

інтермодальних терміналів в транспортній мережі, а також зробити цікаві висновки стосовно оцінки ефективності використання основних інтермодальних терміналів та умови їхньої роботи як важливої частини ланцюга пасажирських перевезень.

Інтермодальні термінали є важливою ланкою у загальному ланцюзі інтермодальних перевезень пасажирів. Їх ефективне конструювання може призвести не тільки до збільшення частки пасажирів, які користуються залізничним транспортом, а також до зміцнення загальної системи громадського транспорту певної території. Кожен термінал повинен відповідати певним стандартам проектування відповідно до його типу, оскільки неадекватне планування, неправильний вибір місця розташування та неефективний спосіб оперативного управління можуть призвести до тривалих затримок і незручностей під час подорожі. Більше уваги слід приділяти конструкторським характеристикам, які сприяють розвитку інтермодальності терміналу, тобто доступності різних видів транспорту та зв'язку з транспортною системою міста.

#### Використані джерела

1. Jones, W. B. Developing a standard definition of intermodal transportation [Text] / W. B. Jones, C. R. Cassady, R. O. Bowden // Transportation Law Journal. – USA, 2000. – Vol. 27. – P. 345-403.
2. Magda, P. L. Intermodal Passengers Terminals: Design Standards for Better Level of Service [Text] / P. L. Magda, I. P. Panagiotis // Arup and Associated Consultants, [Procedia-Social and Behavioral Sciences](#). – USA: Sacramento Intermodal Transportation Facility, City of Sacramento, 2012. – Volume 48. – P. 3297-3306.
3. Goldberg, B. The Background, Criteria, and Usage of the Intermodal Passenger Connectivity Database [Text] / B. Goldberg // Bureau of Transportation Statistics, Technical Report, U. S. Department of Transportation Research and Innovative Technology Administration. – USA, 2009. – 453 pp.

*Саяпіна І. О., Караєв П. Ю. (Державний університет інфраструктури і технологій)*

УДК 656.259.12

#### ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ ЗАВАД НА ТОНАЛЬНЕ РЕЙКОВЕ КОЛО, ЕЛЕКТРИФІКОВАНЕ ПОСТІЙНИМ СТРУМОМ

Рейкові кола виконують функцію колійного датчика і від надійності їх роботи залежить функціонування систем АБ, АЛС, диспетчерської централізації, а також безпека руху поїздів. Серед рейкових кіл перспективними є тональні рейкові кола, що мають ряд переваг: відсутність ізолюючих стиків,

виключення необхідності у встановленні дросель-трансформаторів, можливість живлення двох суміжних рейкових кіл від одного загального джерела та ін. Але їх робота відбувається у складних умовах впливу багатьох завод, які викликані електрифікацією залізниць.

З метою дослідження впливу змінного тягового струму на апаратуру тонального рейкового кола на ділянці, електрифікованій змінним струмом, у середовищі Matlab була створена імітаційна модель, що враховує основні складові завади – гармоніки частотою 50 Гц, а також гармонічні складові більш високого порядку, що виникають через спотворення форми кривої струму в процесі роботи випрямних пристроїв локомотива. Результати дослідження показали, що при гранично допустимому значенні асиметрії діюче значення напруги завади може досягти 0,7 В, а співвідношення сигнал/завада при рівні корисного сигналу 1,5 В складе 3,701 дБ.

Запропоновано метод підвищення заводостійкості тонального рейкового кола, який дозволяє зменшити вплив завод на вхід колійного приймача в інтервалах між імпульсами сигналу контролю стану рейкового кола, та підвищує співвідношення сигнал/завада при рівні корисного сигналу 1,5 В до 4,372 дБ.

#### Список використаних джерел

1. Саяпіна І.О. Удосконалення методів і засобів підвищення заводостійкості тональних рейкових кіл: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 – експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харків, 2017. 20 с.
2. Саяпина И.А. Исследование влияния электромагнитных помех на приемную аппаратуру тональных рельсовых цепей // Інформаційно-керуючі системи на залізничному транспорті: науково-технічний журнал. Харків: УкрДАЗТ, 2013. Вип. 3(100). С. 24-31.

*Сытник Б. Т., к.т.н., доцент  
(Український державний університет  
железнодорожного транспорта)*

УДК 681.31

#### СТРУКТУРНО-ПАРАМЕТРИЧЕСКАЯ ИДЕНТИФИКАЦИЯ В АДАПТИВНЫХ СИСТЕМАХ УПРАВЛЕНИЯ ДВИЖЕНИЕМ ПОЕЗДОВ

Повышение скорости движения поездов, сокращение эксплуатационных затрат должно достигаться за счёт усовершенствования систем управления перевозками, внедрения автоматизации, новых технических устройств, информационных,

ресурсосберегающих технологий. В настоящее время особую актуальность приобретает необходимость обеспечения траектории оптимального по энергопотреблению пуска (торможения) поезда с минимальным количеством переключений исполнительных механизмов (ИМ) при заданных ограничениях. Например, для поездов накладывается ограничение на максимальное ускорение (замедление)  $0.7-0.8 \text{ м/с}^2$ , обеспечивающее оптимальность по энергопотреблению.

Эффективность применения автоматических устройств и систем управления поездом в значительной степени определяется качеством алгоритмов идентификации и автоподстройки устройств управления, степенью оптимальности их параметров настройки при изменениях характеристик объекта управления и помех переменной интенсивности, которые существенно снижают качество работы систем управления поездом.

В соответствии с работами В. А. Лазаряна [1] поезд может быть представлен локомотивом (устройство управления и ИМ) и последовательностью вагонов различной длины и массы (объектом управления).

Электрической моделью поезда может служить последовательность аperiodических звеньев с различными постоянными времени и статическими коэффициентами передачи [1, 2]. Звенья с большими постоянными времени могут заменяться звеньями с меньшими постоянными времени. Число звеньев с меньшей постоянной времени должно быть равно наибольшему целому от деления наибольшей постоянной времени модели на наименьшую, соответствующую модели самого легкого вагона.

Общим недостатком известных систем идентификации с использованием модели [2-5] является неизменность структуры настраиваемой модели, включенной параллельно исследуемому объекту.

Рассматриваются модели динамических объектов, структура которых может аппроксимироваться математической моделью, содержащей блок умножения с требуемым максимальным значением коэффициента усиления  $k_0$  большим 0, и  $i$  аperiodических звеньев  $m_i$  с одинаковой постоянной времени  $T$ , на выходе каждого из которых установлены блоки усилителей  $K_i$ . Каждый блок усилителей  $K_i$  содержит  $j$  усилителей с коэффициентами усиления  $K_{ij}$ ,  $j$  от 0.1 до 1. На первые входы каждого блока  $K_i$  подается сигнал  $Y_{mi}$  с выходов соответствующих аperiodических звеньев  $m_i$ , а на вторые входы – выход  $Y_{OB}$  объекта. На выходах всех усилителей  $K_{ij}$  формируются модули сигналов ошибки  $E(K_i, j)$  и минимальный сигнал модуля ошибки  $E_{min}(K_i, j) = \text{abs}(Y_{mi} - Y_{OB})$ .

В процессе совместной работы объекта и модели происходит автоматическое определение количества

звеньев и статического коэффициента усиления  $K_i$  объекта.

Критерием оценки близости структуры и параметров модели и объекта является выбор минимума модуля сигнала ошибки  $E_{min}(E_i, K_{ij})$  из всех локальных минимумов модулей сигнала ошибки  $E_{min}(E_i, K_{ij})$  формируемых на выходах блоков усилителей  $K_i$ , подключенным к селектору минимального сигнала  $MinMax$ .

По координатам  $i$  и  $j$  узловой точки модели, которым соответствует минимальная ошибка сравнения  $E_{min}(E_i, K_{ij})$  (минимум модуля ошибки идентификации), находим значения  $T_{OB} = i * T$  и  $k_{OB}$ , необходимые для подстройки текущих параметров настройки регуляторов в каждом переходном процессе.

Результаты моделирования процесса идентификации при различных параметрах объекта  $T_{OB}$  и  $k_{OB}$  показывает точную идентификацию параметров объекта. Например, для постоянной времени объекта  $T_{OB} = 5.2 \text{ с}$  и статического коэффициента передачи  $k_{OB} = 0.8$ , индексы модели  $i=5$ ,  $j=2$  и при  $T=1$  соответствуют  $T_m = i * T = 5 * T = 5 \text{ с}$ . и  $k_m = K_{52} = 0.8$  за время моделирования  $5.5 \text{ с}$ . Повысить точность идентификации можно увеличив число аperiodических звеньев и уменьшив значения их постоянных времени

Таким образом, число звеньев  $i$  (структура) модели и координата  $j$  значения ее статического коэффициента передачи являются величинами переменными, и их изменение учитывается в адаптивных системах управления путем коррекции текущих параметров настройки регуляторов в каждом переходном процессе. В цифровых системах управления данный метод динамической адаптации легко реализуется программным способом.

### Литература

1. Лазарян В.А. Динамика транспортных средств. Избранные труды / В.А. Лазарян. - К.: Наукова думка, 1985. - 528 с.
2. Загарий Г.И., Шубладзе А.М. Синтез систем управления на основе критерия максимальной степени устойчивости. – М.: Энергоатомиздат, 1988. – 104 с.
3. Адаптивные системы идентификации / [Кику А. Г., Костюк В.И., Краскевич В.Е., Сильвестров А.Н., Шпит С.В.].-К.:Техніка,1975.-288с.
4. Дейч А.М. Методы идентификации динамических объектов / А.М.Дейч. - М.: Энергия, 1979.-240с.
5. Растрин Р.А. Введение в идентификацию объектов управления / Р.А.Растрин, Н.Е.Маджаров.- М.: Энергия, 1977.-216с.