

Список використаних джерел

1. Сотник, В. О. Аналіз кореляційних залежностей для синтезу приймача кодів АЛСН [Текст] / В. О. Сотник, М. М. Бабаєв, М. М. Чепцов // Зб. наук. праць. – Донецьк: ДонІЗТ, 2013. – Вип. 34. – С. 49-56.
 2. Тихонов, В. И. Статистический анализ и синтез радиотехнических

устройств и систем [Текст] / В. И. Тихонов, В. Н. Харисов. – М.: Радио и связь, 2004. – 608 с.

3. Beaudoin, N. A New Numerical Fourier Transform in d-Dimensions / N. Beaudoin, S. S. Beauchemin // IEEE Transactions on signal processing. – Vol. 51. – № 5, May 2003. – P. 1422-1430.

УДК 629.4.083:629

В. С. Блиндюк, М. М. Бабаєв

СИНТЕЗ ЕФЕКТИВНИХ КЕРУВАНЬ ТЯГОВИМ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ЗА ДОПОМОГОЮ СИСТЕМИ КЕРУВАННЯ У ФОРМІ БРУНОВСЬКОГО Й ПРИНЦИПУ МАКСИМУМУ ПОНТРЯГІНА

V. S. Blinduk, M. M. Babaev

SYNTHESIS EFFECTIVE CONTROLS THE HAULING ELECTRIC DRIVE BEHIND HELP TO SYSTEM CONTROLS AT FORM BRUNOVSKY AND TO THE PRINCIPLE TO PONTRYAGIN'S MAXIMUM

Залежно від специфічних особливостей, що висуваються до перевезення пасажирів, руху електропоїздів, стану колії й положення інших складів можуть бути сформульовані різні задачі автоматичного регулювання та керування електроприводом тягового рухомого складу [1]. За штатного інтенсивного руху поїздів людина-машиніст не здатна надійно забезпечувати режим їх ведення за умови раціонального використання часового та енергетичного ресурсів. Звідси випливає, що за описаних умов наявне недовикористання пропускнуої спроможності ліній при завищених витратах на здійснення існуючих перевезень [2].

Найчастіше в теорії керування розв'язується задача максимальної швидкодії. Це завдання важливе й при керуванні розгоном рухомого складу, особливо в тих випадках, коли графік руху досить напружений [3-5]. Задачу максимальної швидкодії можна розв'язати за допомогою принципу максимуму

Понтрягіна [5]. У системі рівнянь у формі Бруновського змінної, яка прямо відповідає швидкості руху електропоїзда, немає:

$$\frac{dz_1}{dt} = z_2; \frac{dz_2}{dt} = z_3; \frac{dz_3}{dt} = v, \quad (1)$$

де z_1, z_2, z_3, v – змінні й керування в просторі «вхід – стан».

Однак змінна z_1 визначається співвідношенням

$$z_1 = x_3 - \frac{b_{31}}{b_{21}} x_2, \quad V = \frac{2\pi x_3}{\mu} R_K, \quad (2)$$

де x_3 – обороти електродвигуна, пропорційні швидкості V руху тягового рухомого складу; μ – передатне відношення редуктор-а електродвигуна; R_K – радіус колеса колісної пари; b_{31}, b_{21} – постійні коефіцієнти; x_2 – струм збудження.

У процесі розгону електропоїзда струм збудження змінюється не більш ніж на 20 %, тому в першому наближенні можна вважати, що змінна z_1 у системі рівнянь у формі Бруновського моделює швидкість руху складу. Тому при розв'язанні задачі максимальної швидкодії необхідно досягти максимальної швидкості V_{max} за мінімальний час при керуванні опором R_d . Максимальне значення керування v (залежить від струму якоря, тому в кожний момент процесу розгону величина керування (величина опору R_d)) визначається співвідношеннями

$$v = v_{max}(I_{\text{я}}); \quad R_d = R_{dmin}(I_{\text{я}}),$$

де $v_{max}(I_{\text{я}})$ – максимально можливе керування при заданому значенні струму якоря; $R_{dmin}(I_{\text{я}})$ – мінімально можливе значення опору при заданому значенні струму якоря.

Таким чином, розв'язання задачі максимальної швидкодії в цьому випадку тривіальне й визначається в кожний момент часу гранично більшим керуванням v (або гранично малим значенням опору R_d), обмеженим максимально допустимим струмом якоря.

Проведений синтез ефективних керувань електропоїздів за допомогою системи керування у формі Бруновського й принципу максимуму Понтрягіна дав змогу розв'язати задачу максимальної швидкодії, що важливо при керуванні розгоном

електропоїздів, особливо в тих випадках, коли графік руху складів досить напружений.

Список використаних джерел

1. Определение оптимальных законов управления процессами движения электропоезда [Текст] / В. Д. Дмитриенко, В. И. Носков, В. С. Блиндюк [и др.] // Вестник НТУ «ХПИ». – 2012. – № 38. – С. 55-69.
2. Блиндюк, В. С. Концепція побудови систем автоматизованого керування рухом поїздів [Текст] / В. С. Блиндюк // Зб. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2011. – Вип. 127. – С. 43-56.
3. Mattis, W. E. Modelling and minimum energy control of traction motor system [Text] / W. E. Mattis // International Journal of Energy Systems. – 1989. – Vol. 9, № 2. – P. 78-82.
4. Khmel'nitsky, E. On an optimal control problem of train operation [Text] / E. Khmel'nitsky // IEEE Transactions on Automatic Control. – 2000. – Vol. 45, № 7. – P. 1257-1266.
5. Дмитриенко, В. Д. Синтез оптимальных законов управления тяговым электроприводом методами дифференциальной геометрии и принципа максимума [Текст] / В. Д. Дмитриенко, А. Ю. Заковоротный // Системи обробки інформації. – 2009. – Вип. 4 (78). – С. 42-51.