

Аналогичная процедура проводится при моделировании электрических сетей на всех верхних иерархических уровнях.

ЛИТЕРАТУРА

1. Шапиро И.З. Вероятностно-статистические модели для определения и прогнозирования потерь энергии в распределительных сетях 6–10 кВ // Изв. вузов. Энергетика, – 1978, – № 4, – С. 15–19. 2. Сиськов В.И. Корреляционный анализ в экономических исследованиях. – М.: Статистика, 1975. – 168 с.

УДК 621.311.1

В.В. ПРОКОПЧИК, О.М. ПОПОВА

ОБ УЧЕТЕ ПОТЕРЬ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В ЦЕХОВЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ СЕТЯХ

Задаче определения и снижения потерь мощности и электроэнергии в электрических сетях энергосистем уделяется в настоящее время большое внимание. За последние 10 лет потери электроэнергии в электрических сетях Минэнерго поддерживаются на уровне 9 % от энергии, отпущенной в сеть. В то же время пути снижения потерь электроэнергии в системах электроснабжения потребителей изучаются недостаточно. С одной стороны, это объясняется тем, что потери электроэнергии в системе электроснабжения оплачиваются потребителем и нигде не фигурируют в качестве показателя эффективности использования электроэнергии. Существующие формы государственной отчетности (№ 11-СН, 24-я энергетика и др.) не содержат четкой информации о потерях электроэнергии за отчетный период. С другой стороны, в настоящее время отсутствуют инженерные методы определения суммарных потерь мощности и электроэнергии в системах электроснабжения, состоящих из значительного числа элементов (линий, трансформаторов, электродвигателей и др.), работающих с изменяющейся во времени нагрузкой.

Потери электроэнергии в системе электроснабжения являются одной из статей расхода в электробалансе промышленных предприятий [1].

Анализ расходной части электробалансов отдельных цехов и предприятий в целом, проведенный нами по литературным источникам, показал, что потери электроэнергии в системах электроснабжения оцениваются в 1–5 % [1, 2].

В связи с необходимостью нормирования расхода электроэнергии на единицу выпускаемой продукции отраслевые НИИ периодически составляют электробалансы промышленных предприятий. В качестве примера в табл. 1 приведена структура расходной части электробаланса ПО "Химволокно", полученная из годовых форм № 24-я энергетика.

Анализ данных табл. 1 на предприятии показал, что при этом учитываются только потери в сетях 6–10 кВ и потери в трансформаторах ГПП. Потери электроэнергии в сетях цеховых потребителей не учитываются, а относятся на основной технологический процесс. Для определения этой составляющей потерь для ряда цехов ПО "Химволокно" были составлены электробалансы с разделением потерь по составляющим (табл. 2).

Табл. 1. Расходная часть электробаланса ПО "Химволокно"

Показатель	1980 г.	1981 г.	1982 г.	1983 г.	1984 г.
Годовое производственное потребление, кВт·ч	<u>296010</u> 100	<u>289848</u> 100	<u>291757</u> 100	<u>293246</u> 100	<u>297376</u> 100
В том числе:					
технологический процесс	<u>24004</u> 8,11	<u>24000</u> 8,28	<u>20000</u> 6,86	<u>60540</u> 20,64	<u>61542</u> 20,7
электродвигатели	<u>225003</u> 76,01	<u>218248</u> 75,3	<u>230561</u> 79,03	<u>190609</u> 65,0	<u>193298</u> 65
освещение	<u>38001</u> 12,84	<u>38000</u> 13,11	<u>33065</u> 11,33	<u>35189</u> 12	<u>35684</u> 12
потери в сетях, трансформаторах и преобразователях	<u>9002</u> 3,04	<u>9600</u> 3,31	<u>8128</u> 2,78	<u>6908</u> 2,36	<u>6852</u> 2,3
Установленная мощность, кВт	92406	116111	116111	116100	117650

Табл. 2. Структура потерь электроэнергии по цехам

Показатель	Производственный цех			
	прядильный	крутильный	химический	кислотный
Производственное потребление, кВт·ч	<u>41913,764</u> 100	<u>30445,570</u> 100	<u>28998,22</u> 100	<u>21820</u> 100
В том числе на:				
технологию, электродвигатели и вентиляцию	<u>32087,440</u> 76,55	<u>24665,200</u> 81	<u>23897,946</u> 82,41	<u>18007</u> 82,52
освещение	<u>2931,532</u> 6,99	<u>1483,900</u> 4,87	<u>1591,43</u> 5,49	<u>931</u> 4,27
потери	<u>6894,792</u> 16,44	<u>4296,47</u> 14,1	<u>3509,088</u> 12,1	<u>2882</u> 13,2
В том числе в:				
электродвигателях	<u>5598,864</u> 13,86	<u>3560,242</u> 11,69	<u>2427,330</u> 8,37	<u>1510</u> 6,92
кабельной и осветительной сети	<u>706,680</u> 1,68	<u>458,958</u> 1,49	<u>487,029</u> 1,68	<u>1118</u> 5,12
в цеховых трансформаторах	<u>589,248</u> 1,4	<u>277,270</u> 0,91	<u>594,684</u> 2,05	<u>254</u> 1,16

Расчет потерь мощности в элементах цеховой сети (электродвигателях, силовой и осветительной сети, цеховых трансформаторах) проводился по методике [1]. Для повышения точности расчетов исходная информация по нагрузкам элементов сети была получена путем замеров мощностей токов и напряжений в характерных точках цеховой сети. Расчет потерь электроэнергии

по результатам замеров в данном случае обладает высокой точностью, так как предприятие имеет непрерывный режим работы с одинаковым объемом продукции, выпускаемой в отдельные смены. Поскольку наибольшую долю среди потерь составляют потери в электродвигателях (7–13 %), то для уточнения этого были замерены коэффициенты загрузки большинства двигателей рассматриваемых цехов. При проведении замеров выяснилось, что коэффициент загрузки электродвигателей в цехах находится на уровне 0,3–0,6. Очень редко встречаются двигатели с коэффициентом загрузки 0,8 и более. Загрузка цеховых трансформаторов, силовой и осветительной сети также в 2–3 раза меньше директивной (проектной). Низкая загрузка электрооборудования частично исследовалась нами ранее [3] и объясняется ошибками в определении расчетных нагрузок потребителей. Применительно к цеховым электрическим сетям это приводит к тому, что в суммарных потерях электроэнергии преобладают потери в электродвигателях. Для цехов ПО "Химволокно" в суммарных потерях мощности и электроэнергии потери в электродвигателях составляют от 50 до 83 %. В связи с этим обстоятельством определялась структура потерь электроэнергии в цеховых электрических сетях ряда других предприятий: Гомельского химического завода, жиркомбината и др. Измерения и последующие расчеты для ряда цехов этих предприятий также показали, что потери в электродвигателях составляют 70–84 % от общих потерь. Поскольку потери в электродвигателях существенно зависят от их загрузки, то теоретически для снижения потерь можно было бы предположить замену электродвигателей на двигатели меньшей мощности с целью повышения их коэффициента загрузки до 0,85–0,95. Однако в условиях эксплуатации такое решение приемлемо только в единичных случаях. В связи с этим авторами исследовалась зависимость потерь в электродвигателях от напряжения на их зажимах, которое можно изменять путем регулирования в цеховой сети в целом. Исследования проводились в лабораторных условиях для двигателей серии 4А мощностью от 1 до 6 кВт. Эксперименты показали, что регулирование напряжения на зажимах двигателей позволяет снизить потери мощности в нем на 20–40 % (в зависимости от его загрузки по активной мощности). Эффективность такого регулирования применительно к электропотреблению цехов промышленных предприятий предполагается в дальнейшем оценить количественно.

Полученные результаты показывают, что повышение экономичности работы систем электроснабжения в первую очередь может быть достигнуто за счет снижения потерь электроэнергии в цеховых электрических сетях.

ЛИТЕРАТУРА

1. В о л о б р и н с к и й С.Д. Электрические нагрузки и балансы промышленных предприятий. – Л.: Энергия, 1976. – 128 с.
2. К о п е й к и н Б.В., С м и р н о в Е.А., Б а г и е в Г.Л. Эффективность энергосбережения. – Л.: Энергоатомиздат, 1985. – 112 с.
3. П р о к о п ч и к В.В., К у д р и н Б.И. Проблемы определения электрических нагрузок промышленных предприятий // Науч. и прикл. пробл. энергетики. – Мн.: Выш. шк., 1983. – Вып. 10. – С. 35–39.