

влечет повышение общей температуры машины и местные перегревы, что может привести к серьезным последствиям. Также следует отметить, что при определенных условиях наложения гармоник может возникнуть механическая вибрация ротора. В трансформаторах гармоники напряжения вызывают увеличение потерь на гистерезис, потери, связанные с вихревыми токами в стали, и потери в обмотках. Кроме того, сокращается срок службы изоляции. В батареях конденсаторов гармоники тока также приводят к дополнительным потерям энергии. Вследствие этого происходит дополнительный нагрев конденсатора, который может привести к выходу последнего из строя. Также возможно повреждение конденсатора при возникновении гармоничных резонансов в сети.

Гармоники могут нарушать работу устройств защиты или ухудшать их характеристики. Характер нарушения зависит от принципа работы устройства. Самыми распространенными являются ложные срабатывания, которые наиболее вероятны в работе систем защиты, основанных на измерении сопротивлений. Влияние гармоник на коммерческие приборы измерения мощности и учета электроэнергии приводит к увеличению погрешности результатов измерений.

Также следует отметить влияние гармоник, возникающих в силовых цепях, на сигналы в линиях связи. Низкий уровень шума приводит к определенному дискомфорту, при его увеличении часть передаваемой информации теряется, в некоторых случаях связь становится невозможной.

Определение уровней высших гармоник напряжения, тока и других параметров несинусоидальных режимов производится на основании схем замещения, справедливых для каждой высшей гармоники отдельно.

Для ограничения влияния электрифицированной железной дороги на качество электроэнергии в точках присоединения сетей общего назначения используются специальные мероприятия и средства. Для участков постоянного тока напряжением 3,3 кВ применяются 12-пульсовые преобразователи, при которых в питающих сетях не возникают гармоники напряжения с частотой ниже 550 Гц, а гармоники частотой 550 Гц и выше имеют значительно меньшие амплитуды, чем в случае применения 6-пульсовых преобразователей.

Дополнительно при необходимости устанавливаются индуктивно-емкостные фильтры, применение которых позволяет снизить значение высших гармонических составляющих на тяговых подстанциях постоянного тока, что приведет в общем к повышению качества электроэнергии. Определить параметры данных устройств удобно при помощи современных методов математического моделирования.

УДК 621.331

МОДЕРНИЗАЦИЯ СОЛНЕЧНОГО ТРЕКЕРА СИСТЕМОЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Д. А. БОСЫЙ, В. Г. ХИМОНЕНКО

*Днепровский национальный университет железнодорожного транспорта
им. акад. В. Лазаряна, Украина*

Солнечная энергия – один из самых перспективных и динамичных возобновляемых источников энергии. Ежегодно прирост мощностей, которые вводятся в эксплуатацию, составляет примерно 40–50 %. Всего за последние 15 лет доля солнечного электричества в мировой энергетике превысила отметку в 5 %. Совершенствование технологии изготовления фотоэлектрических модулей привело к существенному снижению себестоимости электроэнергии. В более чем 30 странах мира (в частности, Германии, Чили, Австралии, Мексике) солнечная энергия стала дешевле, чем получаемая из традиционных источников (нефть, газ, уголь). Одной из технологий, увеличивающих добычу солнечной энергии, является солнечный трекер.

Солнечный трекер представляет собой систему, предназначенную для ориентации на солнце рабочих поверхностей систем, генерирующих электричество, либо систем, концентрирующих (генерирующих) тепловую энергию. Точная ориентация рабочих поверхностей систем на солнце необходима для достижения их максимальной производительности. Задача трекера – уменьшить угол падения солнца на рабочую поверхность солнечных панелей (PV-модулей, CPV – концентри-

рованных фотоэлектрических модулей, CSP-систем, HCPV-систем, параболических отражателей и др.). Такой прибор позволит контролировать положение солнечных панелей сразу в двух плоскостях. Именно при падении солнечного света под прямым углом достигается минимальное значение отражения, а следовательно – максимальное использование энергии лучей солнечной панелью. В зависимости от количества степеней свободы движения солнечные трекеры бывают одно- и двухкоординатными. Двухкоординатные трекеры обеспечивают наибольший КПД фотопревращения в течение всего года (99,5 % от теоретически возможного). Однокоординатные обеспечивают желаемый максимум только в определенный сезон года, а суммарная годовая добыча солнечной энергии составляет лишь 75–80 % от возможного, что также значительно лучше, чем 40–70 %, которые падают на неподвижную панель.

Несмотря на все преимущества управляемых фотопанелей, трекеры устанавливаются далеко не на всех солнечных электростанциях. Тому есть несколько причин:

- трекер всегда повышает стоимость монтажа системы;
- усложнение конструкции крепления приводит к уменьшению ее надежности (на крупных электростанциях понадобится дополнительный штат работников для обслуживания и ремонта трекеров);
- наличие подвижных деталей требует обслуживания даже при отсутствии аварий;
- подвижные крепления панели значительно уменьшают ее устойчивость и надежность при сильном ветре.

Таким образом, можно сделать вывод, что установка фотопанелей на солнечный трекер способна повысить уровень выработки электроэнергии на 30–40 %.

В работе предлагается модернизировать существующую систему ориентации солнечной панели с помощью нейроконтроллера и специального алгоритма управления. Это позволит автоматически поворачивать панель за солнцем с максимальной точностью и генерацией солнечной энергии в любое время года.

В результате выполненной работы можно сделать выводы, что с помощью систем искусственного интеллекта можно автоматизировать систему генерации солнечной энергии, а также увеличить точность слежения за солнцем и обеспечить наибольшее КПД фотопреобразования в течение всего года.

УДК 614.8.084: 159.944

ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ НАДЕЖНОСТЬ РАБОТНИКОВ ЛОКОМОТИВНЫХ БРИГАД КАК РЕШАЮЩИЙ ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТА

В. Г. БРУСЕНЦОВ, В. Г. ПУЗЫРЬ, О. В. КОСТЫРКИН

Украинский государственный университет железнодорожного транспорта, г. Харьков

Проблема надежности человека-оператора является чрезвычайно актуальной во всём мире. Известно, что большинство аварий в сложных технических системах, приводящих к тяжелым потерям, происходит по вине человека. [1, 2]. На железнодорожном транспорте безопасность движения также в значительной степени определяется человеческим фактором. При этом одной из важнейших составляющих является уровень профессиональной надежности работников локомотивных бригад. По их вине происходит до 80 % аварий с тяжелыми последствиями [3]. Ежегодные аналитические материалы о состоянии безопасности в железнодорожной отрасли свидетельствуют: порядка 90 % происшествий (проездов запрещающих сигналов, аварий и катастроф) случилось по вине машинистов. Но разве все они нерадивые рабочие? Конечно, нет. Статистические данные подтверждают, что многие из тех, что допустили проезды запрещающих сигналов – дисциплинированные, ответственные люди, опытные, а нередко и высококвалифицированные машинисты.

Проблема надежности человека-оператора разрабатывается достаточно интенсивно в различных областях. [4]. Поскольку основным условием надежной работы является поддержание заданного уровня деятельности в течение определенного отрезка времени, надежность работы человека-оператора может быть определена как способность к сохранению необходимых рабочих качеств в условиях возможного осложнения обстановки или как «сохранность», устойчивость оп-