

CONTROL OF UNINTERRUPTIBLE POWER SUPPLY SYSTEM WITH MINIMIZATION OF FUEL CONSUMPTION

**E.S.Pichkalev, Yu.S.Yamnenko, DrSc, Prof.,
National technical university of Ukraine “Kiev polytechnic institute”,
Politekhnichna str., 16, Kyiv, 03056, Ukraine.**

Conditions to minimize fuel consumption in uninterruptible power supply with diesel generator at variable load are obtained. Estimation of fuel consumption at acceleration and braking stages of diesel generator was executed taking into account the cost of battery charge. Minimization of fuel consumption required for the transition process is achieved by adjusting the position of the fuel valves. Minimization of fuel consumption is shown for diesel generator HATZ 1D90-Supra. Reference 3, figures 2.

Key words: storage battery, uninterruptible power supply, fuel consumption, diesel generator.

Introduction. Uninterruptible power supply systems (UPSS) based on using multiple uninterruptible power supply (UPS) additionally to power network in common scheme allow to provide reliable power supply for the loads [1]. The most common in UPSS is combination of diesel generator (DG) and storage battery (SB) [2]. In such case realization of control allowing the most efficient use of DG resources, i.e. minimization of fuel consumption, is an important task.

Operation of power supply system with diesel generator. Let’s consider operation of uninterruptible power supply system with DG and SB (Fig. 1). Operation steps of the DG and SB after disconnecting of power network (horizontal hatching marks SB charge, angle hatching marks SB discharge intervals).

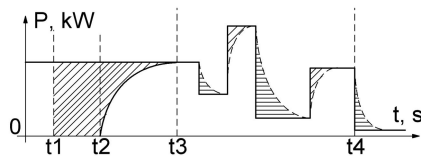


Fig. 1

In the moment t_1 power network voltage is reduced below acceptable level. Then at the interval $[t_1; t_2]$ the load is supplied by SB. At the same time DG performs all necessary actions for it’s starting. If power network voltage is not restored to the required level, then in the moment t_2 DG starts working and achieves necessary power P_o in the moment t_3 . At the same time SB discharges to the load (Fig. 1). At next interval $[t_3; t_4]$ DG accelerates or decelerates depending on load requirements, and SB discharges or charges accordingly. At the last interval $[t_4; \infty]$ diesel generator decelerates to some minimum value of power in order to maintain the charge level of SB, or turns off if power network voltage appears.

At each of the considered time intervals it is important to maintain optimal work of diesel generator with minimization of fuel consumption.

Optimal control for minimization of fuel consumption. To solve the problem of fuel consumption minimizing let’s consider interval $[t_3; t_4]$ where diesel generator accelerates and decelerates (Fig. 1). DG is described by the equation of first order with mechanical constant τ of the system "DG-synchronous generator", P_m is the maximum power that can be obtained at assigned value of relative fuel consumption $B'(P_m)$ [2, 3]. Relative fuel consumption is described by the equation: $B'(P_m) = a \cdot P_m^2 + b \cdot P_m + c [L/(kW \cdot h)]$ where the coefficients a, b, c are determined by the type of diesel engine. Total fuel consumption for DG acceleration taking into account SB charge is defined as:

$$B_{roz} = B'(P_m)P_mT_0 - \frac{1}{\eta} B'(P_m)(P_m \ln \left(\frac{P_m - P_0}{P_m} \right) - P_0)\tau,$$

where T_0 – time of transient process, η – efficiency of charge controller for SB.

Fuel consumption at DG deceleration interval is defined similarly. Dependences of fuel consumption for DG HATZ 1D90-Supra from acceleration power (curve 1) and deceleration power (curve 2) are presented in Fig. 2. As it’s shown on Fig. 2, curves have minimums. It allows to determine the condition of fuel consumption minimizing. To achieve minimum fuel consumption for HATZ 1D90-Supra acceleration power should be equal $P_m = 7,91$ kW, and deceleration power – $P_m = 8,05$ kW.

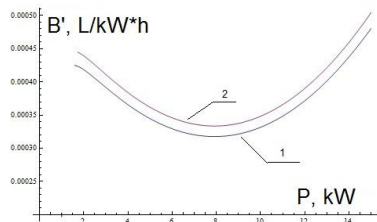


Fig. 2

UPSS control system defines position of fuel valve providing minimization of fuel consumption at each interval of the transient process.

Conclusion.

Conditions of fuel consumption minimization for diesel generator HATZ 1D90-Supra are obtained. Realization of these conditions in control system allows to reduce fuel consumption by 17% at acceleration and deceleration intervals. Control system provides minimization at all intervals of increasing or decreasing of the load power.

1. *Kamaev V.S., Petergeria Yu.S.* Optimization of operation of backup power system with diesel generator // Pratsi Instytutu elektrodynamiky Natsionalnoi Akademii Nauk Ukrainy. – 2006. – №1(13). – Pp. 38–41. (Rus)

2. *Khyzhniak T.A., Pichkalev E.S., Nevmerzhiiskii O.V.* Power management of a diesel generator with criterion of cost minimizing // Tekhnichna elektrodynamika. Tematychnyi vypusk "Sylova elektronika ta enerhoefektyvnist". – 2010. – Vol.2. – Pp. 122–127. (Rus)

3. *Pichkalev E.S.* Power management of the local object taking into account of cost factors // Tekhnichna elektrodynamika. Tematychnyi vypusk "Sylova elektronika ta enerhoefektyvnist". – 2010. – Vol.1. – Pp. 126–130. (Rus)

УДК 621.313

УПРАВЛЕНИЕ СИСТЕМОЙ БЕСПЕРЕБОЙНОГО ЭЛЕКТРОПИТАНИЯ ПРИ МИНИМИЗАЦИИ РАСХОДА ТОПЛИВА

**Е.С. Пичкалёв, Ю.С. Ямненко, докт.техн.наук,
Национальный технический университет Украины «КПИ»,
ул. Политехническая, 16, Киев, 03056, Украина.**

Получены условия минимизации расхода топлива в источниках бесперебойного электропитания с дизель-генераторами при переменной нагрузке. Проведена оценка расхода топлива на этапах разгона и торможения дизель-генератора с учетом расхода на заряд аккумуляторной батареи. Минимизация расхода топлива на переходный процесс достигается путем регулирования положения топливной заслонки. Приведен пример минимизации затрат топлива для дизельного генератора HATZ 1D90-Supra. Библ. 3, рис. 2.

Ключевые слова: аккумуляторная батарея, источник бесперебойного электропитания, расход топлива, дизель-генератор.

КЕРУВАННЯ СИСТЕМОЮ БЕЗПЕРЕБІЙНОГО ЕЛЕКТРОЖИВЛЕННЯ З МІНІМІЗАЦІЄЮ ВИТРАТ ПАЛИВА

**Є.С. Пічкальов, Ю.С. Ямненко, докт.техн.наук,
Національний технічний університет України «КПІ»,
вул. Політехнічна, 16, Київ, 03056, Україна.**

Отримано умови мінімізації витрат палива в джерелах безперебійного електроживлення з дизель-генераторами при змінному навантаженні. Проведено оцінку витрат палива на етапах розгону та гальмування роботи дизель-генератора з урахуванням витрат на заряд акумуляторної батареї. Визначено критерій мінімізації витрат палива та показано, що мінімізація досягається шляхом регулювання положення паливної засувки. Наведено приклад мінімізації витрат палива для дизельного генератора HATZ 1D90-Supra. Бібл. 3, рис. 2.

Ключові слова: акумуляторна батарея, джерело безперебійного електроживлення, витрати палива, дизель-генератор.

1. *Камаев В.С., Петергеря Ю.С.* Оптимизация режима работы системы резервного питания с дизель-генератором // Праці Інституту електродинаміки НАН України. – 2006. – №1(13). – С. 38–41.

2. *Хижняк Т.А., Пичкалёв Е.С., Невмерзицкий О.В.* Управление дизельным генератором по критерию минимизации стоимостных затрат // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск "Силовая електроніка та енергоефективність". – 2010. – Ч.2. – С. 122–127.

3. *Пичкалёв Е.С.* Управление электропитанием локального объекта с учётом стоимостных факторов // Технічна електродинаміка. Тематичний випуск "Силовая електроніка та енергоефективність". – 2010. – Ч.1. – С. 126–130.

Надійшла 12.01.2012
Received 12.01.2012