

**УДК 620.4**

А.С. ПОЛУХИН, студент гр. ЭРб-181 (КузГТУ)

Научный руководитель О.А. ДИНКЕЛЬ, старший преподаватель  
(КузГТУ)  
г.Кемерово

**ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ПОВРЕЖДЕНИЙ  
ЕМКОСТЕЙ САМОВОЗБУЖДЕНИЯ И ОБРЫВА ФАЗ АВТОНОМ-  
НЫХ АСИНХРОННЫХ ГЕНЕРАТОРОВ ВЕТРОУСТАНОВОК**

Энергия ветра является вторым по значимости возобновляемым источником электроэнергии после гидроэнергетики. Несмотря на широкое распространение, использование данного вида энергии носит периодический характер. Хотя попытки использования энергии ветра предпринимались еще в далеком прошлом, современная ветроэнергетика началась совсем недавно, а именно в прошлом веке. Энергия ветра может быть эффективной во многих смыслах, но она еще не достигла широкого равенства в энергосистемах с источниками ископаемого топлива.

Один из способов сократить выбросы парниковых газов, а также нашу зависимость от ископаемого топлива — это увеличить долю электроэнергии, вырабатываемой с помощью ветра и других возобновляемых источников энергии. Ветроэлектростанции не выбрасывают парниковые газы при производстве электроэнергии, в отличие от угольных и заправочных станций.

Энергия ветра является экологически чистым возобновляемым источником энергии и предлагает множество преимуществ, что объясняет, почему она стала приоритетом для других из самых быстрорастущих источников энергии в мире.

Для расширения масштабов ветроэнергетики и для широкого ее использования необходимо иметь установку надежно превращающую энергию ветровых потоков в электроэнергию.

Установки на базе ветроэлектрических машин могут быть построены на участках литосферы, а также гидросферы. Правительства многих стран мира снабжают средствами такие работы. Например, министерство энергетики РФ в настоящее время финансирует проекты по разработке в развертывании морских ветроэнергетических проектов в водоемах страны.

Здесь выбор генератора играет огромную роль в максимальном использовании энергии ветра установкой, что, позволяет определить ее способность производить высококачественную выходную мощность с минимальными затратами.

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
311-2 18-20 ноября 2021 года**

---

Этим требованиям вполне отвечает автономные асинхронные генераторы с возбуждением от батареи конденсаторов благодаря своей надежности, невысокой стоимости и простоте конструкции.

В настоящий момент времени все еще актуальным остается и будет оставаться в ближайшем будущем вопрос об использования автономных асинхронных генераторов (ААГ) с емкостным возбуждением в ветроэлектрических установках. Это обусловлено появлением новых типов конденсаторов, небольших габаритных размеров с приемлемой ценой, а также современных инверторов. Доля ветроэлектрических электростанций, имеющих в своем составе асинхронные генераторы достигает цифры порядка 85 %, а самая большая мощность, используемая для коммерческих целей, имеет увеличенную мощность до 5 МВт.

Как правило, автономные асинхронные генераторы отличаются тем, что имеют достаточно простую конструкцию и отличаются высокой надежностью. Кроме того, разница между этими электрическими машинами заключается в их относительно низкой стоимости.

Однако имеются и определенные проблемы в их эксплуатации. Заключаются они том, что могут произойти неисправности генератора. Среди самых распространённых можно выделить разного рода повреждения в обмотке статора, а также емкостей самовозбуждения. Как таковых специальных защит автономных асинхронных генераторов не существует. Поэтому имеется потребность разработки соответствующих устройств диагностики и защиты генератора. Для их разработки нужно исследовать признаки неисправностей. Это позволит сформулировать требования к защитным устройствам.

Для проведения экспериментальных исследований была разработана экспериментальная установка. Она включает в себя асинхронный генератор, выполненный на базе асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором модели 4А100S4У3. Генератор возбуждался от батареи конденсаторов, которые были соединены по схеме со «треугольник».

При обрыве емкости генератора в поврежденной фазе ток и напряжение уменьшаются. Таким образом, происходит значительное уменьшение тока в поврежденной фазе в 1,4 раза. В неповрежденных фазах уменьшение величины токов и напряжений колеблется на уровне 2 – 3 %. Также незначительным значением является коэффициент обратной последовательности напряжений и токов генератора. Разница между средним значением фазных токов с асимметрией и током в поврежденной фазе составляет около 19% по сравнению с номинальным током.

Если происходит полный обрыв одной из фаз емкостей возбуждения, то величина тока в поврежденной фазе генератора уменьшается в 4,24 раза.

**IV Всероссийская молодежная  
научно-практическая конференция «ЭНЕРГОСТАРТ»  
311-3 18-20 ноября 2021 года**

---

Изменение напряжения имеет аналогичный характер. В этом случае коэффициент обратной последовательности токов имеет значение порядка 0,1. Для напряжений это незначительная величина.

Таким образом опытные исследования позволили выявить характер изменения величин токов и напряжений автономного асинхронного генератора при обрыве одной из фаз генератора, а также полном или частичном обрыве фаз емкостей возбуждения. Данные информационные признаки необходимы для разработки соответствующих устройств защиты, в качестве которых можно, например, использовать устройство, реагирующее на изменение вибрации корпуса генератора при повреждении. Поскольку с помощью сигнала датчика вибрации можно обнаружить не только электрические, но и механические повреждения, поэтому целесообразно использовать его для построения устройства защиты генератора.

**Список литературы:**

1. Богдан А.В. Диагностика повреждений обмотки статора автономного асинхронного генератора / А.В. Богдан, А.Н. Соболь // Известия вузов. Электромеханика. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2013. – № 1. - С. 70 - 71.
2. Богдан А.В. Информационные признаки повреждения обмотки статора для построения релейной защиты автономного асинхронного генератора / А.В. Богдан, А.Н. Соболь // Известия вузов. Электромеханика. - Новочеркасск: ЮРГПУ (НПИ) имени М.И. Платова, 2017. – № 6. - С. 72 - 76.
3. Богдан А.В. Диагностика повреждений обмотки статора автономного асинхронного генератора / А.В. Богдан, А.Н. Соболь // Известия высших учебных заведений. Электромеханика. – 2013. – №1. – С. 70–71.

**Информация об авторах:**

Полухин Андрей Сергеевич, студент гр. ЭРб-181, КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28, andrei18042000@mail.ru

Динкель Олеся Александровна, старший преподаватель КузГТУ, 650000, г. Кемерово, ул. Весенняя, д.28, dinkeloa@kuzstu.ru