

В ходе исследования были получены следующие результаты:

– с помощью программного обеспечения оценены ресурсы солнечной энергии Туркменистана;

– для территории соответствующих районов Туркменистана определены оптимальные углы солнечных панелей по месяцам и годовое крепление относительно горизонтальной плоскости, а также величины интенсивности солнечных излучений, падающих на установки солнечной энергетики под этими углами наклона;

– проведены расчеты фотоэлектрической солнечной электростанции для автономного жилья для территории некоторых районов областей Туркменистана.

Литература

1. Программа перехода на цифровую систему в Туркменистане на 2020–2025 годы. – Ашхабад, 2020.
2. Национальная стратегия развития возобновляемой энергетики в Туркменистане до 2030 года. – Ашхабад, 2020.
3. Марти, И. Применение статистического метода для сравнения различных наборов сеточных данных: влияние масштаба и пространственного разрешения сетки на модель WASP. Энергия ветра для следующего тысячелетия / И. Марти, М. Марканте, Ж. Домингес, 2009.

ИССЛЕДОВАНИЕ НАДЕЖНОСТИ ЭЛЕКТРОМАШИНОГО АППАРАТА ПО ТЕПЛОТЕХНИЧЕСКИМ ХАРАКТЕРИСТИКАМ

М. Е. Кинаятов

Рудненский индустриальный институт, Республика Казахстан

Научный руководитель А. И. Барулин

Исследование посвящено анализу надежности электромашиного аппарата по теплотехническим характеристикам. Эксперимент проводился на лабораторном стенде «Трехфазный синхронный генератор» и с помощью тепловизора Flir E60.

Эксперимент проводился с целью оценки степени эксплуатационной надежности электромашиного аппарата по теплотехническим параметрам.

Блок управления лабораторного стенда «Трехфазный синхронный генератор» представлен на рис. 1.

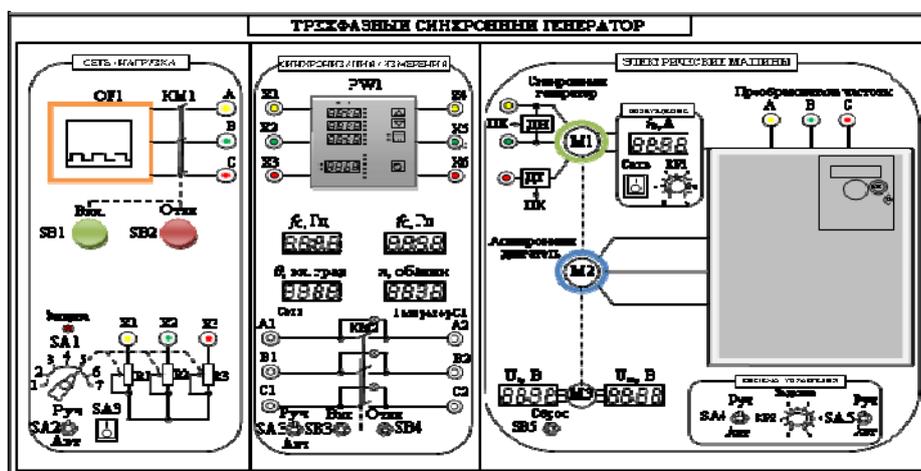


Рис. 1. Лабораторный стенд «Трехфазный синхронный генератор»

Он необходим для контроля и управления работой комплементарной пары: асинхронного электрического двигателя с короткозамкнутым ротором М1, выполняющего роль турбины и передаваемого им вращательного момента на якорь синхронного генератора М2, вырабатывающего электрическую энергию. В состав комплекта входит несколько датчиков (датчики скорости (ДС), датчики напряжения (ДН), датчики силы тока (ДТ)) и задатчиков параметров работы, с помощью которых подключен к аппаратуре персональный компьютер, позволяющий не только получать и сохранять в своей памяти информацию о работе системы, но и управлять ею. Структурно блок управления лабораторного стенда «Трехфазный синхронный генератор» представлен тремя модулями: 1) Сеть/Нагрузка; 2) Синхронизация/Измерения; 3) Электрические машины.

Первый модуль предназначен для включения трехфазного электропитания стенда и защиты его от перенапряжения автоматическим выключателем QF1. В состав модуля входят коммутационные контакты для подключения активной нагрузки в виде переменных сопротивлений R1, R2 и R3. Уровень активной нагрузки изменяется дискретно при помощи галетного переключателя. При помощи встроенного переключателя SA2 выбирается режим работы системы ручной с места или автоматический – с персонального компьютера. Управление коммутацией активной нагрузки осуществляется выключателем SA3. Модуль оборудован автоматической тепловой защитой, о срабатывании которой оповещает сигнальная лампа «Защита».

Модуль «Синхронизация/Измерения» предназначен для синхронизации синхронного генератора с сетью и измерения параметров сети переменного тока. В выполняемой работе будет использоваться только измеритель PW1 для контроля параметров питающей трехфазной сети переменного тока.

Модуль «Электрические машины» содержит преобразователь частоты (ПЧ), на клеммы которого А, В и С подается питающее трехфазное напряжение переменного напряжения 380 В. Преобразователь частоты подключен напрямую к асинхронному электродвигателю М2, на валу которого располагается синхронный генератор М1 и импульсный датчик скорости вала системы М3.

Блок активной нагрузки содержит набор мощных сопротивлений с системой их принудительного охлаждения. Он обеспечивает адекватную электрическую нагрузку для испытания асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором мощностью 5,5 кВт и синхронного генератора мощностью 5 кВт.

Оценка степени эксплуатационной надежности электромашинного аппарата по теплотехническим параметрам:

- исследовать применимость средства неразрушающего контроля для решения поставленной задачи;
- определить реальный диапазон изменения значимых рабочих параметров;
- разработать методику оценки надежности электромашинного аппарата на основе анализа измеренных теплотехнических параметров;
- оценить состояние электромашинных аппаратов после проведения предельных испытаний на перегрев их электрических обмоток.

Перегретые электроэнергетические аппараты и электрическая проводка свидетельствуют, в первую очередь, о их низкой надежности. Для их обнаружения используют тепловизоры – это приборы, чувствительные только к инфракрасному излучению.

Для получения достоверных теплотехнических параметров синхронного генератора в проводимом исследовании использовали бесконтактный тепловизор Flir E60 одноименной американской фирмы.

Планировалось проведение эксперимента на каждом виде нагрузки непрерывно в течение трех минут. В самом начале и перед переходом к каждой следующей нагрузке, выполнялась тепловизионная съемка. При переходе с «4» на «3» режим нагрузки сработала тепловая защита по перегреву блока «нагрузки» до 54 (см. таблицу).

Режим работы генератора	Температура генератора, °C		Время работы, T, мин	Градиент g, °C/мин
	Начало t_n	Конец t_k		
XX	29,7	31,0	3,00	0,433
7	31,0	31,9	3,00	0,300
6	31,9	34,7	3,00	0,933
5	34,7	37,3	3,00	0,867
4	37,3	41,5	3,00	1,400
3	31,5	35,6	1,72	2,384
2	33,6	35,5	0,57	3,333
1 КЗ	Не исследовался			

Режим работы синхронного генератора, при коротком замыкании не был изучен, так как из-за небольшого времени работы в нем синхронного генератора, до срабатывания защиты (не превышал 10 с) никаких тепловых изменений в синхронном генераторе тепловизором не отмечалось (рис. 2).

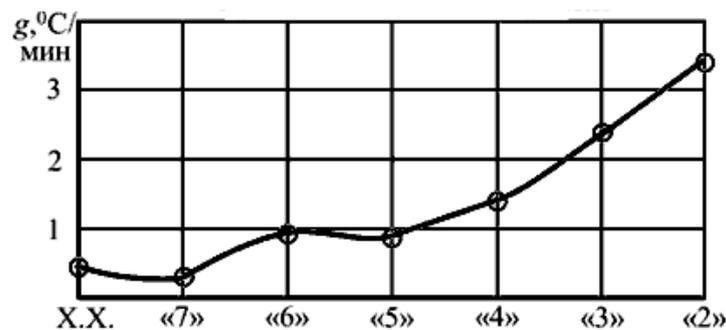


Рис. 2

На холостом ходе происходит естественный прогрев аппарата, затем в режиме нагрузки «7» снижается прирост температуры. В режиме «6» нагрев аппарата возрастает в 3 раза, потом несколько снижается в режиме «5». С режима нагрузки «4» скорость нагревания синхронного генератора начинает резко возрастать.

В результате исследования мы пришли к следующему:

- измерение тепловых характеристик электродвигателей имеет недостаток, сопряженный с искажением искомой температуры за счет воздушного зазора между ротором и корпусом электромашинного аппарата, поэтому достоверные результаты могут быть получены только в протяженных интервалах, длиной от трех минут;
- система возбуждения боится перегрузок и разогревается выше нормы, а защита ее отсутствует;
- защита при перегрузках срабатывает не совсем уверенно, иногда автомат защитного отключения электрического ввода срабатывает раньше;

- синхронный генератор работает весьма эффективно только в узких пределах при номинальном режиме его нагружения «5»;
- анализируя изменение градиента нарастания температуры синхронного генератора можно заключить, что его допустимое значение не должно превышать 1 °С/мин;
- для повышения надежности работы синхронного генератора требуется техническое обслуживание контактной группы и подшипников электромашинного аппарата и замена проводников ввода электропитания на больший диаметр.

Л и т е р а т у р а

1. Алиев, И. И. Электрические машины / И. И. Алиев.– Вологда : Инфра-Инженерия, 2014. – 448 с.
2. Антонов, Ю.Ф. Сверхпроводниковые топологические электрические машины / Ю. Ф. Антонов, Я. Б. Данилевич. – М. : Физматлит, 2009. – 368 с.
3. Изоляция электрических машин / ред. Ю. В. Багaley. – М. : ВНИИЭМ, 2012. – 143 с.
4. Торшин, В. В. Логическая электродинамика как новый подход к созданию физических эффектов, электрических машин и технических систем / В. В. Торшин, Ф. Ф. Пащенко, Л. Е. Круковский. – М. : Либроком, 2012. – 354 с.
5. Образовательный сайт. – Режим доступа: <https://engineering-solutions.ru/motorcontrol-electric-machine/>.
6. Кацман, М. М. Лабораторные работы по электрическим машинам и электрическому проводу / М. М. Кацман. – М. : Академия, 2011. – 256 с.
7. Методические указания по выполнению лабораторных работ по дисциплине «Автоматизированные системы управления и надежность в электроэнергетике» специальности «Электроэнергетика». – Рудный : РИИ, 2019. – 72 с.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОТОКА ОТКАЗОВ ОБОРУДОВАНИЙ ЭЛЕКТРОСЕТЕВОГО КОМПЛЕКСА В СТРАНАХ СНГ

А. В. Макрецкий

Рудненский индустриальный институт, Республика Казахстан

Научный руководитель К. С. Рыспаев

Силовые трансформаторы являются основными элементами электрических сетей и систем, которые определяют существенную часть эксплуатационной надежности и экономичности срока службы трансформатора. Отключения при авариях, дефекты и повреждения приводят к затратам, убыткам и моральному износу оборудования.

По данным эксплуатации силовых трансформаторов в Российской энергосистеме на сегодняшний день 40 % оборудования подстанций напряжением 110–220 кВ прослужили более 25 лет, 35 % – 15–25 лет, около 25 % – менее 15 лет [1]. По данным эксплуатации известно, что наибольший процент технологических нарушений трансформаторного оборудования приходится на период его эксплуатации от 20 до 30 лет.

Большая часть технологических нарушений связана с повреждениями маслонеполненных вводов, обмоток и устройств регулирования. Поломка усовершенствованных трансформаторов составляет около 0,2 %, в сравнении с выпусками трансформаторов 80-х годов – превышает 1 % [1].

Основные повреждения силовых трансформаторов в эксплуатации – это повреждения:

- обмоток;
- высоковольтных вводов;
- устройств регулирования напряжения под нагрузкой (РПН) [2].