

ОПТИМИЗАЦИЯ СОСТАВА ГЕНЕРИРУЮЩЕГО ОБОРУДОВАНИЯ АВТОНОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С ПОМОЩЬЮ СИСТЕМ НАКОПЛЕНИЯ ЭНЕРГИИ

Д.С. Гладков

Научный руководитель – к.т.н., с.н.с., В.М. Зырянов
Новосибирский государственный технический университет
г. Новосибирск, gladkov739@gmail.com

Рассмотрено применение систем накопления энергии в автономных электрических системах, в целях снижения установленной мощности дизель-генераторной установки и удельного расхода топлива.

The article observes the use of energy storage systems in autonomous electrical systems in order to reduce the installed capacity of a diesel generator and specific fuel consumption.

Введение

В настоящее время отечественные технологии накопления электрической энергии вышли на уровень практического применения в электроэнергетике [1-3]. Внедрение СНЭ в электроэнергетические системы всех типов – одно из ключевых направлений развития энергетики России [4]. Современные быстродействующие СНЭ могут выполнять различные задачи, например: управлять активной и реактивной мощностью в сети, подавлять высшие гармоники, регулировать частоту, снижать пиковую нагрузку на подстанции, сглаживать резкопеременную нагрузку на генераторы. Последняя задача наиболее актуальна в автономных энергосистемах, где мощность нагрузки соизмерима с мощностью генерирующих агрегатов (ГА).

При проектировании автономной электростанции всегда возникает вопрос выбора мощности и количества ГА. При определении расчетной мощности, приходится учитывать, что для большинства автономных электростанций (АЭС) характерна высокая неравномерность графика нагрузки, особенно в случае её резкопеременного характера. Основной тип ГА для АЭС – дизель-генераторные установки (ДГУ), мощность которых выбирается по максимальному значению нагрузки, соответственно, коэффициент использования установленной мощности ($K_{\text{иум}}$) имеет низкие значения. Это приводит к повышенному удельному расходу топлива и росту себестоимости электроэнергии.

Применение быстродействующих СНЭ позволяет при резкопеременном характере нагрузки приближать мощность электростанции с ДГУ к среднему значению нагрузки. Отсюда

появляется возможность уменьшить установленную мощность ДГУ и существенно повысить $K_{\text{нум}}$ и КПД.

Сравнительный анализ расхода топлива дизель-генераторов

Проводя сравнительный анализ расхода топлива различных ДГУ, можно найти оптимальный вариант для замены текущего агрегата на агрегат меньшей мощности.

Например, в рассматриваемой АЭС подъемного крана со средней нагрузкой в 66,6 кВт установлен ДГУ мощностью 300 кВт ($K_{\text{нум}} = 22,2\%$). Нагрузка имеет резкопеременный характер (рисунок 1).

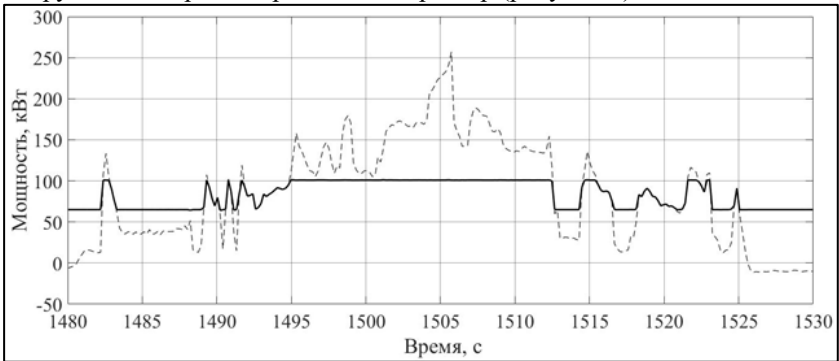


Рис. 1 – График изменения мощности генератора за 1 характерный цикл работы без накопителя энергии (пунктирная линия) и с накопителем энергии (сплошная линия)

Работая при средней нагрузке 66,6 кВт с $K_{\text{нум}} = 22\%$ генератор попадает в зону повышенного расхода топлива (рисунок 2).

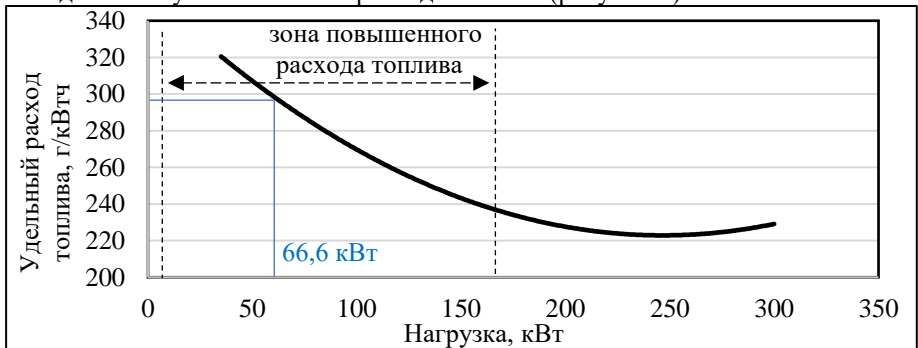


Рис. 2 – Удельный расход топлива ДГУ мощностью 300 кВт

Кроме того, в режиме малой нагрузки (режим, близкий к холостому ходу) наблюдается ряд нежелательных эффектов. Помимо повышенного удельного расхода топлива происходит закоксовывание форсунок дизеля и сокращаются межремонтные периоды.

Топливные характеристики ГА различной мощности при нагрузке, равной 66,6 кВт показаны в таблице 1 [5].

Таблица 1 – Параметры ДГУ при средней нагрузке рассматриваемой АЭС.

Мощность ДГУ, кВт	$K_{ИУМ}$, %	Часовой расход топлива г, л/ч	Удельный расход топлива b , г/кВт·ч
75	88,8	20,5	258,8
100	66,6	19,8	247,6
125	53,3	20	250,3
135	49,3	20,22	255,4
150	44,4	20,3	259,1
175	38,1	20,8	267,7
200	33,3	21,5	277,8
230	29	22,1	283,8
250	26,6	22,51	286,2
300	22,2	23,85	294,7

Отсюда следует, что наименьший расход топлива при средней нагрузке в 66,6 кВт имеет ДГУ мощностью 100 кВт.

Для того, чтобы осуществить замену текущего генераторного агрегата на агрегат меньшей мощности, энергосистема должна быть дополнена быстродействующей СНЭ, которая сгладит нагрузку до диапазона, например, от 65 до 100 кВт (рисунок 1).

Следовательно, при оснащении энергосистемы накопителем энергии от такой замены можно получить выгоду за счет следующих эффектов:

- снижение удельного расхода топлива до 16%;
- снижение стоимости генерирующего агрегата в 2-3 раза;
- снижение издержек на обслуживание;
- увеличение моторесурса;
- снижение расхода топлива от переходных процессов до 6-8% [6];
- повышение качества электроэнергии [7].

Выводы:

1. При низких значениях коэффициента использования установленной мощности ДГУ в автономной энергосистеме, при условии

наличия в её составе быстродействующего накопителя энергии, имеется возможность значительно уменьшить установленную мощность генераторных агрегатов.

2. Вопрос целесообразности замены ДГУ на установку меньшей номинальной мощности – вопрос технико-экономического сравнения: экономический эффект от снижения установленной мощности и уменьшения расходов на топливо должен быть выше расходов на накопитель энергии.

Литература:

1. Гибридный накопитель энергии для ЕНЭС на базе аккумуляторов и суперконденсаторов / Р.Н. Бердников, В.Е. Фортов, Ю.Г. Шакарян, К.К. Деньщиков // Энергия единой сети. – 2013. - №1. – С.40-51.

2. Zobaа, A.F. Energy storage technologies and applications. Rijeka, Croatia: Intech, 2013., - 328 pp.

3. Эффекты применения накопителей энергии в изолированных энергосистемах России / В.Ю. Кононенко, О.В. Вещунов, В.П. Билашенко, Д.О. Смоленцев // Арктика: экология и экономика. – 2014. - №2 (14). – С.61-66.

4. Концепция развития рынка систем хранения электроэнергии Министерство энергетики Российской Федерации [Электронный ресурс]: <https://minenergo.gov.ru/node/9029>

5. Расход топлива для дизельного генератора – дизель электростанции [Электронный ресурс]. -URL: http://www.energo-mash.com/articles/diesel-generators/14-diesel_generator_fuel_consumption.html

6. Четвергов В. А. Влияние переходных процессов на расход топлива дизелем в эксплуатации / В. А. Четвергов, С. М. Овчаренко, П. С. Корнеев // Известия Транссиба / Омский гос. Ун-т путей сообщения. Омск, 2012. №1. С. 27-32.

7. Экспериментальные исследования и испытания совместной работы системы накопления энергии и ДГУ в составе автономной энергосистемы/ Зырянов В.М., Кучак С.В., Бачурин П.А., Харитонов С.А., Метальников Д.Г., Гармаш Т.Г., Ворошилов А.Н., Фролов Д.А. // Промышленная энергетика. - 2018. - № 10. - С.2-10.