

где k_3 - тариф на электроэнергию. При $k_3 = 3,2$ р месячный расчет экономии E_L составляет 12480 рублей.

По полученным результатам можно сделать вывод, что данная система рациональна, так как окупается примерно за месяц. При имеющемся недостатке, а именно, необходимость в периодической корректировке настройки системы, предлагаемая схема достаточно проста и надежна в работе.

Экономический расчет производился для одной улицы Урус-Мартана. С учетом того, что в Урус-Мартановском районе, по информации АО «Чеченэнерго», имеются около 8 тысяч фонарей, 35 % которых имеют сетевое освещение, ежемесячная экономия E_p , по всему району составляет:

$$E_p = \frac{2}{3} N \cdot P_{\phi} \cdot t \cdot 30 \cdot k_3 = 291072 \text{ р}$$

А в год получается 3 492 864 рубля

Данный экономический эффект достигается, в первую очередь, за счет сокращения времени работы неэффективных осветительных устройств. Описанный метод является одним из возможных способов снижения затрат на электроэнергию в многих городах и селах нашей станы. В будущем планируется ввести в работу данную систему в сотрудничестве с АО «Чеченэнерго».

Литература

1. АО «Чеченэнерго» [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.chechenenergy.ru/>
2. Каталог энергосберегающих технологий [Электронный ресурс]. - Режим доступа: <http://www.energosoвет.ru/entech.php>.

ПРОБЛЕМА СНИЖЕНИЯ ОБЩЕЙ ИНЕРЦИИ СЕТИ ИЗ-ЗА ВНЕДРЕНИЯ ОБЪЕКТОВ НА БАЗЕ ВОЗОБНОВЛЯЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ

Саматова С.М.

Научный руководитель доцент А.А. Суворов

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Введение.

В современных электроэнергетических системах одним из самых высокоперспективных направлений является эксплуатация возобновляемых источников энергии [4]. Возобновляемые источники энергии (ВИЭ) – это энергоресурсы постоянно существующих природных процессов на планете, а также энергоресурсы продуктов жизнедеятельности биоценозов растительного и животного происхождения [2]. Сейчас традиционная генерация стремится поменяться на возобновляемые источники энергии [5] Причинами такого перехода являются важность снижение выбросов парниковых газов и ограниченный запас топлива [4]. Обычно определение инерции в сети происходит за счет всех вращающихся масс, связанных с сетью энергосистемы. За последнее десятилетие использование возобновляемых источников энергии, по большей части, фотоэлектрических установок и ветряных электростанций, приводит к существенному изменению динамических характеристик энергосистем, так как возобновляемые источники энергии имеют на границе сети силовую энергетику. Электронные преобразователи, которые отделяют блок генерации ВИЭ от сети, снижают общую инерцию, что очень значительно влияет на анализ стабильности и надежности энергосистем. Этот факт считается самым большим недостатком ВИЭ, так как стабильность частоты и ее переходная характеристика нарушены. На самом деле низкая инерции системы связана с высокой скоростью изменения частоты за короткий промежуток времени.

Анализ инерции в энергосистеме.

Для получения максимальной мощности при использовании возобновляемых источников энергии ветряные и фотоэлектрические электростанции управляются с помощью преобразователей мощности с использованием метода отслеживания точки максимальной мощности (ОТММ) [1]. Благодаря этому преобразователю мощности, который еще называют «отвязанными» от сети, ветряные и фотоэлектрические электростанции не могут влиять на общую инерцию энергосистемы [2]. Исходя из наличия изменения частоты, были разработаны стратегии для эффективного использования ВИЭ в энергосистеме с возможностью управления частотой. Такие методы называют эмулированными, синтетическими или виртуальными инерционными [3]. Все синхронные генераторы сведены к эквивалентной вращающейся массе с эквивалентной инерцией (1) [4]:

$$H_{\text{экр}} = \frac{\sum_{i=1}^{GU \text{ CG}} H_i \cdot S_{6,i}}{S_6}, \quad (1)$$

где S_6 – общая полная мощность объектов ВИЭ в рассматриваемой ЭЭС;

$S_{6,i}$ – полная мощность i – го объекта ВИЭ;

H_i – постоянная инерции i – го объекта ВИЭ;

ГУ СГ - число генерирующих установок на базе синхронных генераторов в рассматриваемой ЭЭС.

При включении эмуляции инерции в энергосистему эквивалентная инерция будет состоять из двух компонентов: синхронная инерция от генераторов и виртуальная инерция, исходящая из ВИЭ (2). Эта модифицированная эквивалентная инерция графически иллюстрируется в рис.1 [2].

$$H_{\text{экв}} = \frac{\sum_{i=1}^{GU \text{ СГ}} H_i \cdot S_{6,i} + \sum_{j=1}^{GU \text{ ВИЭ}} H_{EV j} \cdot S_{6,j}}{S_6}, \quad (2)$$

где $H_{GU \text{ ВИЭ } j}$ – постоянная инерции j – го объекта ВИЭ;

$S_{6,j}$ – полная мощность j – го объекта ВИЭ;

$GU \text{ ВИЭ}$ - число генерирующих установок на базе ВИЭ в рассматриваемой ЭЭС

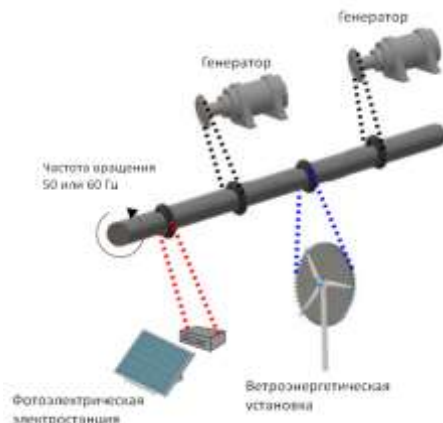


Рис. Энергетическая система с синхронной, скрытой и виртуальной инерцией

Ветроэнергетическая установка имеет «скрытую» развертываемую инерцию, основанную на кинетической энергии, запасенной в их лопастях, трансмиссии и электрических генераторах, тогда как у фотоэлектрической электростанции нет накопленной кинетической энергии из-за отсутствия вращающихся масс. Фактически, современные ветротурбины с переменной скоростью вращения имеют константы инерции вращения, сравнимые с таковыми у обычных генераторов [3]. Как следствие, обычно считается, что ветротурбины могут обеспечивать инерцию вращения [2]. С другой стороны, фотоэлектрические установки не имеют вращающихся масс [3], имеющих постоянную инерции $H = 0$ [6]. Что касается эквивалентной оценки инерции для ЕС и с учетом усредненной скрытой инерции ВЭС изменение инерции уменьшается примерно на 0,3 с, что соответствует. Учет скрытой инерции ветротурбины с переменной скоростью вращения приводит к меньшему уменьшению эквивалентной инерции.

Способы управление частотой ВИЭ.

Поддержание постоянной частоты очень важно для электроэнергетической системы. Для обеспечения поддержания постоянной частоты в системе должна балансироваться генерация и нагрузка. Следовательно, стабильность частоты соблюдается при способности системы поддерживать рабочую частоту, близкую к номинальной (50 или 60 Гц) [6]. Традиционная схема управления частотой включает в себя три этапа: первичный, вторичный и третичный. Первичное управление частотой работает в масштабе времени до нескольких десятков секунд и использует регулятор для регулировки входной механической мощности вокруг заданного значения на основе местного отклонения частоты. Вторичное управление частотой устраняет стационарное отклонение частоты, создаваемое из-за компенсации реактивной мощности. Встроенный контроллер изменяет уставку регулятора турбины, чтобы вернуть частоту к номинальному значению. Временной масштаб обычно составляет от секунд до 15 минут после отклонения. Третичное управление частотой используется для снятия перегрузок передачи, а также его основной целью является выполнение экономически эффективной диспетчеризации генерации. Как говорилось выше, генерация ВИЭ значительно снижает инерцию, что приводит к отклонениям частоты из-за дисбаланса генерации и нагрузки. Следовательно, необходимо, чтобы ВИЭ поддерживали мощность при возмущениях и тем самым способствовали регулированию частоты.

Фотоэлектрические электростанции могут использовать аккумуляторные системы хранения энергии такие как, батареи, конденсаторы и т.д., что способствует обеспечению дополнительной активной мощности. Также можно эксплуатировать генерирующие блоки ниже их оптимальной точки выработки, это будет делаться с целью запаса активной мощности для подачи в сеть в случае падения частоты. Такой метод называется «метод разгрузки» [2].

Также, как и в фотоэлектрических электростанциях ветряные электростанции могут использовать аккумуляторные системы хранения энергии для обеспечения дополнительной мощности. Ветряные турбины могут регулировать частоту, управляя углом наклона. Увеличение угла наклона при постоянной скорости ветра позволяет поддержание скорости вращения ротора в точке максимальной мощности. Следовательно, имеется определенный запас активной мощности для обеспечения дополнительной генерации в случае отклонения частоты. Что касается обеспечения инерционного отклика от ветроустановок, то основной идеей является увеличение выходной мощности на несколько секунд. В управление активной мощностью вводятся один или несколько дополнительных контуров, которые активируются только при изменении частоты. И лопасти, и инерция ротора затем используются для обеспечения первичной частотной характеристики в условиях дисбаланса мощности. Кинетическая энергия, запасенная во вращающихся массах, подается в сеть как дополнительная активная мощность.

Вывод.

Нетрадиционная энергетика – это весьма прогрессивная область хозяйства, науки и техники. Что касается ветрогенераторов, они имеют значения инерции, аналогичные обычным генераторным установкам – от 2 до 6 с в зависимости от технологии – что обычно считается «имитируемой скрытой инерцией». При использовании

ВИЭ необходимо учитывать снижение инерции и, следовательно, отклонения частоты. Необходимо применять стратегии для поддержания баланса частоты, так как поддержание постоянной частоты очень важно для электроэнергетической системы.

Литература

1. Continental europe operation handbook - p1, Tech. rep., European Network of Transmission System Operators for Electricity.
2. D'hulst R. et al. Voltage and frequency control for future power systems: the ELECTRA IRP proposal //2015 International Symposium on Smart Electric Distribution Systems and Technologies (EDST). – IEEE, 2015. – С. 245-250.
3. Morren J. et al. Wind turbines emulating inertia and supporting primary frequency control //IEEE Transactions on power systems. – 2006. – Т. 21. – №. 1. – С. 433-434.
4. Бальзанников М. И., Елистратов В. В. Возобновляемые источники энергии. – 2008.
5. Гилула М. М. Множественная модель данных в информационных системах. – Наука, 1992.

РАННЯЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ ВОЗГОРАНИЙ В ПОМЕЩЕНИИ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ГРУППЫ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

Свириденко А.С., Кропотова С.С., Волков Р.С., Стрижак П.А.

Научный руководитель доцент Р.С. Волков

Национальный исследовательский Томский политехнический университет, г. Томск, Россия

Пожары в помещениях разного назначения являются актуальной проблемой всего мирового сообщества [1–3,5]. В мировом научном сообществе острой является проблема повышения огнестойкости зданий [3]. Основное направление в области пожарной безопасности является обнаружение очага возгорания [5,6]. Характеристики горения типичных отделочных веществ и материалов позволит использовать моделирование для оценки поведения очага возгорания [4]. Цель работы – установление наиболее подходящий для идентификации возгораний в помещении комбинации средств измерений и регистрации.

Для проведения исследований применялся экспериментальный комплекс (рис.). Экспериментальный комплекс включал: огнеупорный стенд, регистрирующие устройства и системы, щит автоматики. Сбор и запись информации осуществлялась на ПК. Огнеупорный стенд сконструирован и смонтирован в виде полового параллелепипеда. Геометрические размеры последнего 1,5×1×1,25 м. Внутри стенда размещался модельный очаг. Также в полости стенда расположены точечные детекторы, а также высокоскоростной пирометр. Сигналы с последних подаются на щит автоматики (рис. 1).



Рис. Вид основных элементов измерительного комплекса: 1 – термопары; 2 – высокоскоростной пирометр; 3 – газоаналитическая система; 4 – пожарный извещатель пламени; 5 – пожарный извещатель тепловой; 6 – пожарный извещатель дымовой; 7 – видеокамера; 8 – приточная вентиляция; 9 – вытяжная вентиляция