

некоторой качественной аналогии в работе НПЧ и преобразователя с явно выраженным звеном постоянного тока. Так, в обоих случаях, увеличение угла регулирования (рис.6, а), ускоряет процесс коммутации токов (с i_b на i_c).

Таким образом, на коммутацию фазных токов СМ влияет угол опережения поступления сигнала на открытие тиристоров, который отсчитывается от момента подачи управляющего сигнала от ДПР на очередную группу тиристоров (например, М2) до точки пересечения кривых напряжений на выходе преобразователя (U_B, U_C – рис.2).

1. Волчуков Н.П. Сравнительный анализ динамических свойств вентильных электрических машин с различными исполнительными двигателями // Вестник ХГПУ. Вып.11. – Харьков, 1999. – С.174-176.

2. Джура А.В., Лишенко А.И., Лесник В.А., Мозоренко Л.И. Асинхронный вентильный генератор с широтной импульсной моделью выходного напряжения // Техническая электродинамика. Вып.10. Ч.П. – К., 1999. – С.12-17.

3. Гречко Э.Н., Пандаренко И.И. Многоуровневый инвертор напряжения / Техническая электродинамика. Вып.5. Ч.І. – К., 2001. – С.46-50.

4. Бертинов А.И. Специальные электрические машины. – М.: Энергоиздат, 2002. – 552 с.

Получено 29.09.2009

УДК 621.316.722

С.А.ПРИВЕДЕННИЙ

Полтавська філія «Укрсільенергопроект»

ЗНИЖЕННЯ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ В СІЛЬСЬКИХ РОЗПОДІЛЬЧИХ МЕРЕЖАХ

Розглядається метод зниження втрат електроенергії та зниження напруги в сільських розподільчих мережах, використовуючи диференційний облік електроенергії.

Рассматривается метод снижения потерь электроэнергии и снижения напряжения в сельских распределительных сетях, используя дифференциальный учет электроэнергии.

The method of decline of losses of electric power and decline of tension in rural distributive networks on the basis of the use of differential consideration of elektroenergii is examined.

Ключові слова: втрати електроенергії, зниження напруги, облік електроенергії, електрична установка, двотарифна оплата.

Перехід до диференційного обліку електроенергії (ДОО) – це техніко-економічна проблема, рішення якої відповідає інтересам постачальників і споживачів електроенергії. Особливо це актуально для об'єктів агропромислового комплексу (АПК), що мають чимало електричних установок (електросушилки, електронасоси, електротеплові

установки та ін.). З вищесказаного витікає, що впровадження ДОЕ є одним із пріоритетних напрямків економії електроенергії в АПК [1]. Адаптація споживачів до ДОЕ призведе до ущільнення графіків електричних навантажень, що буде супроводжуватись збільшенням ефективності функціонування сільських електричних мереж системи централізованого електропостачання. Для кількісної оцінки ефективності впровадження ДОЕ використано приклад сільської розподільчої мережі на напругу 10 кВ і прийнято двотарифну оплату (день, ніч) за електроенергію. Для проведення розрахунку візьмемо вихідний рік в якому навантаження повітряної лінії (ПЛ) досягло проектного рівня. Після досягнення проектного рівня починаємо ущільнювати графік навантаження, впроваджуючи ДОЕ у споживачів. Для більшої наочності використаємо математичну модель

$$W_t = W_0 q^t = W_0 (q^x \cdot q^y) \cdot t, \quad (1)$$

де W_t, W_0 – електроспоживання в поточному t та вихідному t_0 роках; q – коефіцієнт росту щорічного електроспоживання; $q^x = q_P$; $q^y = q_T$ – коефіцієнти росту відповідно максимуму навантажень P і річної кількості годин використання T .

Розглянуто три варіанта режимів електропостачання, значення показників яких визначено за виразом (1) і зведено в табл.1. Для всіх варіантів прийнято один коефіцієнт росту електроспоживання $q = 1,06$. При цьому повинна виконуватись умова: $x + y = 1$ незалежно від ступені ущільнення графіка або, інакше кажучи, від ступеня використання споживачами можливостей ДОЕ.

Таблица 1

Показники	Значення показників за варіантами		
	А	В	С
X	0,85	0,5	0,15
Y	0,15	0,5	0,85
q_P	1,0507	1,0295	1,0088
q_T	1,0088	1,0295	1,0507

Варіант А внесено в табл.1 як контрольний. Він відображає динаміку показників роботи мережі 10 кВ у 80-х роках минулого століття, тобто абсолютно без впливу ДОЕ. Відповідно до [2], в той час річний приріст навантаження досягав 5%, а приріст продовження використання максимуму навантаження – 1%. Варіанти В і С моделюють середнє та найбільш повне використання споживачами можливостей ДОЕ.

Аналіз роботи ПЛ виконано в динаміці за період 10 років, протягом якого кратність електроспоживання по відношенню до вихідного рівня в усіх трьох варіантах при $q = 1,06$ досягає 1,8. Виходячи з цих даних і враховуючи дані з табл.1, розраховано показники, які зведено в табл.2.

Прийемо, що у вихідному (нульовому) році довжина використання максимуму навантаження ПЛ становить 3000 год. Число годин втрат визначаємо відповідно до залежності (1):

$$t = 0,75T - 690. \quad (2)$$

Втрати потужності, електроенергії і напруги в табл.2 розраховано за відомими формулами.

В табл.2 включено показник, що дорівнює відношенню втрат напруги в мінімумі та максимумі навантажень. Для його розрахунку використовуємо формулу

$$m = 1,14T^* - 0,14, \quad (3)$$

де $T^* = T / 8760$.

Таблиця 2

Показники	Значення показників за варіантами		
	A	B	C
Максимум навантажень споживачів, від. од.	1	0,81	0,66
Протяжність використання максимуму навантаження, від. од.	1	1,23	1,51
Втрати потужності в максимумі навантаження, від. од.	1	0,66	0,44
Час максимальних втрат, від. од.	1	1,3	1,66
Втрати електроенергії, від. од.	1	0,86	0,73
Те ж, в % від електроенергії, що передається	5	4,3	3,65
Зниження рівня втрат напруги, %	-	0,7	1,35
Втрати напруги в максимумі навантаження, від. од.	1,0	0,81	0,66
Показник m за виразом (3)	0,29	0,38	0,50
Втрати напруги в мінімумі навантаження, від. од.	0,29	0,31	0,33

Формула (3) являє собою відрізок прямої, що з'єднає дві точки, які достовірно вдалося зафіксувати. Перша з них $m = 0,25$ відноситься до модельованої ПЛ, коли в ній у вихідному році $T = 3000$ год. ($T^* = 0,342$). Друга точка характеризує абсолютно повний графік навантажень, для якого $m = T^* = 1$. Розрахункові значення m за варіантами A, B і C в табл.2 дорівнюють 3208, 4030 і 4950 год., за ними визначено відповідно до (3) значення m у тій же таблиці. Для зручності співставлення варіантів у табл.2 абсолютні значення більшості показників варіанту A прийнято за 1, у зв'язку з чим аналогічні показники за двома іншими варіантами виражені в долях від неї.

З даних табл.2 видно, що в порівнянні з варіантом *A* при помірному та найбільш повному використанні споживачами можливостей ДОЕ слід чекати зниження річних втрат електроенергії в мережах 10 кВ відповідно на 0,7 та 1,35%. Слід зауважити, що зниження втрат електроенергії при переході на ДОЕ буде здійснюватися в мережах на всіх 4-х ступенях трансформації напруги в системах централізованого електропостачання (розподільчі мережі 0,38 і 10 кВ, живильні лінії 35-110 кВ та ЛЕП більш високої напруги).

Для оцінки динаміки змін у часі якості напруги у споживача в мережах 0,38 кВ приєднано трансформаторні підстанції (ТП) модельованої ПЛ 10кВ, проведено також її розрахунки при кратності росту електроспоживання: 1,2; 1,4 і 1,6. При цьому прийнято, що в центрі живлення ПЛ 10 кВ виконується зустрічне регулювання напруги в межах від +5% в максимумі до +1% в мінімумі навантажень. Прийнято також, що завантаження трансформаторів ТП у вихідному році близьке до їх номінальної потужності. Значення втрати напруги в проводах ПЛ 10 і 0,38 кВ та в обмотках трансформаторів ТП в максимумі та в мінімумі навантаження були визначені аналогічно відповідним даним по табл.2. При заміні перевантажених трансформаторів ТП враховували зменшення втрат напруги у зв'язку із збільшенням номінальної потужності трансформатора, що підлягає заміні. Заміна трансформаторів ТП проводилась при досягненні навантаження, що перевищувало в 1,3 рази номінальну. Розрахунки відхилень напруги у споживачів у мережах 0,38 кВ проводили по відомій методиці [3]. При виході розрахункових відхилень напруги за межі, нормовані діючим стандартом [4], було рекомендовано проводити реконструкцію моделюємої ПЛ 10кВ.

В результаті проведених розрахунків отримано наступні результати. Заміна трансформаторів повинна бути проведена за варіантами: *A* – через 5 років, *B* – через 9 років, *C* – через 30 років. Реконструкція модельованої ПЛ 10 кВ з метою забезпечення нормованої якості напруги у споживача повинна бути проведена за варіантами: *A* – через 7 років, *B* – через 13 років, а у варіанті *C* необхідність в реконструкції може не виникнути до кінця нормативного терміну служби ПЛ 10 кВ.

Отже, використання можливості ДОЕ дає змогу:

- при загальному переході до адаптованих до ДОЕ графікам навантажень споживачів АПК зменшити втрати електроенергії в розподільчих мережах сільгоспризначення на 2-4%;
- провівши адаптацію графіків навантаження сільських споживачів до ДОЕ, викликане нею зменшення річного максимуму навантажень приведе до віддалення термінів реконструкції мереж на де-

кілька років, а відповідно – економії коштів.

1.Стребков Д.С., Мурадян А.Е., Конечный В.П. Снижение затрат потребителей на электроэнергию при многотарифном учете // Техника в сельском хозяйстве. –2000. – №2. – С.180-186.

2.Методические указания по расчету электрических нагрузок в сетях 0,38-110кВ сельскохозяйственного значения: Руководящие материалы по проектированию электро-снабжения сельского хозяйства. Вып.11. – М.: Сельэнергопроект, 1999. – 154 с.

3.Левин М.С., Мурадян А.Е., Сирик Н.Н. Качество напряжения в сетях сельских районов. – М.: Энергия, 1999. – 263 с.

4.ГОСТ 13109-97. Нормы качества электрической энергии в системах электро-снабжения общего назначения. – М.: Изд-во стандартов, 1998. – 46 с.

Отримано 25.08.2009

УДК 629.421 : 629.405

В.Х.ДАЛЕКА, д-р техн. наук,

О.В.ДОНЕЦЬ, М.І.ШПІКА, кандидати техн. наук, О.О.СУХОРУКОВА

Харківська національна академія міського господарства

ЕНЕРГОЗБЕРІГАЮЧИЙ ТЯГОВИЙ ЕЛЕКТРОПРИВОД МІСЬКОГО ЕЛЕКТРОТРАНСПОРТУ

Показано шляхи вдосконалення існуючого тягового електроприводу міського електротранспорту за рахунок використання енергозберігаючих імпульсних перетворювачів на сучасній елементній базі та впровадження тягового асинхронного електропривода.

Показаны пути совершенствования существующего тягового электропривода городского электротранспорта за счет использования энергосберегающих импульсных преобразователей на современной элементной базе и внедрения тягового асинхронного электропривода.

They are shown way of the improvement existing tractive electric drive of town electrotransport to account of the use electro saving pulsed converters on modern element base and introduction tractive anisochronous electric drive.

Ключові слова: міський електротранспорт, тяговий електропривод, енергозбереження.

На міському рухомому складі застосовується два види тягових електроприводів (ТЕП) з тяговими електродвигунами постійного струму (ТЕД), що відрізняються пристроями їх живлення. В основному це електроприводи з реостатно-контролерною системою живлення, наприклад, тролейбуси серії ЗІУ, трамваї серії Т-3, які мають низькі техніко-експлуатаційні показники. Крім того, використовуються ТЕП з імпульсними перетворювачами (ІП) на застарілій елементній базі, наприклад, трамваї серії Т-3М, що потребують значних затрат на їх обслуговування.

Електрообладнання вказаних вище електроприводів не відповідає