

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ НАКОПИТЕЛЕЙ ЭНЕРГИИ

А. А. Садовничий

Гомельский государственный технический университет имени П. О. Сухого, Беларусь

Научный руководитель П. В. Лычев, канд. техн. наук, доц.

Цели и задачи исследования – разработка методики экономической оценки эффективности накопителей энергии.

Основные понятия. Накопители энергии – естественный или искусственный резервуар, хранилище чего-либо; техническое устройство, основной функцией которых является накопление энергии. Накопители энергии позволяют снизить требования к диапазону регулирования электростанций, работающих в базисном режиме, повысить эффективность ЛЭП, нагрузка которых составляет в среднем 50–65 % от их пропускной способности.

График нагрузки энергосистемы (рис. 1) состоит из трех частей: пиковой $P_{\text{пик}}$, равной разнице между максимальной и дневной минимальной нагрузками; полупиковой $P_{\text{пп}}$, определяемой как разность между дневным минимумом нагрузки и ее ночным минимумом нерабочего дня; базовой $P_{\text{баз}}$, определяемой минимумом нагрузки нерабочего дня.

Проблемное поле исследования. На сегодняшний день в Республике Беларусь максимум потребляемой мощности около 5 ГВт (рис. 1), а установленная мощность всех электростанций составляет 8317 МВт. После ввода АЭС установленная мощность электростанций в Республике превысит 10,5 ГВт. В таких условиях актуальным становится вопрос интеграции АЭС в энергосистему Беларуси.

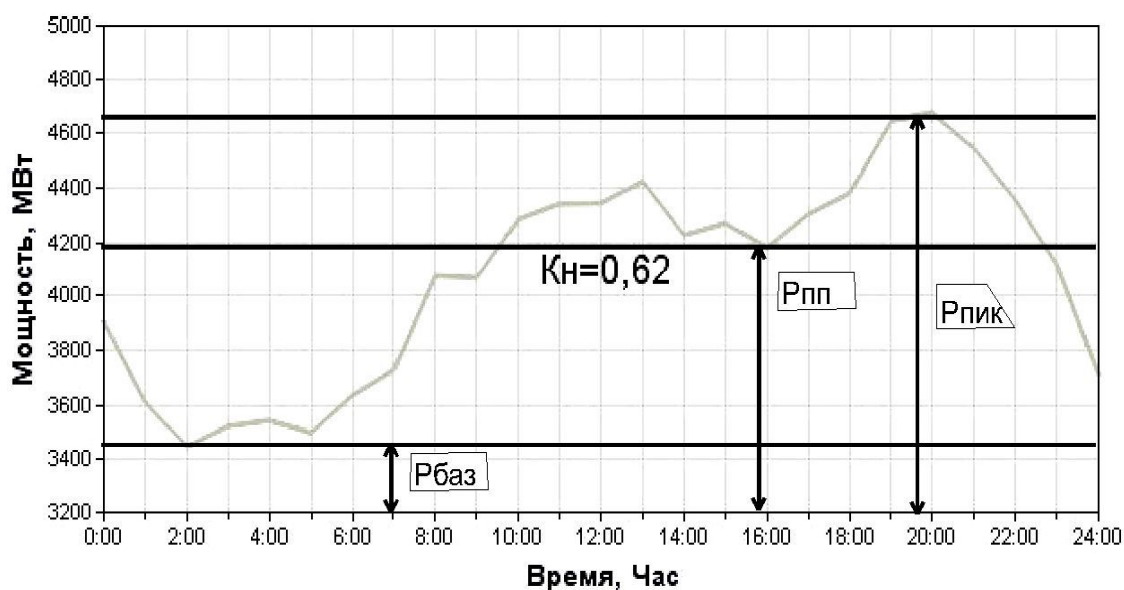


Рис. 1. Суточный график нагрузок энергетической системы

Одним из мероприятий по интеграции является ввод в систему накопителей энергии. Накопители позволяют аккумулировать энергию в часы минимумов нагрузок и отдавать ее в систему в часы максимумов, что, в свою очередь, позволяет выровнять суточный график нагрузок и уменьшить разницу между максимальной и минимальной нагрузкой.

В частности, использование накопителей позволяет добиться экономии капитальных затрат и эксплуатационных расходов энергосистемы по ряду показателей:

1. Использование накопителей позволяет снизить установленную мощность электростанций и частично заменить пиковые и полупиковые станции базовыми. При отсутствии в системе накопителей для покрытия максимальной нагрузки требуется мощность, которая состоит из мощностей базовых, пиковых и полупиковых станций. При установке в системе накопителей потребуется мощность, включающая в себя мощность базовых станций и мощность накопителей. Накопители будут работать также в базовом режиме. Следовательно, при установке пиковые и полупиковые станции заменяются базовыми. При этом одновременно уменьшается их суммарная мощность. За счет уменьшения производимой мощности возникает экономия на капитальных затратах и на эксплуатационных расходах от изменения стоимости установленной мощности станций:

$$\delta K_1 = (1 - a)k_{у.пп} P_{пп} + (1 - b)k_{у.пик} P_{пик} - k_{у.баз} P_{нк}; \quad (1)$$

$$\delta \Gamma_1 = (1 - a)p_{пп} k_{у.пп} P_{пп} + (1 - b)p_{пик} k_{у.пик} P_{пик} - p_{баз} k_{у.баз} P_{нк}, \quad (2)$$

где $k_{у.пп}$, $k_{у.пик}$, $k_{у.баз}$ – стоимость единицы установленной мощности полупиковых, пиковых и базовых станций; $P_{пп}$, $P_{пик}$, $p_{баз}$ – отчисления на амортизацию и текущий ремонт станций; a , b – коэффициенты участия пиковых и полупиковых станций в энергосистеме с накопителями.

2. Снижение установленной мощности резерва на электростанциях:

$$\delta K_2 = rk_{у.пик} P_{уст} - r_{нк} k_{у.баз} (P_{нк} + P_{баз} + aP_{пик} + bP_{пп}); \quad (3)$$

$$\delta \Gamma_2 = p_{пик} rk_{у.пик} P_{уст} - p_{баз} r_{нк} k_{у.баз} (P_{нк} + P_{баз} + aP_{пик} + bP_{пп}), \quad (4)$$

где r , $r_{нк}$ – доли резервной мощности электростанций в системе без накопителя и с накопителем.

3. Снижение стоимости выработки электроэнергии пиковой и полупиковой частей нагрузки энергосистемы. При установке в системе накопителей выработка энергии на пиковых станциях заменяется энергией, вырабатываемой на базовых станциях. При этом экономия достигается за счет того, что стоимость выработки энергии на пиковых станциях больше, чем на базовых:

$$\delta C_1 = (b_{пик} c_{т.пик} - b_{баз} c_{т.баз}) \mathcal{E}_{пик} (1 - a) + (b_{пп} c_{т.пп} - b_{баз} c_{т.баз}) \mathcal{E}_{пп} (1 - b), \quad (5)$$

где $b_{пик}$, $b_{баз}$ – удельный расход топлива; $c_{т.пик}$, $c_{т.баз}$, $c_{т.пп}$ – удельная стоимость топлива пиковых, базовых и полупиковых станций.

4. Экономия топлива за счет сокращения числа режимных пусков агрегатов пиковых и полупиковых станций. При наличии накопителей в системе отпадает необходимость в ежедневных пусках и остановах агрегатов пиковых станций во время вечернего и утреннего максимумов:

Секция VIII

$$\delta C_2 = n_{\text{пик}} m_{\text{пик}} b_{\text{пик}} c_{\text{т.пик}} (1 - a) + n_{\text{пп}} m_{\text{пп}} b_{\text{пп}} c_{\text{т.пп}} (1 - b). \quad (6)$$

Таким образом, общие капитальные затраты при включении в систему накопителя составят сумму капитальных затрат по всем показателям:

$$\delta K = \sum \delta K_i. \quad (7)$$

Общие затраты на эксплуатационные расходы складываются из затрат на эксплуатацию во всех показателях:

$$\delta \Gamma = \sum \delta \Gamma_i + \sum \delta C_i. \quad (8)$$

Общая экономия по приведенным затратам:

$$\delta Z = p_n \delta K + \delta \Gamma. \quad (9)$$

Применение накопителя будет оправдано, если общая экономия будет больше, чем дополнительные затраты на установку и эксплуатацию.

Развитие науки и техники обусловило появление большого количества типов накопителей энергии, отличающихся характером протекания физических, химических и других процессов, принципом действия, конструктивным исполнением, технологией изготовления и многим другим.

Л и т е р а т у р а

1. Накопители энергии : учеб. пособие / Д. А. Бут [и др.] ; под ред. Д. А. Бута. – М. : Энергоатомиздат, 1991. – 400 с.
2. Астахов, Ю. Н. Накопители энергии в электрических системах : учеб. пособие для электроэнергет. спец. вузов / Ю. Н. Астахов, В. А. Веников, А. Г. Тер-Газарян. – М. : Высш. шк., 1989. – 159 с.
3. Moninger, F. Elektrische Bahnen. – 1998. – № 8. – S. 257–260 / (Железные дороги мира 12-2000).
4. Д-р Дитрих Берндт. Конструкторский уровень и технические границы применения герметичных батарей. Сравнение герметичных и герметизированных батарей. Доклад: Информационные дни в Эрланге. Электрохимические накопители энергии 15.03.1998 г.
5. Лаврус, В. С. Батарейки и аккумуляторы. Электронная версия: НиТ. Аналитический центр, 1995.
6. Федин, В. Т. Электроэнергетические задачи криогенных электропередач / В. Т. Федин. – Минск : Наука и техника, 1983 – 144 с.