

2. Результаты численного моделирования показали, что продукты сгорания с высокой концентрацией угарного газа выходили через отверстия газохода, возникшие в процессе эксплуатации.

3. В помещение кухни угарный газ попадал через открытую форточку, расположенную вблизи участка газохода с дефектом.

4. Расчетное время достижения смертельно опасной концентрации угарного газа в помещении при сложившихся климатических и конструктивных условиях составило 94 часа.

УДК 621.316.7:338.012

РАСЧЕТ МОЩНОСТИ СОБСТВЕННЫХ НУЖД МОДУЛЯ СЕТЕВОГО ЛИТИЙ-ИОННОГО НАКОПИТЕЛЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Ротару Л.Г., Бельский А.А.

Санкт-Петербургский горный университет

Актуальность. Передача электроэнергии от генератора к потребителям в электроэнергетической системе (ЭЭС) происходит непрерывно, без возможности её накопления в значительных (соизмеримых с выработкой) количествах. Кроме того, потребление электроэнергии в течение суток происходит неравномерно (в соответствии с суточными графиками нагрузки), поэтому возникает необходимость постоянно регулировать выдачу электроэнергии в сеть, поддерживая в любой момент времени баланс между вырабатываемой и потребляемой активной мощностью. От соблюдения баланса зависит частота электрического тока. Обычно баланс мощности в системе поддерживается путём изменения выдачи мощности в сеть генераторами электростанций. Такой режим управления ЭЭС не только заметно увеличивает скорость износа генерирующего оборудования, но и приводит к дополнительному расходу топлива. Кроме того, не всегда существует технологическая возможность быстрого пуска/остановки генерирующего объекта. К тому же при аварийных ситуациях, когда резервов мощности на электростанциях недостаточно, для восстановления допустимого уровня частоты применяют ограничения нагрузки потребителей. Это в свою очередь может привести к значительному ущербу, связанному с перерывом энергоснабжения потребителей.

В качестве технического решения проблемы управления ЭЭС может быть использован модульный сетевой накопитель энергии МВт-ного класса на базе литий-ионных аккумуляторных батарей отечественного производства. Такой накопитель может участвовать в покрытии пиковых и полупиковых участков суточных графиков нагрузки энергосистемы. Это позволит оптимизировать режимы ЭЭС, снизить расход топлива, значительно повысив энергоэффективность процессов производства и передачи электроэнергии и, в конечном счете, повысить экономическую эффективность управления энергосистемой.



Рисунок 1 – Модуль сетевого накопителя в разрезе

Аккумуляторные элементы (литий-ионные батареи) размещаются на полках в батарейных шкафах (рис. 1). Батарейные шкафы располагаются вдоль контейнера с каждой стороны с проходом посередине шириной не менее 800 мм в свету, согласно требованиям ПУЭ [1]. В качестве форм-фактора модульной конструкции накопителя может быть использован ISO-контейнер с размером 1 TEU (20 ft). Сетевой накопитель состоит из нескольких модулей.

Для нормальной работы системы необходимо обеспечить собственные нужды модуля накопителя, а именно: систему отопления, вентиляции и кондиционирования (HVAC); систему освещения; систему пожаротушения; систему подзарядки батарейных шкафов и систему управления модулем накопителя.

Данный вопрос является малоизученным. В настоящее время в России отсутствует серийный выпуск сетевых накопителей электроэнергии. Разработкой и выпуском штучных экземпляров занимаются компании, которые производят литий-ионные батареи: ООО «Лиотех», ООО «НПО ССК», ОАО «Аккумуляторная компания «Ригель», ОАО «НИАИ «Источник», АО «Энергия», ЗАО «Опытный завод НИИХИТ». Однако производственные возможности большинства компаний ограничены, только ООО «Лиотех» обладает достаточной производственной мощностью для создания модульного сетевого накопителя электроэнергии.

Цель и задачи работы. Необходимо определить и провести оценку собственных нужд для одного модуля (типоразмер: ISO-контейнер 1 TEU) литий-ионного сетевого накопителя электроэнергии.

Рассмотреть мировые аналоги сетевых накопителей электрической энергии, обратив внимание на устройства поддержания заданных климатических параметров. Рассчитать мощность, необходимую для компенсации тока саморазряда. Выбрать тип системы пожаротушения в соответствии с классом помещения и рассчитать количество модулей пожаротушения исходя из площади пространства. Выбрать тип и количество светильников, необходимых для поддержания нормированной освещенности рабочей поверхности помещения, руководствуясь сводом правил «Естественное и искусственное освещение».

Результаты. По данным компании TesvoltRus, производящей накопителя электроэнергии наружного и внутреннего исполнения, для накопителя TesvoltRus TLC 1000 потребляемая мощность системы HVAC составляет до 2,75 кВт [2]. Установленная мощность системы охлаждения/обогрева составляет до 7,0 кВт. Отсюда получаем, что коэффициент спроса для системы HVAC:

$$k_c = 2,75 / 7,0 = 0,4$$

Накопитель TesvoltRus TLC 1000 состоит из двух контейнеров с габаритами $2 \times (6000 \times 2450 \times 2900)$. Размер одного контейнера идентичен габаритам ISO-контейнера с размером 1 TEU (20 ft). Тогда установленная мощность системы HVAC будет в два раза меньше и принимается равной 3,5 кВт.

Для системы пожаротушения принимаем к установке модуль порошкового пожаротушения «Буран-2,5взр» во взрывозащищенном исполнении, предназначенный для локализации и тушения пожаров класса А, В, С, а также пожаров, возникающих в электрооборудовании, находящемся под напряжением [3]. Пусковой ток устройства равен 0,4 А, тогда при напряжении до 400 В установленная мощность устройства $P_{уст} = 160$ Вт. Огнетушащая способность модуля до 7 м^2 . Модуль пожаротушения должен быть зарезервирован на случай несрабатывания. Таким образом, для проектируемого модуля накопителя площадью $S = 13,7 \text{ м}^2$ потребуется 4 модуля пожаротушения.

Согласно электрическим характеристикам литий-ионных батарей производства ООО «Лиотех» саморазряд полностью заряженного аккумулятора при хранении ($+25^\circ\text{C}$) составляет в месяц $<3\%$ [4]. Однако проектируемый накопитель планируется использовать в температурном диапазоне от -30°C до $+40^\circ\text{C}$, с учетом этого примем величину саморазряда равной 5%. В среднем, для модуля сетевого накопителя запасаемое количество энергии (ём-

кость) составляет от 1000 до 1200 кВт·ч. Определим максимальную мощность, требуемую для системы подзарядки батарейных шкафов:

$$P_{\text{подзаряда}} = 1200 \text{ кВт}\cdot\text{ч} \cdot 12 \text{ мес.} \cdot 0,05 / (365 \text{ дн.} \cdot 24 \text{ ч.}) = 0,08 \text{ кВт}$$

Для решения поставленной задачи была рассмотрена система хранения энергии от компании LG (ESS LG), размещаемая в ISO-контейнере с размером 2 TEU (40 ft) и работающая в диапазоне температур от -20°C до $+40^{\circ}\text{C}$. Установленная мощность системы управления таким модулем равняется 1,40 кВт. Отметим, что система управления модулем накопителя не зависит от типоразмера контейнера, поэтому для проектируемого в ISO-контейнере с размером 1 TEU (20 ft) накопителя примем установленную мощность системы управления модулем равной 1,40 кВт.

Коэффициент спроса для освещения принимаем равным 1. Нормированная освещенность рабочей поверхности электрощитовой составляет 50 лк [5]. Для освещения приняты 10 светодиодных ламп по 10 Вт каждая.

Полученные результаты сведены в таблицу 1.

Таблица 1 – Собственные нужды модуля накопителя в ISO-контейнере: 1 TEU (20 ft)

Вид потребителя	Козф. спроса	Установленная мощность [кВт]	Потребляемая мощность [кВт]
Система HVAC	0,4	3,5	1,40
Система управления модулем	1	1,40	1,40
Освещение	1	0,1	0,1
Система пожаротушения	1	0,64	0,64
Система подзарядки батарейных шкафов (компенсации саморазряда)	1	0,08	0,08
ИТОГО	0,65	5,72	3,72

Выводы. Результатом работы стало определение мощности собственных нужд модуля накопителя, расположенного в ISO-контейнере с размером 1 TEU (20 ft). Обычно сетевые накопители проектируются исходя из условия 4-х часовой работы в режиме полной загрузки, поэтому ёмкость модуля накопителя и его мощность соотносятся как 1/4. Для рассматриваемого модуля ёмкость составляет 1200 кВт·ч, следовательно, номинальную мощность можно оценить в 300 кВт. Тогда на долю собственных нужд будет приходиться 1,2% от номинальной (паспортной) мощности модуля накопителя.

Список использованных источников

1. Правила устройства электроустановок (ПУЭ). – 7-е изд. – СПб.: УВСИЗ, 2005.
2. Сайт компании TesvoltRus. Накопители энергии наружного исполнения. URL: <http://tesvolt.ru/products/TESVOLT-RUS-OUT.pdf>. – Дата посещения: 22.05.2018.
3. Сайт производителя противопожарного оборудования ассоциации «ЭПОТОС». Вариант модуля порошкового пожаротушения «Буран-2,5взр». – Дата посещения: 21.05.2018. URL: <http://www.epotos.ru/produkcija/poroshkovoe-pozharotushenie/buran-2-5vzr/>
4. Сайт компании «Лиотех». Литий-ионные аккумуляторы: технические характеристики и цены. URL: <http://www.liotech.ru/newsection7159>. – Дата посещения: 22.05.2018.
5. СП 52.13330.2016 Естественное и искусственное освещение – М., 2016.