

*Рырсалиев А.С., Абдиева З.Э., Кубанычбекова М.К., Быймырзаев Т.С.***ЭЛЕКТР МЕНЕН ЖАБДУУ ТАРМАКТАРЫНДА ЭЛЕКТР
КОЛДОНУУ РЕЖИМДЕРИН БАШКАРУУ***Рырсалиев А.С., Абдиева З.Э., Кубанычбекова М.К., Быймырзаев Т.С.***УПРАВЛЕНИЕ РЕЖИМАМИ ЭЛЕКТРОПОТРЕБЛЕНИЯ
В СИСТЕМАХ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ***A.S. Ryrsaliev, Z.E. Abdieva, M.K. Kubanychbekova, T.S. Byimyrzaev***MANAGEMENT OF CONSUMPTION MODES
IN POWER SUPPLY SYSTEMS**

УДК: 621.31: 658.262

Электр энергиясы айыл-чарба тармагында, турмушта жана коммуналдык чарбада кеңири колдонулат. Электр энергиясы энергиянын негизги түрү катары кыйыр же түздөн-түз колдонулгандыгына байланыштуу продукциянын өздүк наркында аныктоочу болуп саналат. Өзгөчө акыркы мезгилде электр энергиясынын наркынын өсүшү менен аны оптималдуу керектөөгө өзгөчө көңүл бурулган. Электр энергиясын оптималдуу керектөө автоматтык режимде гана мүмкүн. Бул иште бөлүп жайгаштырылган объект каралат, мисалы, айыл чарба, фермер же дыйкан чарба, ал жерде керектелген энергиянын олуттуу саны чарбанын кирешелерине таасирин тийгизет. Макалада ишканада энергоресурстарды сарамжалдуу пайдалануу жана бөлүштүрүү шарттары талдоого алынган. Ишкананын электр энергияны саатына байланыштуу керектелүүсүнүн өсүшүнүн мааниси жана таасири каралды. Электр энергиясын жана кубаттуулукту пландуу керектөөнүн тартибине таасир тийгизген факторлор сүрөттөлгөн. Керектөөчүлөр үчүн орточо өлчөнгөн четтөөлөрдүн чоңдугу эсептелет жана аны баалоонун шарттары келтирилген.

Негизги сөздөр: электр керектөө, электр менен камсыздоо, башкаруу, электр энергиясы, режим, чыңалуу, электр тогу, чарбалар, энергияны үнөмдөө, булак.

Электроэнергия широко применяется в отраслях народного хозяйства, в быту и в коммунальном хозяйстве. Электроэнергия как основной вид энергии, является определяющим в себестоимости продукции, в зависимости от того, она применяется косвенно или непосредственно. Особенно, в последнее время, с ростом стоимости электроэнергии особое внимание уделено оптимальному ее потреблению. Оптимальное потребление электроэнергии возможно, только при автоматическом управлении режимом. В данной работе рассматривается рассредоточенный объект, например, сельское хозяйство, фермерское или крестьянское хозяйство, где количество потребленной энергии существенно влияет на доходы хозяйства. В статье проанализированы условия рационального потребления и распределения энергоресурсов на предприятии. Рассмотрено значение и влияние изменения профиля почасового потребления электроэнергии предприятием. Описаны

факторы, влияющие на дисциплину планового потребления электроэнергии и мощности. Представлен расчет величины средневзвешенных отклонений для потребителей и приведены условия ее оценки. Сделаны выводы о рациональности способа определения энергоэффективности системы электроснабжения через оценку режимов потребления электрической энергии промышленным предприятием.

Ключевые слова: электропотребление, электроснабжение, управление, электроэнергия, режимы, напряжение, электрический ток, хозяйства, энергосбережение, источник.

Electric energy is widely used in the sectors of the national economy, in betas, municipal services, etc. electricity as the main form of energy, is the determining factor in the cost of production, depending on whether it is applied indirectly or directly. Especially, recently, with the increase in the cost of electricity, special attention is paid to the optimal consumption of it. Optimal power consumption is possible only with automatic mode control. In this paper, a dispersed object is considered, for example, agriculture, farming or peasant farming, where the amount of energy consumed has a significant effect on the income of the economy. The article analyzes the conditions for rational consumption and distribution of energy resources in the enterprise. Considered the value and impact of changing the profile of hourly electricity consumption by the enterprise. The factors affecting the discipline of the planned consumption of electricity and power are described. The calculation of the weighted average deviations for consumers is presented and the conditions for its evaluation are given. The conclusions about the rationality of the method for determining the energy efficiency of the power supply system through the assessment of the modes of consumption of electric energy by an industrial enterprise are made.

Key words: power consumption, power supply, control, electric power, modes, voltage, electric current, households, energy saving, source.

В последнее время электрическая энергия широко применяется в отраслях народного хозяйства, в быту, в коммунальном хозяйстве и т.д. Электроэнергия как основной вид энергии, является определяющим в себестоимости про-

дукции, в зависимости от того, она применяется косвенно или непосредственно. Особенно, в последнее время, с ростом стоимости электроэнергии особое внимание уделено оптимальному ее потреблению. Оптимальное потребление электроэнергии возможно, только при автоматическом управлении режимом. В данной работе рассматривается рассредоточенный объект, например, сельское хозяйство, фермерское или крестьянское хозяйство, где количество потребленной энергии существенно влияет на доходы хозяйства. Управление режимом электропотребления должен быть таким, чтобы обеспечить максимальное выполнение плана хозяйства, минимальные затраты на электроэнергию, т.е. обеспечить максимальную прибыль.

Если рассматривать развитие средств управления, то происходило по трем направлениям. Первое направление – это оптимальное построение сети, определением оптимальный радиус действий [1,2]. Согласно этому положению построенная сеть, таким образом обеспечивал минимальный расход электроэнергии. Например, оптимальное расстояние между трансформаторной подстанцией и такой сети, до которой будет наибольшая потеря напряжения, м.

$$L'_2 = \sqrt[4]{\frac{57P_2U_2^2\left(\frac{q+t}{k_2} + k_5a_1L\right)}{58k_1b_2\delta}} \quad (1)$$

или оптимальное число трансформаторных подстанций (ТП)

$$n = \frac{4CNP_a}{\Delta U_{\%}U^2} \quad (2)$$

или наыгоднейшая нагрузка ТП

$$P_M = \sqrt[3]{\frac{a_1\delta^2U^2\Delta U_{\%}\gamma m_1}{2000b_2m_2}} \quad (3)$$

или радиус действия сети в км.

$$R = 1.23\sqrt[3]{\frac{8.7\Delta U_{\%}U}{\delta r_0}} \quad (4)$$

В таких выражениях условные обозначения следующие:

U – напряжение сети, кВ; q, t – стоимость подстанции независимой и зависящей от мощности подстанции у.е.; a_1, b_1 – стоимости провода и монтажа независимой и зависящей от сече-

ния провода у.е.; δ – плотность нагрузки, Вт/м²; P_a – удельная мощность, приходящая на 1000 жителей, кВт; $\Delta U_{\%}$ – расчетная потеря напряжения, %; N – число жителей, чел.;

k_2 – коэффициент зависящий от числа охваченных сетью кварталов; k_2 – коэффициент зависящий от размещения ТП; k_5 – коэффициент зависящим от замкнутости сетей высокого напряжения; γ – удельная проводимость материала, м/Ом·мм²; m_1, m_2 – норма амортизационных отчислений на электрооборудование и линий, %; r_0 – активное сопротивление сети, Ом.

Как видно, из этих выражений некоторые учитывают стоимостные показатели, а некоторые только технические факторы, но управление режимом электропотребления осуществить трудно.

Второе направление – применение устройств для отключения и включения отдельных приемников электроэнергии (ПЭЭ) по намеченному графику и специализированных устройств вне пикового потребления энергии работающих совместно с локальными системами управления технологическим процессом. Но, сельское хозяйство рассредоточенный объект, фермерские хозяйства обладают сезонным режимом, где требуется большое количество потребленной энергии, что применение регуляторов потребителей, возможно, не оправдает.

Третье направление – это применение управляющих вычислительных комплексов с сочетанием с современными измерительными комплексами, что это полностью отвечает современным требованиям системы электроснабжения и электропотребления.

Появление микропроцессорных средств, вычислительной техники позволило разумно сочетать преимущества этих направлений в единой информационно-управляющей системе электропотреблением (ИУСЭ), реализующей управление потребителями-регуляторами, сбор, обработку и передачу информации об электропотреблении. Системы управления электропотреблением на базе ЭВМ, как локальные, так и в составе АСУ ТП не получили широкого внедрения в практику в связи с их громоздкостью, высокой стоимостью, сложностью обслуживания и т.д. Они разрабатываются применительно к конкретным условиям и по индивидуальным проектам, не обладают необходимой гибкостью и степенью унификации, что затрудняет создание типовых ИУСЭ [3, 4].

На основе микропроцессорных средств вычислительной техники (МСВТ), обладающих необходимой гибкостью, компактностью и высокой надежностью обеспечивает возможность создания многоуровневых систем управления [4].

Существующие системы АСУ, используя современные измерительные приборы, осуществляют: измерение, хранение и обработку информации, прогнозирование электропотребления, коммерческий учет электроэнергии.

Но, основным недостатком существующей системы является – не оперативность, т.е. не осуществляет непрерывное управление, а осуществляет дискретное управление на предстоящий период. Поэтому для достижения оптимального управления электропотреблением нужно непрерывное регулирование в данный, существующий момент.

Для осуществления данной цели рекомендуется применение адаптивной системы управления. Согласно [5], под адаптивными системами управления будем понимать такие системы управления, которые используя текущую информацию внешних воздействий, в условиях работы системы и выходных величинах, изменяют структуры, параметры регуляторов или вводят дополнительные (обратные) связи по выходным величинам с целью обеспечения оптимального, либо заданного функционированием управляемой системы при изменяющихся условиях его работы. Часто целью адаптивного управления является минимизация (или максимизация) некоего критерия качества I .

$$\min I(u, q) \quad (5)$$

где u, q – векторы управления и настраиваемых параметров, принадлежащих классам допустимых воздействий u, q .

Для реализации данного положения рекомендуется осуществлять управление по минимуму потребления активной мощности или по максимуму электрической к.п.д системы электроснабжения (СЭС). Эти параметры подлежат изменению, поэтому управление можно осуществлять, применяя процедуру поиска.

Потери активной мощности можно определить, кВт:

$$\Delta P = 3I^2 R_\Sigma \cdot 10^{-3} \quad (6)$$

$$\Delta P = \frac{P^2 + Q^2}{U^2} R_\Sigma \quad (7)$$

где I – ток нагрузки, А;

P и Q – активная и реактивная мощность, соответственно, кВт, кВАр;

R_Σ – эквивалентное сопротивление СЭС.

Активная мощность для любой ПЭЭ можно определить

$$P = \sqrt{3}IU \cos \varphi \quad (8)$$

или

$$P = S \cos \varphi = \sqrt{P^2 + Q^2} \cos \varphi \quad (9)$$

$\cos \varphi$ – коэффициент мощности.

В общем виде активную мощность можно определить по

$$P = k_1 I + k_2 I^2 \quad (10)$$

учитывая выражения (6) и (10) можно записать, что потребленная из сети активная мощность, P_Π

$$P_\Pi = k_1 I_c + k_2 I_c^2 + 3I_c^2 R_\Sigma \quad (11)$$

$$P_\Pi = k_1 I_c + (k_2 + 3R_\Sigma) I_c^2 \quad (12)$$

часто R_Σ постоянное, поэтому

$$P = k_1 I_c + k_3 I_c^2 \quad (13)$$

Для определения минимального значения потребляемой мощности берем производную и приравняв ее к нулю определим

$$\frac{\partial P_\Pi}{\partial I} = k_1 + k_3 I_c \quad (14)$$

где управляемым параметром является ток, его можно измерить и ввести в регулятор.

Оптимальное управление можно осуществить по максимальной к.п.д., где

$$\eta = \frac{P_{\text{пол}}}{P_n} \quad (15)$$

где $P_{\text{пол}}$ – полезная активная мощность, затраченная на выполнение технологического процесса.

$$P_{\text{пол}} = k_4 I \phi + k_5 I_\phi^2 \quad (16)$$

где I_ϕ – фактическая нагрузка ПЭЭ, А

Тогда, с учетом выражения (13)

$$\eta = \frac{k_4 I_\phi + k_5 I_\phi^2}{k_1 I_c + k_5 I_c^2} \quad (17)$$

Для нахождения максимального значения к.п.д. берем производную и приравняв к нулю можно настроить регулятор на поддержание максимального значения к.п.д.

Используя способ адаптивного управления, приведенный в [5] для данного случая, приведем следующую структуру управления СЭС, по первому принципу управления, т.е. по минимуму потребления мощности.



Литература:

1. Эйзенберг Б.А. «Городские электрические сети». - М., 1958.
2. Эйзенберг Б.Л., Козлов В.А. «Электрические сети зарубежных городов». - М., 1958.
3. Андрианов В.П. Оперативно-производственная информация в энергетике [Текст]. / Под редакцией В.А. Семенова. - М.: Энергоатомиздат, 1987.
4. Прохонник А.В., Розен В.П., Дегтярев В.В. «Энергосберегающие режимы электроснабжения горнодобывающих предприятий». - М., 1985.
5. Ядыкин И.Б., Шумский В.М., Овсеньян Ф.А. «Адаптивное управление непрерывными технологическими процессами». - М., 1985.
6. Садыков М.А. Потенциал развития малой гидроэнергетики в Кыргызской Республике. / Республиканский научно-теоретический журнал «Известия вузов Кыргызстана», №6. - Бишкек, 2016. - С. 16-19.
7. Садыков М.А., Кубанычбекова М., Жумаев Р.Д. Перспективы использования ВИЭ в системе электроснабжения. / Журнал «Наука и инновационные технологии», №8. - 2018. - Т.3. - С. 109-112.
8. Байышов Э.Н., Бердыбаева М.Т., Садыков М.А. Один из способов повышения энергоэффективности здания за счет использования солнечной энергии. / Журнал «Наука и инновационные технологии», №2. - 2017. - Т.3. - С. 72-77.
9. Жумаев Р.Д., Мамыркулов К.М., Садыков М.А. Учет объема потребленной электроэнергии в бытовом секторе как фактор повышения эффективности взаимодействия энергосбытовых компаний и потребителя. Наука и инновационные технологии, №2. - 2018. - Т.3. - С. 90-93.

Рецензент: к.ф.-м.н. Барпиев Б.Б.