

ЗАСТОСУВАННЯ АВТОМАТИЧНИХ СТІЛОК ТРОЛЕЙБУСУ ЯК ДЕТЕКТОРІВ В СИСТЕМАХ СВІТЛОФОРНОГО АВТОРЕГУЛЮВАННЯ

Для удосконалення світлофорного регулювання пропонується пристрій з пасивним датчиком, що передає сигнал про приближення до перехрестя тролейбусу та напрям його подальшого руху на дорожній контролер.

Ключові слова: стрілка, тролейбус, струм, світлофор, датчик, контролер, перехрестя, авторегулювання, фаза.

АНАЛІЗ ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ АДАПТИВНОГО УПРАВЛІННЯ СВІТЛОФОРНОЮ СИГНАЛІЗАЦІЄЮ

Останнім часом актуальності набула проблема підвищення ефективності використання пропускнуої спроможності міських регульованих перехресть. Невідповідність параметрів світлофорних режимів динамічним транспортним потокам призводить до утворення заторів, що погіршують екологічну ситуацію, призводять до простоїв транспортних засобів та втрат часу пасажирями, виступають побіжними причинами дорожньо-транспортних пригод [1].

При застосуванні на вулично-дорожній мережі міст автоматизованих систем управління дорожнім рухом (АСУДР) постає необхідність корекції координованих світлофорних режимів з огляду на транспортні засоби громадського користування, яким через особливі динамічні характеристики та наявність зупинок притаманні режими руху, відмінні від режимів руху загального транспортного потоку. В той-же час, через високу у порівнянні з легковим автомобілем пасажиромісткість, простої транспортних засобів громадського користування призводять до значних сукупних втрат часу учасниками дорожнього руху, передусім тими пасажирями, що перебувають в цих транспортних засобах, та, через збільшення інтервалів руху, тими пасажирями, що чекають на цей транспорт на зупинках [2].

У системах ізольованого світлофорного регулювання та в АСУДР ефективно здійснювати коригування параметрів регулювання залежно від прибуття до зони регулювання рухомого складу громадського транспорту дозволяють системи авторегулювання, що в основному діють за алгоритмами, які залежать від прийнятих стратегій регулювання. Системи пріоритетного пропуску громадського транспорту можуть бути класифіковані по трьом стратегіям: пасивна, активна та адаптивно-оперативна [3]. Пасивні стратегії працюють безперервно незалежно від того, чи наявний перед перехрестям рухомий склад громадського транспорту, чи ні та не вимагають системи виявлення рухомого складу громадського транспорту. Активні стратегії використовують системи виявлення рухомого складу громадського транспорту для того, щоб виявити транспортні засоби, які підлягають

пріоритету. Адаптивно-оперативна стратегія забезпечує пріоритет, одночасно випробовуючи та оптимізуючи задані критерії роботи.

ВИЗНАЧЕННЯ ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

Для ефективного застосування алгоритмів активної стратегії слід надійно та своєчасно виявляти наближення транспортного засобу громадського користування до зони регулювання. Для цього використовуються датчики різної конструкції та різного принципу дії.

Такий вид міського електричного транспорту як тролейбус має деякі особливості режиму руху, що більшою мірою проявляються поблизу перехресть. Наявність контактної мережі викликає необхідність проходження спеціальних частин ліній (зокрема, стрілок) зі зниженою швидкістю. Крім того, спеціальні частини є ключовими елементами, які визначають режим руху тролейбусів у всій зоні регулювання [4].

Необхідно розробити надійний детектор тролейбусів, що при наближенні їх до перехрестя надійно і завчасно визначав наявність тролейбуса та напрям його подальшого руху.

ВДОСКОНАЛЕННЯ КОНСТРУКЦІЇ СТІЛКИ ДЛЯ ВИКОРИСТАННЯ В ЯКОСТІ ДЕТЕКТОРА

Тролейбусна стрілка в місцях розходження лінії працює за таким принципом (рис. 1): у випадку, якщо тролейбус проїздить стрілку, обмежену ізоляторами 1 та закріплену розтяжками 5, ліворуч, водій під час проходження стрілки відключає тролейбусний двигун, сильно знижуючи витрату струму тролейбусом з контактної мережі 3. Привод стрілки, що являє собою електромагніти 2, які змінюють положення направляючих 4, спрацьовує лише в тому випадку, коли обмоткам електромагнітів, підключеним у стрілці послідовно до електричного ланцюга тролейбуса, достатньо для спрацювання величини струму, що проходить через них. Спрацювання приводу і переведення штанг праворуч досягається за рахунок ввімкнення двигуна під час проходження стрілки та збільшення таким чином сили струму через електромагніти.

Аналізуючи роботу керованої тяговим струмом тролейбусної стрілки, можна зауважити, що переведення

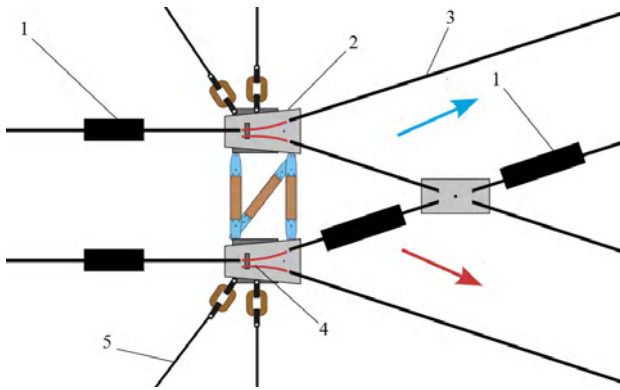


Рис. 1. Будова тролейбусної стрілки

штанг тролейбуса в напрямі «праворуч» завжди супроводжується проходженням через електромагніти, які є виконавчими елементами стрілки, електричного сигналу, що характеризується силою струму, яка дорівнює струмові спрацювання електромагнітної системи (30–60 А) залежно від налаштування стрілки. Під час проходження штанг в інших напрямках через мережу магнітів проходить струм, що дорівнює струмові власних потреб тролейбуса та до спрацювання електромагнітної системи не призводить. У час, коли струмознімачі на стрілці відсутні, струм через мережу електромагнітів не проходить взагалі. Таким чином, поява електричного струму 30-60 А є ознакою прибуття до перехрестя тролейбуса, що рушить ліворуч; поява струму менше 30 А свідчить про прибуття тролейбуса, що рушить прямо чи праворуч.

Для перетворення цього сигналу в сигнал виклику, продовження чи пропуску певних елементів циклу світлофорного регулювання пропонується використати пасивний датчик (рис. 2), який складається з двох реле струму та електромагнітного реле. При розробці цього пристрою дотримані норми електробезпеки (контактна мережа тролейбусу напругою 600 В гальванічно ізольована від сигнальної мережі дорожнього контролера напругою 5–12 В).

Виходи 6, 7 та 8 підключаються до викличного блоку дорожнього контролера замість кнопок, які застосовуються для виклику фаз регулювання. Електромагніти 1 та 2 підключаються до мінусового та плюсового дросів контактної мережі відповідно (у випадку, якщо плюсовий та мінусовий дріт розташовані в іншому порядку, змінюється полярність підключення реле струму).

У випадку, коли тролейбус проходить стрілку праворуч, від плюсового контактного дроту через реле струму 4 та 3, електромагніт 2, допоміжний електричний ланцюг тролейбуса, електромагніт 1, проходить струм величиною більше 1 А та менше 30А, оскільки двигун відключено. Оскільки всі перелічені елементи мережі підключено послідовно, значить сила струму через кожен із них буде однаковою. Цієї сили струму недостатньо для спрацювання електромагнітів 1 і 2 та реле струму 3, проте достатньо для спрацювання реле струму 4. Таким чином, реле 4 спрацює та замкне клеми 7 і 8 через нормально замкнені контакти реле 5.

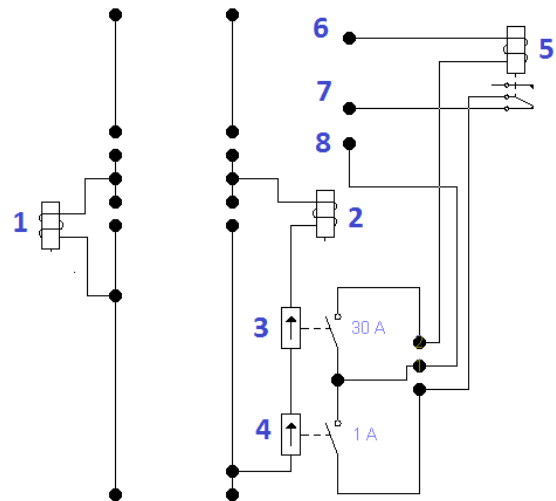


Рис. 2. Електрична схема пропонованого пристрою, виконана у програмі Electronic Workbench

У випадку, проходження тролейбусом стрілки ліворуч, від плюсового дроту через описаний вище ланцюг до мінусового дроту проходить струм величиною більше 30 А. Оскільки всі перелічені елементи мережі підключено послідовно, то сила струму через кожен із них буде однаковою. Цієї сили струму достатньо для спрацювання електромагнітів 1 і 2 та реле струму 3 і 4. Під дією електромагнітів 1 і 2 пир'я стрілки змінюють своє положення, і тролейбусні штанги переводяться на ліву лінію, а спрацювання реле струму 3 та 4 викликає замикання між собою контактів 6, 7 і 8. Проте, за рахунок різниці потенціалів на контактах обмотки, спрацює реле 5, тому проходження струму між клемами 7 і 8 не буде допущено.

ДОЦІЛЬНІСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ СХЕМИ

За рахунок застосування схеми стає можливим без підключення додаткових датчиків встановити подальший напрям руху тролейбуса на перехресті в момент проходження стрілки, що є необхідною умовою для здійснення ефективного гнучкого регулювання руху на перехресті за рахунок виклику та пропуску фаз, до яких включено напрями регулювання, що містять тролейбусні траєкторії руху.

Таким чином можливо досягти заощадження електричної енергії на розгін тролейбусів, та зменшення часу простоїв пасажирів тролейбусів перед перехрестям в очікуванні дозволяючого світлофорного сигналу. Середня тривалість затримки одного тролейбуса буде дорівнювати половині тривалості заборонного світлофорного сигналу у циклі регулювання. Протягом години тривалість цих затримок при жорсткому регулюванні визначається таким чином [5]:

$$T_{\text{затр-ж}} = N \frac{T_{\text{ц}} - t_{\text{OT}}^m}{2 \cdot 3600}, \quad (1)$$

де N – інтенсивність руху тролейбусів, од./год.; $T_{\text{ц}}$ – тривалість циклу світлофорного регулювання, с; t_{OT}^m – три-

валість основного такту світлофорного регулювання фази, до якої включено напрям руху, що містить тролейбусну траєкторію, с.

Тривалість затримки тролейбусів (год./год.) протягом години при адаптивному регулюванні визначається за формулою [5]

$$T_{\text{затр-а}} = N \frac{(T_{\text{ц}} - t_{\text{ОГ}}^m) / (m-1)}{2 \cdot 3600} \quad (2)$$

де m – кількість фаз світлофорного регулювання.

Таким чином, при $m > 2$, середні затримки тролейбусів з пасажирями зменшуються в разів при застосуванні гнучкого регулювання з вмонтованим у тролейбусну стрілку детектором наявності та напрямку подальшого руху тролейбуса.

ВИСНОВКИ

Запропоновано модель тролейбусного детектора на основі пасивного датчика струму, що дозволяє надійно і завчасно виявити факт наближення тролейбуса до перехрестя та встановити подальший напрямок його руху.

Трушевский В. Э.

Аспирант, Национальный транспортный университет, Украина

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ СТРЕЛОК ТРОЛЛЕЙБУСА В КАЧЕСТВЕ ДЕТЕКТОРОВ В СИСТЕМАХ СВЕТОФОРНОГО АВТОРЕГУЛИРОВАНИЯ

Для усовершенствования светофорного регулирования на перекрестках предлагается устройство с пассивным датчиком, передающее сигнал о приближении к перекрестку троллейбуса и его направлении дальнейшего движения на дорожный контроллер.

Ключевые слова: стрелка, троллейбус, ток, светофор, датчик, контроллер, перекресток, авторегулирование, фаза.

Trushevsky V. E.

Graduate student of NTU, Ukraine

APPLICATION OF AUTOMATIC SPEARS OF THE TROLLEY BUS AS DETECTORS IN AUTOREGULATION TRAFFIC-LIGHT SYSTEMS

Mismatch traffic light regimes of dynamic traffic flow lead to the formation of congestion, worsening environmental situation, leading to downtime of vehicles and passengers loss of time, perform cursory causes of road accidents In systems of isolated traffic light regulation and automatic systems to carry out effectively the adjustment parameter depending on arrival at the control zone of the rolling stock of public transportation systems allow auto to operate mainly on algorithms that depend on the strategies adopted by regulation. For effective use of algorithms active strategies need reliable and timely detection of approaching public transport to the area of regulation. For improvement of the traffic-lights regulation at crossroads the device with the passive sensor transferring a signal about approach of a trolley bus to a crossroad and its further movement direction to the road controller is offered.

Keywords: arrow, trolleybus, current, traffic lights, sensor, controller, intersection, autoregulation, phase.

REFERENCES

1. Kremenets Yu. A., Pecherskiy M. P., Afanasev M. B. *Tekhnicheskie sredstva organizatsii dorozhnogo dvizheniya: uchebnik dlya vuzov*. Moscow, IKTs «Akademkniga», 2005, 279 p.
2. Abramova L. S., Chernobaev N. S. *Postanovka zadachi adaptivnogo upravleniya dorozhnyim dvizheniem*,

Це дозволить скоротити прості транспортних засобів громадського транспорту перед перехрестями, зменшити затримки пасажирів громадського транспорту та позитивно вплине на загальну транспортну ситуацію.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Кременец Ю. А. *Технические средства организации дорожного движения: учебник для вузов* / Ю. А. Кременец, М. П. Печерский, М. Б. Афанасьев. – М. : ИКЦ «Академкнига», 2005. – 279 с.
2. Абрамова Л. С. *Постановка задачи адаптивного управления дорожным движением* / Л. С. Абрамова, Н. С. Чернобаев // *Вісник Донецького інституту автомобільного транспорту*. – 2009. – № 1. – С. 7.
3. Kim Wonho. *An improved bus signal priority system for networks with nearside bus stops* : дис. докт. філософії : Texas A&M University., 2004. – 239 с.
4. Афанасьев А. С. *Контактные сети трамвая и троллейбуса* / А. С. Афанасьев. – М. : Транспорт, 1988. – 264 с.
5. Иносе Х. *Управление дорожным движением* / Х. Иносе, Т. Тамада. – М. : Транспорт, 1983. – 247 с.

Стаття надійшла до редакції 21.03.2014.

Vіsник Donetskogo Institutu avtomobilnogo transportu, 2009, No. 1, P. 7.

3. Kim Wonho. *An improved bus signal priority system for networks with nearside bus stops* : dIs. dokt. filosoFIYi. Texas A&M University, 2004, 239 p.
4. Afanasev A. S. *Kontaktynie seti tramvaya i trolleybusa*, Moscow, Transport, 1988, 264 p.
5. Inose H., Tamada T. *Upravlenie dorozhnyim dvizheniem*, Moscow, Transport, 1983, 247 p.