

последовательность (рис. 3, кривая 3) имеет большее значение коэффициента K_{nc} в сравнении с напряжением однократной ШИМ последовательно-сти при регулировании в пределах $q = 1-1,25$ и $q = 4,7-6,0$.

ВЫВОД

Предлагаемый подход позволяет не только определить гармонический состав типовых форм напряжений, питающих обмотки электродвигателя переменного тока, но и провести их сравнительный и качественный анализ. Полученные выражения амплитуды n -й гармоники при регулировании можно использовать для моделирования работы электродвигателя переменного тока.

ЛИТЕРАТУРА

1. К о в ч и н, С. А. Теория электропривода: учеб. для вузов / С. А. Ковчин, Ю. А. Сабинин. – СПб.: Энергоатомиздат, 1994. – 496 с.
2. М о и н, В. С. Стабилизированные транзисторные преобразователи / В. С. Моин. – М.: Энергоатомиздат, 1986. – 376 с.
3. Б а с к а к о в, С. И. Радиотехнические цепи и сигналы: учеб. для вузов по спец. «Радиотехника»; 2-е изд., перераб. и доп. / С. И. Баскаков. – М.: Высш. шк., 1988. – 448 с.
4. Б р о н ш т е й н, И. Н. Справочник по математике / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – М.: Наука, 1964. – 608 с.
5. С т р у к т у р ы систем управления автоматизированным электроприводом / О. П. Ильин [и др.]. – Минск: Наука и техника, 1978. – 368 с.

Представлена кафедрой
информационных систем
и технологий МИДО

Поступила 10.05.2010

УДК 621.311

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО РАСХОДА ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ НА ЕЕ ТРАНСПОРТИРОВКУ ПРИ ИСПОЛЬЗОВАНИИ БЛОК-СТАНЦИЙ

Канд. техн. наук, доц. ПАВЛОВЕЦ В. В.

Белорусский национальный технический университет

При финансовых расчетах за электроэнергию между электроснабжающей организацией и потребителем (абонентом), имеющим на своем балансе собственную электростанцию (блок-станцию) и осуществляющим перетоки электроэнергии в обоих направлениях в пределах расчетного периода при расположении точек учета не на границе балансовой принадлежности сторон договора электроснабжения стороны, руководствуются положениями [1].

Потери электроэнергии в сетях электроснабжения относятся на издержки тех предприятий, на балансе которых находятся эти сети. В случае установки средств расчетного учета электрической энергии не на границе балансовой принадлежности электрической сети технологический расход электроэнергии на ее транспортировку на участке от границы до места установки измерительных приборов средств расчетного учета (трансформаторов тока либо электросчетчиков в случае их прямого включения в схему измерений) относится на счет потребителя (абонента), на балансе которого находится указанный участок электрической сети. При наличии у абонента блок-станции возникают особенности учета технологического расхода электроэнергии на ее транспортировку (ТРЭТ) при потреблении абонентом электроэнергии из сети электроснабжающей организации и при генерации электроэнергии блок-станцией и выдаче электроэнергии от абонента в сеть электроснабжающей организации.

Например, к сети электроснабжающей организации напряжением 110 кВ подключена трансформаторная подстанция Т1 абонента, имеющего в своем распоряжении блок-станцию. Измерительные приборы средств учета установлены на стороне 10 кВ.

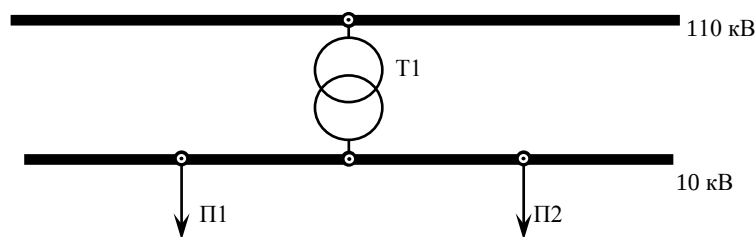


Рис. 1

Параметры трансформатора ТДЦН-63000/110/10,5: $R_t = 0,82$ Ом; $X_t = 22$ Ом; $\Delta P_{xx} = 59$ кВт.

По показаниям средств расчетного учета предприятия, работающего в три смены, за март 2010 г. количество потребленной электроэнергии $A_{ап} = 360000$ кВт·ч, количество электроэнергии, прошедшей через приборы учета в сеть, $A_{ар} = 580000$ кВт·ч.

Необходимо определить количество электроэнергии, потребленной абонентом из сети с учетом технологического расхода электроэнергии на ее транспортировку (ТРЭТ), и количество электроэнергии, поступившей от блок-станции в сеть электроснабжающей организации с учетом ТРЭТ.

Расчет величины технологического расхода электроэнергии на ее транспортировку в любом последовательном элементе сети электроснабжения потребителя в общем случае производится по формуле [1]

$$\Delta A_a = T_n \Delta P_{xx} + \frac{A_a^2 + A_p^2}{T_n U_n^2} R_d \cdot 10^{-3} \text{ (кВт·ч)}, \quad (1)$$

где T_n – число часов работы элемента сети (трансформатора, кабельной или воздушной линии) за расчетный месяц (в марте 744 ч); ΔP_{xx} – измеренное (паспортное, справочное) значение потерь активной мощности в элементе

сети в режиме холостого хода; A_a, A_p – пропуски активной и реактивной энергии за расчетный месяц. $A_p = 0,3288A_a$, квар·ч; R – активное сопротивление элемента сети (воздушной, кабельной линий или силового трансформатора); d – коэффициент, $d = k_\phi^2$, равный квадрату коэффициента формы графика продолжительности нагрузки, который равен 1,107 для трехсменной работы; U_n – номинальное напряжение обмотки высшего напряжения трансформатора или линии, кВ.

При потреблении электроэнергии количество потребленной электроэнергии из сети увеличивается на величину ТРЭТ потребления, а количество электроэнергии, выданной в сеть, равно количеству электроэнергии, прошедшей через приборы учета в сеть минус ТРЭТ генерации.

Время потребления и время генерации электроэнергии пропорционально величинам $A_{ап}$ и $A_{ар}$:

$$T_{пп} = 744 \frac{A_{ап}}{A_{ап} + A_{ар}} = \frac{744 \cdot 360000}{360000 + 580000} = 285 \text{ ч}; \quad (2)$$

$$T_{пг} = 744 \frac{A_{ар}}{A_{ап} + A_{ар}} = \frac{744 \cdot 580000}{360000 + 580000} = 459 \text{ ч}.$$

Подставив в (1) номинальные значения параметров трансформатора, время потребления $T_{пп}$ и время генерации $T_{пг}$ из (2), получим величину ТРЭТ при потреблении электроэнергии

$$\Delta A_{ап} = 16852 \text{ кВт·ч}$$

и при генерации электроэнергии $\Delta A_{ар} = 27141 \text{ кВт·ч}$.

При финансовых расчетах абонент должен оплатить электроснабжающей организации

$$A_n = A_{ап} + \Delta A_{ап} = 360000 + 16852 = 376852 \text{ кВт·ч}, \quad (3)$$

а электроснабжающая организация должна рассчитаться за количество

$$A_r = A_{ар} - \Delta A_{ар} = 580000 - 27141 = 552859 \text{ кВт·ч} \quad (4)$$

поставленной электроэнергии от блок-станции в сеть энергосистемы.

На практике могут наблюдаться случаи, когда блок-станция потребителя П2, являющаяся субабонентом, подключена к трансформаторной подстанции Т1 абонента П1 (рис. 1). Абонент может потреблять электроэнергию из сети и от блок-станции. При определенных условиях электроэнергия блок-станции потребляется абонентом и ее избыток может выдаваться в сеть 110 кВ.

Для определения ТРЭТ и отнесения его на того или иного потребителя в первую очередь необходимо найти по (2) время потребления $T_{пп}$ и время генерации $T_{пг}$ электроэнергии пропорционально величинам $A_{ап}$ и $A_{ар}$, прошедшим через трансформатор по показаниям приборов технического учета, и рассчитать по (1) $\Delta A_{ап}$ и $\Delta A_{ар}$ на трансформаторе.

$\Delta A_{ар}$ полностью относится на счет субабонента, и количество поставленной им электроэнергии определяется следующим образом:

$$A_{rc} = A_{arc} - \Delta A_{ар}. \quad (5)$$

Количество ТРЭТ при потреблении электроэнергии распределяется между абонентом и одним или несколькими субабонентами пропорционально количеству потребленной электроэнергии [2].

Если через элемент сети проходят пропуски активной и реактивной энергий от нескольких потребителей, то:

$$\begin{aligned} A_{\text{ап}} &= \sum_1^n A_{\text{ai}}; \\ A_{\text{рп}} &= \sum_1^n A_{\text{pi}}, \end{aligned} \quad (6)$$

где $i = 1 - n$, n – количество потребителей.

Доля ТРЭТ каждого потребителя в данном элементе сети пропорциональна отношению потребленной им электроэнергии к сумме пропусков электроэнергии в данном элементе сети от всех потребителей:

$$\Delta A_{\text{ai}} = T_{\text{пп}} \Delta P_{\text{xx}} \frac{A_{\text{ai}}}{A_{\text{ап}}} + A_{\text{ап}}^2 K \frac{A_{\text{ai}}}{A_{\text{ап}}} + A_{\text{рп}}^2 K \frac{A_{\text{pi}}}{A_{\text{рп}}} \quad (7)$$

или

$$\Delta A_{\text{ai}} = T_{\text{пп}} \Delta P_{\text{xx}} \frac{A_{\text{ai}}}{A_{\text{ап}}} + A_{\text{ai}} A_{\text{ап}} K + A_{\text{pi}} A_{\text{рп}} K, \quad (8)$$

где

$$K = \frac{Rd \cdot 10^{-3}}{T_{\text{пп}} U_{\text{н}}^2}. \quad (9)$$

Общая величина ТРЭТ каждого потребителя определяется как сумма его ТРЭТ на каждом из последовательных элементов сети электроснабжения.

ВЫВОДЫ

1. Предложен метод расчета технологического расхода электроэнергии на ее транспортировку в элементах сети электроснабжения при использовании блок-станций в условиях разнонаправленных перетоков электрической энергии.

2. Расчет технологического расхода электроэнергии на ее транспортировку можно применять при питании нескольких потребителей по одному элементу электрической сети совместно с работой блок-станции.

ЛИТЕРАТУРА

1. Инструкция по определению величины технологического расхода электрической энергии на ее транспортировку, учитываемой при финансовых расчетах за электроэнергию между энергоснабжающей организацией и потребителем (абонентом). – Минск: Асконто, 2010. – 46 с.
2. Павловец, В. В. Упрощенный расчет величины технологического расхода электрической энергии на ее транспортировку / В. В. Павловец // Энергетика... (Изв. высш. учеб. заведений и энерг. объединений СНГ). – 2009. – № 5. – С. 32–36.

Представлена кафедрой
электроснабжения

Поступила 05.05.2010