

дозволит при проектуванні визначати «слабкі» ділянки та покращувати їх стан.

Распределительная электрическая сеть, источники распределенной генерации, статическая устойчивость системы.

The analysis of static stability of power supply system in parallel operation of distributed generation sources and shown on the advisability of such a broad introduction to the analysis DG scheme of distribution networks in rural areas. This analysis will determine the design of "weak" sections and improve their condition.

Electric distribution network, distributed generation sources, static stability of the system.

УДК 621.436:636.084

МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМУ РОБОТИ ДИЗЕЛЯ АВТОНОМНОЇ ЕЛЕКТРОСТАНЦІЇ З ДИНАМІЧНО ЗМІНЮВАНИМ НАВАНТАЖЕННЯМ

**В.В. КАПЛУН, доктор технічних наук
А.В. ПЕТРЕНКО, кандидат технічних наук
І.М. РУДІК, аспірант**

Наведено аналіз способу автоматичного управління перехідними процесами дизелів автономних електростанцій із застосуванням мікропроцесорних регуляторів подачі палива.

Автономна електростанція, система автоматичного регулювання, дизель-генератор, перехідні процеси.

Найбільш простим та доступним способом управління якістю перехідних процесів дизелів автономних електростанцій є застосування мікропроцесорних систем автоматичного регулювання, зокрема мікропроцесорних регуляторів подачі палива [1,2]. Важливим аспектом функціонування мікропроцесорних регуляторів подачі палива в приводному дизелі автономної електростанції є вибір оптимальних режимів його роботи з урахуванням характеру зміни моменту навантаження T_c .

* Науковий керівник – доктор технічних наук В.В. Каплун

© В.В. Каплун, А.В. Петренко, І.М. Рудік, 2011

Мета дослідження – покращення динамічних властивостей та якості перехідних процесів дизелів автономних електростанцій із застосуванням мікропроцесорних регуляторів.

Матеріали та методика досліджень. Аналіз перехідних процесів у дизелях автономних електростанцій проведено з використанням положень теорії автоматичного регулювання, що стосуються двигунів внутрішнього згорання (дизелів) з мікропроцесорними регуляторами подачі палива.

Результати досліджень. Мікропроцесорна система автоматичного регулювання подачі палива дискретного типу, структурна схема якої наведена на рисунку, має три основні ланки: первинний перетворювач контрольованого параметра – електромеханічний датчик контролю швидкості обертання колінчастого вала дизеля D_1 або датчик частоти змінної напруги на шинах автономного генератора D_2 ; перетворювач положення відсічної муфти в циклову подачу q_u паливного насоса високого тиску (ПНВТ) та мікропроцесорний регулятор (МР) з виконавчим механізмом для управління положенням відсічної муфти λ – кроковим двигуном (КД).

Рівняння динамічної рівноваги системи «дизель-генератор – навантаження» має вигляд [3,4]:

$$\Delta T_{iq} - \Delta T_c = I_y \frac{d\omega}{dt}, \quad (1)$$

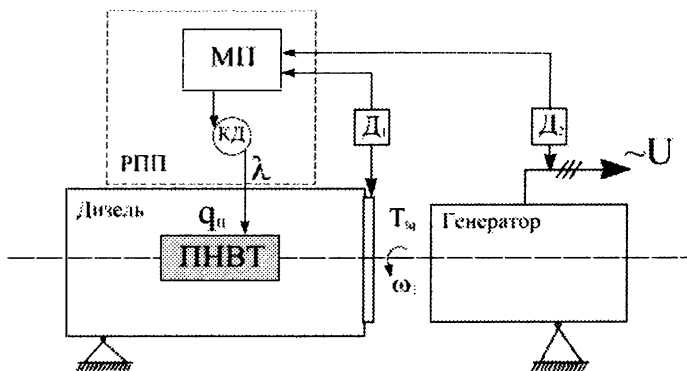
де I_y – момент інерції установки, $\text{Н} \cdot \text{м} \cdot \text{с}^2$; ΔT_{iq} – зміна крутного моменту двигуна, $\text{Н} \cdot \text{м}$; ΔT_c – зміна моменту опору, $\text{Н} \cdot \text{м}$; ω – кутова швидкість обертання колінчастого вала, с^{-1} .

Співвідношення між подачею палива та крутним моментом дизеля T_{iq} , який прямо пропорційно залежить від циклової подачі палива, визначається так:

$$T_{iq} = \frac{Hi_d}{\pi\tau_d} \eta_e q_u, \quad (2)$$

де H – найнижча теплота згорання палива, Дж/кг ; i_d – число циліндрів дизеля;

τ_d – тактність двигуна; η_e – ефективний ККД дизеля; q_u – циклова подача палива.



Структурна схема мікропроцесорної системи автоматичного регулювання подачі палива дизель-генератора дискретного типу

Паливний насос високого тиску має жорстку залежність між положеннями відсінної муфти λ , що визначається кількістю кроків крокового двигуна, та цикловою подачею q_u :

$$q_u = \lambda q_u^{num}, \quad (3)$$

де q_u^{num} – питома подача палива, що відповідає одному кроку, $\text{мм}^3/\text{крок}$.

Найвідповідальнішою ланкою системи регулювання подачі палива є визначення положення відсінної муфти λ залежно від зміни кутової швидкості $\Delta\omega$ [4]. Приймавши припущення про квазістатичний характер зміни кутової швидкості вала дизель-генератора, можна стверджувати, що $\Delta\lambda \approx \Delta\omega$, а кількість кроків КД z , що відповідають цій зміні, незалежно від напрямку обертання, визначається як $z = |\lambda|$. Якщо вважати, що в момент часу, який відповідає виробленню керуючого впливу, положення органу дозування палива становило λ_0 , то наступне його положення обчислюється так: $\lambda = \lambda_0 + \Delta\lambda$.

Залежно від кількості кроків z визначається кількість кроків витримки перед виробленням наступного керуючого впливу, яке дозволяє двигуну відреагувати на зміну подачі палива:

$$k = k_0 z, \quad (4)$$

де k_0 – коефіцієнт прийомистості, який характеризує запізнення між зміною подачі палива в циліндри дизеля та зміною алгебраїчного знака прискорення.

Прийнявши припущення про квазістаціонарне уявлення про НУР та $T_{iq} = f(q_y; \omega)$; $T_c = f(N; \omega)$, з урахуванням (1 – 3) можна записати:

$$\Delta\omega_i = \frac{\Delta t_i}{I_y} \left(\frac{H i_d}{\pi \tau_d} \eta_e \lambda_i q_{y_i}^{num} - T_c \right), \quad (5)$$

де Δt_i – шаг інтегрування.

Висновки

Для оцінки динамічних характеристик регулятора з мікропроцесорним контролером доцільно провести дослідження перехідних процесів для дискретної зміни навантаження у вигляді зміни моменту навантаження на валу дизеля автономної електростанції із заданою амплітудою 25, 50 та 100 % від номінального моменту дизеля T_{iq} .

Список літератури

1. Автоматизированные дизельные электростанции широкого народного хозяйственного назначения. /А.С.Виксман, В.В.Бондаренко, С.С. Егоров [и др]. // Двигателестроение. – 1984. – №1. – С. 1 – 63.
2. Ковин А.В. Анализ динамических возможностей судового дизель-генератора // ДВС. Респ. межвед. науч. техн. сб. – Харьков: Вища шк. – 1980. – С. 127 – 130.
3. Костиков А.В. Разработка и исследование на математических моделях альтернативных методов повышения динамических качеств дизель-генераторов: дис. ... канд. техн. наук: 05.04.02 / Костиков Алексей Викторович. – М., 2002. – 187 с.
4. Толшин В.И., Переходные процессы в дизель-генераторах / В.И. Толшин, Е.С. Ковалевский. – Л.: Машиностроение, 1977. – 168 с.

Приведен анализ способа автоматического управления переходными процессами дизелей автономных электростанций с применением микропроцессорных регуляторов подачи топлива.

Автономная электростанция, система автоматического регулирования, дизель-генератор, переходные процессы.

This analysis method of automatic control of transient diesel autonomous power with microprocessor controls the fuel supply.

Autonomous Power plant, automatic control system, diesel-generator, transients.