

Наименование проекта: ИРН АР19677354 «Разработка систем косвенной тепловой защиты асинхронных генераторов ветроэлектростанций»

Актуальность: Одним из направлений альтернативной энергетики являются преобразователи энергии ветра в электроэнергию (ветрогенераторы). При работе ветрогенераторов совместно с электрической сетью промышленной частоты, как правило, используются асинхронные преобразователи энергии.

Асинхронные генераторы, работая преобразователем энергии ветра в электроэнергию, подвержен действию внешних возмущений, часто носящих стохастический характер, и в результате чего нагрузка асинхронного генератора может быть намного выше номинальных значений.

Одной из проблем технической реализации тепловой защиты для асинхронных генераторов ветроэлектростанций является текущий контроль температуры статорных обмоток. Реализация защиты по току статорных обмоток не обеспечивает учёта интенсивности воздушного охлаждения асинхронного генератора, конструктивно расположенного в верхней части ветроэлектростанций.

В настоящее время для контроля температуры асинхронного генератора используют тепловые реле, включённые в электрическую цепь его общей нагрузки. К недостаткам такого метода защиты следует отнести не учёт интенсивности воздушного охлаждения генератора и температурной постоянной нагрева, что снижает эффективность контроля температуры статорных обмоток генератора.

Тепловая защита обмотки статора асинхронных генераторов опирается в первую очередь на измерение или определение температуры обмотки. Достоверность и своевременность полученной системой защиты информации о температуре соответствующих элементов и узлов асинхронных электромеханических преобразователей энергии - это ключевой фактор предотвращения повреждений изоляции из-за перегрева для продления срока ее службы.

Наиболее эффективным способом защиты статорных обмоток асинхронного генератора ветроэлектростанции от превышения их температуры, учитывающего динамические характеристики нагрузки и интенсивность охлаждения, является косвенный метод вычисления температуры, основанный, на вычислении текущего значения активного сопротивления статорных обмоток.

Цель: исследование и разработка методов и средств косвенной тепловой защиты асинхронных генераторов ветроэлектростанций, учитывающих процессы тепловыделения и теплоотвода.

Ожидаемые и достигнутые результаты: Результаты проекта позволяют создать системы тепловой защиты для асинхронных генераторов

ветроэлектростанции; разработать методы косвенного вычисления температуры, а также с введением импульсной составляющей в цепи питания статорных обмоток асинхронных генераторов ветроэлектростанции.

Формами реализации результата проекта будут являться:

- не менее 3 (трех) статей и (или) обзоров в рецензируемых научных изданиях, индексируемых в Science Citation Index Expanded базы Web of Science и (или) имеющих процентиль по CiteScore в базе Scopus не менее 35 (тридцати пяти);

- не менее 3 (трех) статей в рецензируемом зарубежном или отечественном издании, рекомендованном КОКСНВО;

- разработка научно-технической, эскизной конструкторской документации.

Полученные результаты в 2023 году:

1. Обоснована актуальность использования ветрогенераторных установок в Казахстане. Рассмотрены варианты технической реализации серийно выпускаемых ветрогенераторов ведущими предприятиями дальнего зарубежья, их технические характеристики, специфические особенности эксплуатации. Выполнен анализ технических решений электромеханических преобразователей.

2. Выполнен анализ аварийных ситуаций, возникающих на ветрогенераторных установках и в системах электропередачи. Обоснована актуальность исследования и разработки комбинированной системы защиты для ветрогенераторных установок, которая должна обеспечивать следующие виды защит:

– от перегрузок асинхронного генератора, с использованием наблюдателя температуры статорных обмоток;

– силового управляемого полупроводникового преобразователя в режиме рекуперации энергии в сеть;

– элементов механической передачи ветрогенераторной установки в случае превышения скорости ветра максимально допустимого значения.

Проведен анализ технических решений защитных устройств асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором. Обоснована актуальность разработки наблюдателя температуры статорных обмоток электромеханического преобразователя асинхронного типа ветрогенераторных установок.

Разработан алгоритм работы наблюдателя температуры, который вычисляет температуру обмотки статора асинхронного генератора. Разработана программа экспериментальных исследований на основе патентного поиска.

3. Обоснована актуальность исследований и разработки косвенной тепловой защиты электромеханического преобразователя асинхронного типа.

Определена совокупность решаемых задач для проведения теоретических исследований на базе имитационной модели косвенной тепловой защиты электромеханического преобразователя асинхронного типа

с короткозамкнутым ротором, учитывающей процессы тепловыделения и теплоотвода.

Разработаны математическая и имитационная модель наблюдателя температуры на основе векторной математической модели электромеханического преобразователя асинхронного типа в генераторном режиме с короткозамкнутым ротором и структура наблюдателя температуры. Имитационные исследования выполнялись для электромеханического преобразователя асинхронного типа с короткозамкнутым ротором в генераторном режиме работы серии 4А с частотой вращения 750 об/мин., и мощностью от 3 кВт до 200 кВт в диапазоне температур 20 °С ÷ 250 °С.

Разработана структурная схема аппаратной части системы температурной защиты от перегрева статорных обмоток асинхронного генератора с короткозамкнутым ротором. Структурная схема отражает основные функционально законченные узлы системы косвенной защиты от превышения температуры, а также отражает межузловые связи и направление прохождения информационных сигналов.

Члены исследовательской группы:

руководитель проекта – Нурмаганбетова Гулим Сахитовна

Scopus Author ID – 57201133125

Researcher ID– GXF-6740-2022

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-9529-2477>

Исследовательская группа:

Ответственный исполнитель - Исенов Султанбек Сансызбаевич

Scopus Author ID - 55565980900

Researcher ID: H-8811-2018

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-4576-4621>

Старший научный сотрудник – Таткеева Галия Галымжановна

Scopus Author ID - 56669761400

Researcher ID: ABF-9385-2021

ORCID <https://orcid.org/0000-0001-9518-4567>

Старший научный сотрудник - Каверин Владимир Викторович

Scopus Author ID – 57437923100

Researcher ID - ABB-9215-2021

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2021-7445>

Старший научный сотрудник – Хабдуллин Асет Бакирович

Scopus Author ID - 57189389312

Researcher ID - G-5526-2019

ORCID <https://orcid.org/0000-0003-0693-2290>

Старший научный сотрудник - Асаинов Гибрат Жоламанович

Scopus Author ID - 57202009038

Researcher ID - V-8407-2019

ORCID <https://orcid.org/0000-0002-1330-5909>

Научный сотрудник - Искаков Уалихан Кабибуллаевич

Scopus Author ID - 57221097466

Researcher ID - GZM-3652-2022
ORCID <https://orcid.org/0000-0001-6395-6067>

Научный сотрудник – Эм Геннадий Аркадьевич
Scopus Author ID - 57191161638
ORCID <https://orcid.org/0000-0003-2639-0492>

Информация для потенциальных пользователей: Предлагаемый научный проект, направлен на повышение надежности асинхронных генераторов ветроэлектростанций и имеют важное значение для развития ветроэнергетики.

Дополнительная информация: Областью применения разработки могут быть сельскохозяйственные предприятия удалённые от систем электроснабжения и производственные предприятия, генерирующие электроэнергию.