

Т.И. ПЕТРОВ, студент гр. ЭПм-1-15 (КГЭУ)
Научный руководитель И.А. ХАТАНОВА, к.т.н., доцент (КГЭУ)
г.Казань

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КИНЕТИЧЕСКОГО НАКОПИТЕЛЯ В КАЧЕСТВЕ КРАТКОВРЕМЕННОГО ИСТОЧНИКА ЭНЕРГИИ ДЛЯ ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ С АККУМУЛЯТОРНЫМИ БАТАРЕЯМИ

Кинетические накопители энергии (КНЭ) – устройства, которые запасают электрическую энергию в виде механической энергии вращения маховика, по сути, накопитель, сохраняющий энергию механически в виде энергии вращения массы.

Для начала подробнее разберем плюсы КНЭ, такие как отсутствие необходимости в специальном помещении и меньшей площади. Если происходит замена АКБ на КНЭ, то на данном объекте уже есть специальное помещение с необходимой площадью, и персонал, который имеет опыт работы с аккумуляторными батареями. Быстрая окупаемость достигается только на крупных энергообъектах. А при небольшом энергопотреблении сумма общих расходов КНЭ выйдет в плюс, по сравнению с АКБ, в срок от 5 до 10 лет, что в принципе тоже хорошо, учитывая срок службы – 20 лет. Таким образом, если главное сэкономить при покупке, то АКБ — оптимальный выбор. Если основным параметром является снижение операционных затрат, то необходимо установить КНЭ.

Но важной особенностью КНЭ, которая не упоминалась, является быстроедействие всей установки. И так как остальные плюсы оказались не основополагающими, то основой проекта является именно это свойство.

Известно, что при эксплуатации КПД аккумуляторных батарей снижается. И вместо 5 лет службы, они могут проработать гораздо меньший срок. Причин довольно много, но одну решить имеется возможность. С каждым циклом разряда – заряда, свойства АКБ снижаются, и также необходимо после аварийных и рабочих разрядов проводить ускоренный заряд повышенным напряжением.

Как можно решить эту проблему? Минимизировать количество циклов разряда-заряда. И тут приходит на помощь быстродействующая установка КНЭ.

Рассмотрим пример ситуации, когда произошла какая-либо аварийная ситуация, но которая длилась очень небольшое время, порядка 10-30 секунд времени. Однако цикл разряда-заряда АКБ будет выполнен. Этого можно было бы избежать, если бы использовался кинетический накопитель в качестве кратковременного источника энергии для источника питания с аккумуляторными батареями. Суть такова, что на объекте будут

в наличии два накопителя энергии. И при кратковременных аномалиях и помехах питающей сети работает КНЭ, но если аварийная ситуация продолжается больше определенного времени, то начинает работать основная система аварийного питания, то есть АКБ. Таким образом, увеличивается срок службы аккумуляторных батарей. А кинетический накопитель, вследствие того, что должен работать небольшое время, будет иметь небольшую стоимость. Преимуществом КНЭ также является малое время цикла разряда - заряда, что позволяет быстро вернуть установку в эксплуатацию.

Рассмотрим на примере, как должен будет выглядеть данный проект и какой экономический эффект он может принести.

Имеется тепловая электростанция, аварийная нагрузка которой изображена графиком (график 1).

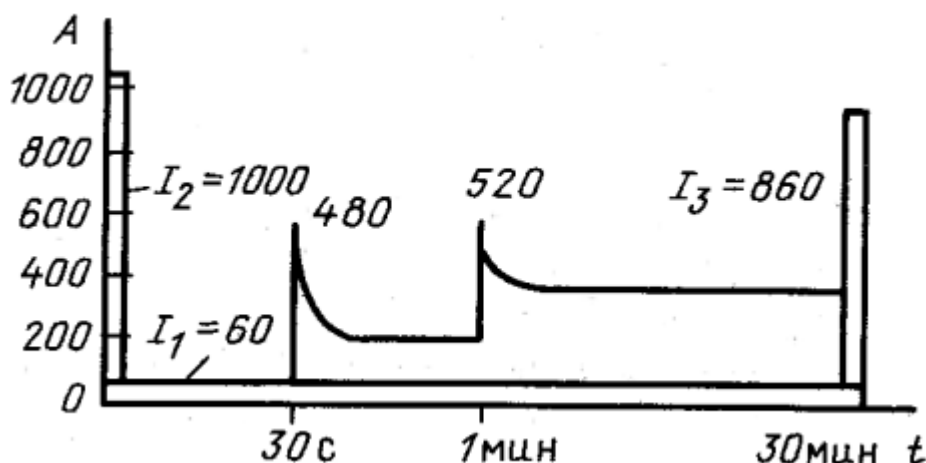


График 1. График нагрузки батареи.

Из графика видно, что время перерыва равно 30 минутам. Постоянная нагрузка, действующая на протяжении всего времени, равно 60 А. Также имеется четыре кратковременных нагрузки, три из которых возникают в первую минуту, а четвертая в самом конце. Для выбора АКБ необходимо рассчитать емкость аккумуляторов, опираясь на максимальную емкость секции. Для того чтобы её определить необходимо рассчитать емкость каждого периода графика.

Секция 1

$$Q_1 = A_1 \cdot K_{T1} = 1060 \cdot 0,77 = 816 \text{ А} \cdot \text{ч}$$

A_1 - ток первой секции

K_{T1} - коэффициент емкости аккумулятора, который определяется по графику характеристики K_T для аккумуляторов (1 мин.)

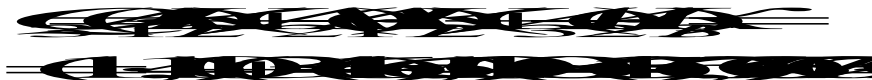
Секция 2



A_2 -ток второй секции

K_{T2} -коэффициент емкости аккумулятора (≈ 30 мин.)

Секция 3



A_3 -ток третьей секции

K_{T3} -коэффициент емкости аккумулятора (1 мин.)

Делаем вывод, что максимальная емкость секции равна $816 \text{ А} \cdot \text{ч}$.
Далее необходимо внести поправочные коэффициенты.



Это и есть необходимая емкость аккумуляторов, по которой можно выбрать соответствующие аккумуляторы. Теперь получим данную величину в $\text{кВт} \cdot \text{ч}$.

$$1018,8 \text{ МДж} \text{ или } 1018,8 \text{ МДж.}$$

И таким образом, необходимо разработать схему подключения и сам кинетический накопитель, который бы поддерживал данную нагрузку в течение всего 1 минуты, т.е. около 20 МДж.

Так как мы не полностью заменяем АКБ в данной установке, а только добавляем дополнительный элемент в виде КНЭ, то схема подключения последнего не должна менять установку постоянного тока. Самым оптимальным вариантом является подключение кинетического накопителя к преобразователю энергии. В итоге мы получаем, что в аварийных ситуациях до 1 мин, КНЭ позволит поддерживать электроснабжение для потребителей постоянного тока и подзаряда аккумуляторных батарей. Цикл разряда-заряда у АКБ не произойдет, тем самым повысится срок службы. Это долгосрочная экономическая эффективность проекта. Но также есть экономический эффект в виде сэкономленной энергии, так как эффективность процесса заряда у КНЭ намного выше, чем у АКБ, даже при равных показателях запасаемой мощности. Переведем данные слова в цифры.

Сначала оцениваем в денежном эквиваленте при заряде потери в кинетическом накопителе.

~~ЗАДАЧА~~

$P_{\text{КНЭ}}$ -потери в КНЭ при заряде, кВт*ч (КПД =88%).

Т-кол-во циклов

с-стоимость электроэнергии, руб/кВт*ч. (на 2016г. в Татарстане - одноставочный тариф).

Теперь потери при заряде в системе АКБ (будет учитываться не полный заряд, а только 25% процесса, так как будет неправильно по многим причинам, если будет рассчитано 100%).

~~ЗАДАЧА~~

$P_{\text{АКБ}}$ -потери в АКБ при заряде, кВт*ч (КПД=50%).

Следовательно, стоимость КНЭ не должна превышать разность стоимости потерь, т.е.

~~ЗАДАЧА~~

По примерным вычислениям и оценке рынка кинетических накопителей энергии, стоимость должна будет составлять около 500тыс.руб., значит окупаемость будет достигать 13 лет.

Также важно отметить, что в цифрах не учитывается увеличение срока службы АКБ, так как этот эффект очень индивидуален. Для примера, если КНЭ хотя бы в 20% случаях сработает вместо цикла разряда-заряда одного комплекта АКБ (5лет-500циклов), то это повысит срок службы АКБ примерно на год, т.е. экономия в данном случае составит 20% от стоимости одного набора аккумуляторных батарей.

Список литературы:

1. Барсков А. «Журнал сетевых решений/LAN», № 02, 2011.
2. С. Обозов, «От масштабов задач откровенно захватывает дух», Газета «Ведомости», 27.09.06.
3. Гулиа Н.В. Удивительная механика – М.: НЦ ЭНАС, 2006. – 140с.