

УДК 378.147:621.372.542/.544

УПРАВЛІННЯ РЕЖЕКЦІЄЮ У ВУЗЛІ ФІЛЬТРАЦІЇ СПЕЦІАЛІЗОВАНОЇ КОМП'ЮТЕРНОЇ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ АВТОМОБІЛЬНИМ ДВИГУНОМ

Г. В. Ухіна, А. М. Теплечук, к. т. н. Т. П. Яценко, д. т. н. В. С. Ситніков

Одеський національний політехнічний університет
Україна, м. Одеса
sitnvs@mail.ru

Розглянуто питання побудови компонент спеціалізованої комп'ютерної системи управління автомобільним двигуном на різних режимах його роботи. Показано підхід до виявлення ознак появи детонації на основі переладнання вузла фільтрації сигналів датчика детонації.

Ключові слова: комп'ютерна система управління автомобільним двигуном, детонація, переладнання вузла фільтрації сигналів, секція режекторного фільтру, обчислення коефіцієнтів фільтру.

У роботі [1] розглядалися питання реалізації вузла фільтрації у системі управління двигуном внутрішнього згорання у різних режимах його роботи, це дозволило підвищити економічність та екологічність двигунів. Однією з проблем однак є боротьба з детонацією, яка з'являється на високих обертах, що призводить до зношення робочих поверхонь кривошипно-шатунного та газорозподільного механізмів.

Для боротьби з детонацією традиційно зменшували кут випередження запалювання, але існує інший підхід — збіднення бензино-повітряної суміші. В такому випадку схема спеціалізованої комп'ютерної системи спрощується, але ускладнюється вузол фільтрації за рахунок того, що він пов'язаний з органами управління двигуном та режимом його роботи. Такий фільтр має бути керованим.

Для побудови фільтру, яким можна керувати, у [1] застосовано смуговий фільтр, як послідовне з'єднання фільтрів нижчих та високих частот з можливістю незалежного керування частотою зрізу. Експериментальна перевірка такого рішення показала не дуже якісні результати, оскільки власне шум двигуна погано відфільтровувався.

Прояв детонації характеризується високою амплітудою у високочастотній частині спектру частот сигналу з датчика детонації, який розташований на блоці циліндрів двигуна. Розпізнавання детонації виконується шляхом порівняння (віднімання) поточного сигналу і середньої величини амплітуди сигналу датчика при відсутності детонації. При старій реалізації [1] сигнал виділявся за допомогою смугового фільтру.

Нова реалізація вузла фільтрації запропонована по схемі, яка передбачає розділення сигналу датчика детонації на дві складові. В одній з них за рахунок режекторного фільтру, який має змогу перестроювати частоту та смугу режекції, видаляється сигнал детонації, а потім для видалення шуму віднімається від другої складової. Після цієї операції на виході маємо сигнал детонації з малим рівнем власних шумів двигуна.

Розглянемо незалежне управління режекторним фільтром на прикладі загальної передавальної функції:

$$H(z) = \frac{a_0 + a_1 z^{-1} + a_2 z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}},$$

де a_0, a_1, b_1, b_2 — відповідно коефіцієнти чисельника та знаменника передавальної функції.

Для управління переладнанням фільтру проведено дослідження можливості незалежного управління частотними параметрами секцією фільтра, оскільки фільтр високого порядку для підвищення його властивостей побудовано з декількох секцій. Так, аналіз передавальної функції та дослідження їх взаємозв'язків показали, що коефіцієнти фільтру мають наступні залежності від частоти

$\bar{\omega}_p$ та ширини смуги режекції $\Delta\bar{\omega}$:

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 = -2 \frac{\cos(\bar{\omega}_p)}{\cos(\Delta\bar{\omega}) + \sin(\Delta\bar{\omega})}; \\ b_2 = \frac{\cos(\Delta\bar{\omega}) - \sin(\Delta\bar{\omega})}{\cos(\Delta\bar{\omega}) + \sin(\Delta\bar{\omega})}; \\ a_1 = b_1; \\ a_0 = \frac{1 + b_2}{2}, \end{array} \right. \quad (1)$$

де відповідно знаходяться коефіцієнти знаменнику b_1 та b_2 , а також чисельнику a_1 та a_2 секції другого порядку режекторного фільтру.

Однак для спрощення реалізації початкову передавальну функцію можна записати у вигляді

$$H(z) = k \frac{1 + az^{-1} + z^{-2}}{1 + b_1 z^{-1} + b_2 z^{-2}}, \text{ де } k = a_0; a = \frac{a_1}{a_0}.$$

Тоді відповідні коефіцієнти будуть обчислюватись за формулами

$$\left\{ \begin{array}{l} b_1 = -2 \frac{\cos(\bar{\omega}_p)}{\cos(\Delta\bar{\omega}) + \sin(\Delta\bar{\omega})}; \\ b_2 = \frac{\cos(\Delta\bar{\omega}) - \sin(\Delta\bar{\omega})}{\cos(\Delta\bar{\omega}) + \sin(\Delta\bar{\omega})}; \\ a = -2 \frac{\cos(\bar{\omega}_p)}{\cos(\Delta\bar{\omega})}; \\ a_0 = \frac{\cos(\Delta\bar{\omega})}{\cos(\Delta\bar{\omega}) + \sin(\Delta\bar{\omega})}. \end{array} \right.$$

Така побудова вузла фільтрації дозволяє зменшити шумову складову у сигналі детонації, організувати управління режекторним фільтром в залежності від умов роботи двигуна та органів керування автомобілем. Для заданих значень смуги $\Delta\bar{\omega}$ та діапазону частот режекції $\bar{\omega}_p$, які залежать від особливостей двигуна, є можливість заздалегідь з відомим шагом дискретизації частот обрахувати значення коефіцієнтів з (1) та записати їх у пам'яті. Тоді процесор може обирати з пам'яті необхідні значення без тривалих обчислень і управляти фільтром, як кажуть, «на льоту».

Другий підхід для спрощення обчислень полягає у апроксимації залежностей (1), оскільки значень смуги $\Delta\bar{\omega}$ не так багато, і тоді вирази для коефіцієнтів b_1 та b_2 можна спростити.

Такі підходи, як простота обчислення коефіцієнтів, дають змогу значно спростити побудову вузла фільтрації та не ускладнювати його додатковими вузлами обчислень.

ВИКОРИСТАНІ ДЖЕРЕЛА

1. Ситніков В. С., Яценко Т. П., Теплечук А. М., Флоренко І. С. Реалізація управління перебудовою вузла фільтрації у спеціалізованій комп'ютерній системі управління автомобільним двигуном // Тр. XIV МНПК «СИ-ЕТ-2013», Т. 1 – Україна, г. Одеса.– 2013.– С. 178–180.

G. V. Ukhina, A. M. Teplechuk, T. P. Yatsenko, V. S. Sytnikov

Control of rejection in the filtering unit of the specialized computer system for automobile engine control.

The authors consider the problems of constructing a component of the specialized computer system for automobile engine control at different operation modes. An approach for detection of the signs of detonation, presented in the paper, is based on restructuring the signal filtering unit of the detonation sensor.

Keywords: *computer system for automobile engine control, detonation, restructuring the signals filtering unit, section of rejection filter, filter coefficients calculation.*