способ испытания синхронных машин путём взаимной нагрузки с применением двигателя для покрытия потерь, отличается тем, что с целью упрощения к двум взаимно нагруженным синхронным машинам параллельно присоединяют третью синхронную машину мощность который не меньше половины испытуемой машины одну из синхронных машин вращают приводным двигателем, причем требуемый режим работы испытуемой машины устанавливают совместным регулированием токов возбуждения всех трёх синхронных машин.

При испытаниях по методу взаимной нагрузки две электрические машины соединяются между собой механически и электрически и подключаются к внешнему источнику энергии. Одна из машин работает в режиме генератора и отдаёт всю вырабатываемую энергию другой машине, которая работает в режиме двигателя и расходует всю механическую энергию на вращение первой машины. При взаимной нагрузке двух трансформаторов они включаются параллельно, а их первичные обмотки соединены с общим источником питания или сетью.

Расход энергии при испытаниях по методу взаимной нагрузки определяется суммарными потерями в обеих испытуемых машинах или трансформаторах. Компенсация этих потерь осуществляется от внешнего источника электрической или механической энергии или от обоих источников одновременно. Если учесть что КПД электрических машин средней и большой мощности составляет 90% и более, а трансформаторов свыше 95%, то окажется, что с помощью ограниченного источника мощности (10-20% мощности одной испытуемой машины или трансформатора) можно испытывать две крупные электрические машины одновременно. Последнее обстоятельство является важным достоинством метода взаимной нагрузки, так как позволяет существенно уменьшить затраты энер­гии на испытания.

При испытаниях машин постоянного тока по методу взаимной нагрузки могут быть использованы три способа введения в контур испытуемых машин энергии, необходимой для компенсации по­терь: параллельное и последовательное включение источника электрической энергии, а также подключение механического ис­точника энергии.



Рис.1. Принципиальная схема испытания машин постоянного тока по методу взаимной нагрузки при параллельном (а) и последовательном *(б)* включении источника электрической энергии и при подключении механического источника энергии (в)

При использовании способа параллельного включе­ния источника электрической энергии обе маши­ны — двигатель *ИД* и генератор *ИГ* (рис.1, *а)* соединяются друг с другом механически и к ним подводится питание от генератора постоянного тока *ГПТ* требуемого напряжения, приводимого во вращение двигателем *Д.* Цепи возбуждения всех трех машин постоянного тока включены независимо от якорных цепей и на рис.1 не показаны.

После включения рубильника *Р1* осуществляется пуск возбуж­денного двигателя *ИД* с помощью пускового реостата или путем плавного увеличения напряжения на выходе генератора постоян­ного тока *ГПТ.* После достижения заданной частоты вращения *п1* возбуждают испытуемый генератор *ИГ* до номинального напря­жения, соответствующего напряжению генератора *ГПТ.* Контроль за выполнением этого условия осуществляется с помощью вольт­метра, включенного на зажимы рубильника *Р2.* После выравнива­ния напряжений (показания вольтметра в этом случае равны нулю) рубильник *Р2* замыкается и генератор *ИГ* включается параллельно генератору *ГПТ.*

Нагружение испытуемых машин осуществляется путем увеличе­ния возбуждения генератора *ИГ* и ослабления возбуждения двигателя *ИД.* Для поддержания заданного уровня напряжения питания одновременно необходимо регулировать возбуждение ге­нератора *ГПТ.* При параллельном включении источника питания напряжение испытуемых машин одинаково и из баланса их мощно­стей получаем



где Iг, Iд — токи в цепях якорей генератора и двигателя;

*ηг, η*д — КПД генератора и двигателя.

Из приведенного выражения следу­ет, что отношение токов в цепях якорей двигателя и генератора больше единицы и обратно пропорционально произведению КПД этих машин, поэтому при номинальной нагрузке двигателя генера­тор оказывается недогруженным, а при номинальной нагрузке генератора двигатель перегружается.

При использовании способа последовательного включения источников питания якоря вспомогательно­го генератора постоянного тока *ГПТ* и испытуемых машин *ИГ* и *ИД* соединяются последовательно в замкнутый контур (рис. 1, *б).*

В цепях обмоток возбуждения устанавливается такое значение тока, которому в режиме холостого хода соответствует номиналь­ное напряжение *UH.* Затем от двигателя с частотой вращения *п2* приводится в движение генератор *ГПТ* и за счет плавного увели­чения его напряжения осуществляется разгон испытуемых машин до номинальной частоты вращения *п1.* После этого увеличивают напряжение машины, предназначенной к испытанию в режиме генератора, и уменьшают напряжение машины, предназначенной к испытаниям в режиме двигателя, устанавливая ток якорей *ИД, ИГ* и *ГПТ,* равным номинальному Iн или любому требуемому значе­нию I.

Номинальное напряжение вспомогательного генератора *ГПТ* должно быть



— суммарные потери в схеме без учета потерь на возбуждение (Вт), поскольку возбуждение всех трех машин полагается незави­симым.



На основании второго закона Кирхгофа можно записать

(\*)



Ед, Ег — ЭДС испытуемых двигателя и генератора, В;

2гг> 2гд — суммарные активные сопротивления якорных цепей генератора и двигателя, Ом.

Поскольку Uгпт превышает величину I (∑rг + ∑rд), при номи­нальной нагрузке генератора *ИГ* двигатель *ИД* будет перевозбуж­ден, а при номинальной нагрузке двигателя генератор оказывается невозбужденным.

При использовании способа подключения механиче­ского источника энергии испытуемые машины ИГ и ИД механически соединяются со вспомогательным двигателем *Д,* с по­мощью которого они приводятся во вращение с номинальной ча­стотой *п1* (рис.1, в), после чего они возбуждаются до номиналь­ного напряжения. Мощность вспомогательного двигателя должна быть не меньше суммарных потерь обеих испытуемых машин. Об­мотки возбуждения испытуемых машин подключены к независи­мому источнику питания.

Правильность полярности испытуемых машин проверяется по вольтметру, включенному за зажимы рубильника *Р1* (при равенст­ве напряжений генератора и двигателя вольтметр должен давать нулевые показания). Замыкают рубильник *Р1,* увеличивают воз­буждение машины, предназначенной к испытаниям в режиме гене­ратора, и уменьшают возбуждение машины, предназначенной к испытаниям в режиме двигателя. Для рассматриваемого контура справедливо уравнение (\*) при UГПТ=0, из которого следует, что при номинальной нагрузке генератора *ИГ* двигатель *ИД* будет недовозбужден, а при номинальной нагрузке двигателя генератор приходится перевозбуждать.

Способ подключения механического источника энергии особен­но пригоден для испытания мощных генераторов постоянного тока, которые выпускаются в виде многомашинных агрегатов с привод­ными двигателями переменного тока, которые в этом случае игра­ют роль вспомогательных *(Д).*

При испытаниях синхронных машин по методу взаимной нагрузки их запуск, как правило, осуществляется с помощью раз­гонного двигателя, за счет которого компенсируются потери в синхронных машинах, и снижается до нуля потребление активной энергии из сети переменного тока, параллельно с которой работают машины. По аналогии с машинами постоянного тока при испыта­ниях синхронных машин используются способы параллельного включения источника питания и подключения механического ис­точника энергии.

Регулирование активной мощности соединенных механически двух синхронных машин при их параллельной работе на общую сеть возможно лишь путем взаимного сдвига роторов или статоров этих машин, что обусловливает поворот вектора *e10* на угол θ.

Поворот статора для машин средней и



большой мощно­сти практически не применяется из-за громоздкости и ненадежно­сти устройств механического поворота. Поворот роторов сравни­тельно просто осуществить при механическом соединении валов с помощью муфт. Для расширения возможностей регулирования число отверстий в муфтах должно иметь возможно больше общих сомножителей с числом полюсов синхронной машины. Несмотря на простоту, указанный способ позволяет регулировать нагрузку дискретно (ступенями), а, кроме того, изменение нагрузки можно осуществлять только после остановки машин.



Рис.2 Принципиаль­ная схема испытания асинхронных машин по методу взаимной на­грузки при параллель­ном включении источни­ка питания

В то же время поворот вектора ЭДС холостого хода может быть осуществлен электромагнитным путем. В настоящее время получили распространение синхронные машины с продольно-попе­речным возбуждением и асинхронизированные синхронные маши­ны, имеющие на роторе не однофазную обмотку возбуждения по­стоянного тока, а двух- или трехфазную обмотку возбуждения. Пу­тем регулирования в этих обмотках тока возбуждения можно плавно регулировать угол между вектором потока возбуждения и «продольной» осью машины, а следовательно, и угол нагрузки. Мощность турбогенераторов с продольно-поперечной системой возбуждения достигла 500 МВт, что позволяет испытывать весьма крупные синхронные машины.

В случае реактивной нагрузки одна из двух синхронных машин может работать в режиме генератора, а другая — в режиме потребителя реактивной мощности. Укажем лишь, что в режиме недовозбуждения с ну­левым током возбуждения даже синхрон­ные компенсаторы в соответствии с ГОСТ 609—75 «Компенсаторы синхронные. Общие технические требования» потребляют лишь 50—60% номинальной мощности, что тре­бует установки в этом случае дополнительной реактивной на­грузки.

При испытаниях асинхронных машин по методу взаим­ной нагрузки непосредственное соединение их валов оказывается невозможным, так как частоты вращения двигателя и генератора при равном числе полюсов различны. Соединение производится с помощью механической передачи, а заданные частоты вращения реализуются подбором диаметров шкивов, устанавливаемых на ва­лах испытуемых машин, или передаточного отношения редуктора. Отметим также, что мощность асинхронной машины при неизмен­ном напряжении зависит только от величины скольжения, поэтому способ подключения механического источника энергии в данном случае оказывается неприемлемым. Применяется лишь способ параллельного включения источника питания.

Испытуемые двигатель *ИД* и генератор *ИГ* включены на общую сеть (рис. 2). Их роторы связаны ременной передачей, так что частота вращения двигателя яд оказывается меньше, а частота вра­щения генератора *пГ* больше синхронной. При этом мощность гене­ратора в рассматриваемой схеме меньше мощности двигателя на сумму потерь. В результате при номинальной нагрузке генератора *ИГ* двигатель *ИД* оказывается перегруженным, а при номинальной нагрузке двигателя нагрузка генератора меньше номинальной.

**Список используемой литературы:**

1. Жерве Г.К. Промышленные испытания электрических машин.-Л.: Энергоатомиздат. 1984.
2. Котеленец Н.Ф., Кузнецов Н.Л. Испытания и надёжность электрических машин. –М.: Высш.шк., 1988.
3. Голдберг О.Д. Испытания электрических машин.-М.: Высш.шк.2000.