

СТАНЦИОННИ ПЪТНИЧЕСКИ ОХРАНИТЕЛНИ СИСТЕМИ

Светослав Томов, Емилия Димитрова
tomov_svetoslav@abv.bg, edimitrova@bitex.bg

*Висше транспортно училище „Тодор Каблешков”
гр. София, ул. „Гео Милев” 158
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ*

Ключови думи: *релсов транспорт, безопасност, бариерни (екранни) охранителни системи, автоматични перонни преградни врати, бариери с инфрачервени лъчи.*

Резюме: *Съвременният релсов транспорт изисква превенция на достъпа на пътниците до железния път, където те са изложени на множество опасности. За осигуряване безопасността и повишаване на комфорта на пътниците се препоръчва на станциите да се монтират бариерни (екранни) охранителни системи.*

В доклада са анализирани съвременни станционни охранителни системи за пътниците: автоматичните преградни врати и бариерни системи с детектори на движение, базирани на инфрачервени лъчи.

Внедряването на системите се отразява на времето на престой в станциите. Това се дължи на допълнителното време, необходимо за отваряне и затваряне на преградните врати, по-бавното придвижване на пътниците поради допълнителното ограничаване на подхода към и от влака, удължени закъснения на тръгване, причинени от необходимостта от гарантиране на безопасността (времето за проверка и потвърждение, че няма пътник между вратите на влака и преградата). Станционните охранителни системи оказват позитивни въздействия върху експлоатацията по линията, като се явяват превенция на рисковете, свързани с безопасността. Намаляват закъсненията, породени от събития вследствие попадане на пътници на линията. За да се смекчат отрицателните въздействия, техническите решения за станционните охранителни системи се усъвършенстват и надграждат. Намаляването на допълнителни закъснения е от съществено значение за предоставяне на ефективно обслужване и максимален капацитет на линията, при гарантирана безопасност на пътниците.

ВЪВЕДЕНИЕ

Съвременният релсов транспорт изисква превенция на достъпа на пътниците до железния път, където те са изложени на множество опасности. Освен повишаването на безопасността, друг съществен мотиватор за внедряването на перонни прегради за пътниците е намаляването на закъсненията и смущенията при експлоатацията, породени от неправомерно поведение на пътниците на станциите [1-4].

В обхвата на доклада попадат възможните съвременни технически решения, прилагани на перона на станцията, привични както за метрополитен, така и за

железопътния транспорт. Перонните преградни врати осигуряват физическо отделяне на пешеходната зона на платформата от влаковете и намаляват ефекта на буталото. Перонните врати, изпълнени в пълна височина, могат да осигуряват контрол на климатизацията на перона чрез изолиране на станцията от тунела. Алтернатива на физическата структура са бариерните системи, базирани на инфрачервени лъчи.

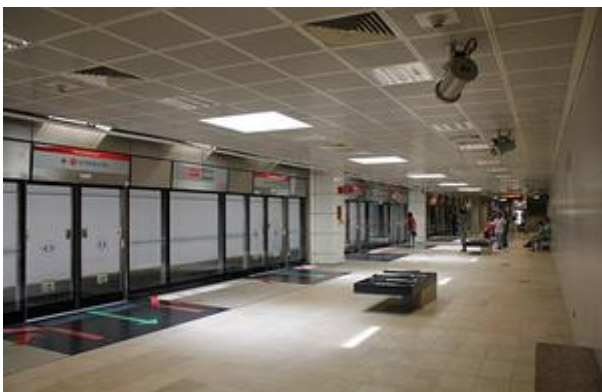
Докладът е изготвен с цел обзор на съвременните станционни охранителни системи за пътниците, като се посочат предимствата и недостатъците на различните технологии и влиянието, което те оказват на експлоатацията на линията. Докладът не разглежда системите за сигнализация и нивата на автоматизация на движението на влаковете по линията. В обхвата на разглежданите станционни охранителни системи за пътници попадат автоматичните перонни преградни врати (АППВ) – физическа преграда, а също и бариерни системи с детектори на движение, базирани на инфрачервени лъчи. Предоставена е информацията относно възможностите и ограниченията, свързани с различните решения. Чрез сравнителен анализ са отразени приликите и разликите в принципа на действие и монтаж на апаратурата на перона, влиянието върху експлоатацията и поддръжката.

АВТОМАТИЧНИ ПЕРОННИ ПРЕГРАДНИ ВРАТИ

Системата от АППВ на станциите представлява физическа бариера на перона. Предназначението ѝ е да елиминира риска от попадане на хора и предмети на железния път, водещо до тежки инциденти, като увреждане здравето на хората, включително смърт. В допълнение, АППВ намаляват или елиминират ефекта на буталото, когато влак навлиза и преминава през станцията, и спомагат за поддържане на климатизацията на станцията.

Съществуват два вида АППВ – хоризонтални (плъзгащи се) и вертикални (спускащи се). Плъзгащите се АППВ имат няколко разновидности на изпълнение:

АППВ с пълна височина (Full-height doors) създават бариера от пода до тавана на станцията (фиг. 1). Горната им конструкция включва механизъм за моторизация и осветление. Перонните вратите са окачени на тази горна конструкция. Този тип перонни бариери се монтират най-вече на новостроящи се подземни станции, където в допълнение към функцията за безопасност, АППВ с пълна височина може да намали разходите за енергия за климатичната система на станцията [1].



а) Станция Bishan MRT



б) Станция Asia World-Expo

Фиг. 1. Автоматични перонни преградни врати с пълна височина (Full-height doors)

АППВ с почти пълна височина (Platform edge doors). Този вид АППВ не създават пълна бариера, тъй като не докосват тавана на станцията. Въпреки това те напълно предпазват пътниците на перона от навлизащите и преминаващите през станцията

влакове. Тези врати се монтират най-вече като елемент за безопасност при ретрофит на вече действащи станции [2].

АППВ с половин височина (*Half-height doors*) са приблизително на половината на АППВ с пълна височина – достигат до височината на гърдите на човек (фиг. 2). Основното им предназначение е да предотвратят слизането на пътниците от перон върху железния път. АППВ с половин височина са по-евтини за инсталиране и поддръжка, тъй като имат по-малки структурни габарити. Основният им недостатък е, че е възможно да бъдат преодоляни чрез покатерване над тях и да се хвърлят предмети върху железния път.



а) Подземна станция (Метрополитен София)



б) Надземна станция (Bangkok sky train)

Фиг. 2. Автоматични перонни преградни врати с половин височина (*Half -height doors*)

При всички хоризонтални АППВ се изисква точно позициониране на подвижния състав [5], както и реципрочност на управлението на вратите – те трябва да се отворят само когато има спрял влак. В случай на къс влак в гара, АППВ зад влака трябва да останат затворени.

Вертикалните АППВ (*Rope-type screen doors*) се използват, когато разнородни типове подвижни състави с различна дължина и габарити на вратите им използват едни и същи перони (фиг. 3). Когато влакът спре на станцията, тези АППВ се вдигат вертикално нагоре, за да позволят обмена на пътниците. След това те се спускат надолу преди влакът да потегли. Вертикалните АППВ имат по-ниска цена за монтаж и поддръжка.



а) Станция Васил Левски (Метрополитен София)



б) Станция Опълченска (Метрополитен София)

Фиг. 3. Вертикални автоматични перонни преградни врати (*Rope-type screen doors*)

Без значение от вида на АППВ, функцията им е да се отварят и затварят в синхрон с вратите на влака. При нормална експлоатация, отварянето на перонните врати е възможно само при спрял и правилно позициониран влак [3, 5].

БАРИЕРИ С ИНФРАЧЕРВЕНИ ЛЪЧИ

Алтернатива на АППВ за обезопасяване на границата на перона са съоръженията за обектен мониторинг на железния път, които предотвратяват инциденти на хора с подвижни състави. Например при надземни станции, които не са проектирани като затворени сгради, могат да се очакват проблеми с надеждността при използване на АППВ, които са директно изложени на атмосферни влияния. Друго възможно решение за този случай са бариерите с инфрачервени лъчи, които реагират при откриване на хора или по-големи обекти. Инфрачервените лъчеви бариери позволяват работа с разнородни типове подвижни състави [1].

Подобно на АППВ, тук влакът може да влезе или напусне перона само ако инфрачервените бариери показват свободна зона. За да не бъдат смущавани от нормалното движение на пътниците по перона, охранителните сензори, базирани на инфрачервени лъчи, обикновено се монтират отвъд ръба на перона, по-близо до железния път. Това от друга страна утежнява действията на обслужващия персонал, защото в повечето случаи те трябва слизат на пътя. Също така бариерите с инфрачервени лъчи срещат проблем при работа в запрашена среда. Инфрачервените бариери са много по-евтини и по-лесни за монтаж от АППВ.

СРАВНИТЕЛЕН АНАЛИЗ

Вътрешното очертане на станциите отговаря на строго определени изисквания за габаритите, които предполагат безконфликтното движение на влаковете. Изграждането на АППВ на перона трябва да бъде съобразено с габарита на подвижния състав, като това включва както изправен вагон, така и вагон, който се движи със счупен ресор или изпусната въздушна възглавница [6].

Както АППВ, така и бариерите с инфрачервени лъчи предоставят възможности за разделяне на перона на зони и изолиране на тези зони в случай на повреда, така че експлоатацията на линията да може да продължи без прекъсване движението на влаковете [4]. Отварянето и затварянето на АППВ се съобщава визуално и акустично, така че пътниците и машинистът (ако има такъв) могат лесно да го разпознаят. Общ индикатор за екранни бариери на перона може да бъде инсталиран на точката за спиране на влака за лесно указване дали всички врати са доказано затворени и заключени или съответно системите с инфрачервени лъчи са отчели състояние „свободно“. В случай на експлоатация без машинист (ДТО) или неприсъствен влак (УТО), съответният сигнал или аларма се индикира в центъра за диспечерско управление.

При отказ и двата вида охранителни системи за пътниците предоставят възможност за дистанционно и местно управление - на ниво станция.

Общо разбиране е, че АППВ оказват негативно въздействие върху разписанието за движението на влаковете, тъй като времето за отваряне и затваряне на вратите на перона увеличава времето на престой на влака. В случай на задържане на врата, например ако пътник бива „хванат“ от крилата на вратата, се поражда необходимост от допълнително отваряне на тази врата, с което се удължава времето, през което влакът стои на станцията. Фактът на физическото поставяне на структурата на АППВ на перона променя поведението на пътниците и това влияе на времето за обмен. Увеличаването на времето на престой с дори няколко секунди оказва влияние върху цялостната транспортна услуга, тъй като то се разпространява бързо по цялата линия.

Освен осигуряване безопасността на пътниците, АППВ имат и допълнителни функции, като да намаляват ефекта на буталото и също могат да спомагат за поддържане на климатизацията на станцията (при АППВ с пълна височина).

АППВ изискват значително повече ресурс за внедряване, като може да се наложи и допълнително полагане на подова електрическа изолация на перона.

Поддръжката на АППВ се извършва предимно от страна на перона, като не се налага прекъсване на експлоатацията на линията. Структурата на АППВ може да изисква периодична проверка и механична донастройка, поради различното във времето слягане на бетона на перона при дилатационните фуги.

Барьерните системи, базирани на инфрачервени лъчи, са по-евтини и по-лесни за монтаж. Слабо се влияят от архитектурата на станцията и перона. Те обаче не могат да гарантират на 100% безопасността на пътниците, тъй като физически няма какво да спре човек да попадне на железния път.

Поддръжката на барьерите с инфрачервени лъчи налага слизване на персонала на пътя, а с това и спиране на движението на влаковете. Не са подходящи за употреба в участъци с висока запрашеност. Тези системи позволяват едновременна работа с разнородни типове подвижни състави.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

За осигуряване безопасността и повишаване на комфорта на пътниците се препоръчва на станциите да се монтират барьерни (екранни) охранителни системи. Освен това, наличието на такива системи се счита за задължителна мярка за позволяване на движение на влакове без машинисти.

Автоматичните перонни преградни врати гарантират на 100%, че пътниците няма да попаднат на железния път. Поради това АППВ са се превърнали в международен еталон, като се монтират както при изграждане на нови станции, така и при ретрофит на съществуващи такива.

АППВ са много скъпи съоръжения и следва да се прецени внимателно, по-специално при модернизирването на стари станции, дали да не се използват барьерни системи с инфрачервени лъчи като алтернатива.

Намаляването на допълнителните закъснения е от съществено значение за предоставянето на ефективна транспортна услуга при гарантирана безопасност на пътниците.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1] Schnieder L. „Communications- Based Train Control (CBTC) Components – Functions – Operations“, Media House GmbH, Hamburg 2019, ISBN 978-3-96245-200-1.
- [2] Crouzet, „3 TYPES OF PLATFORM SCREEN DOORS AND WHY THEY ARE A MUST“, [website](#) (2008).
- [3] Intelligent Transport, „Platform Screen Doors: No barriers to success“, [статия](#) от електронен източник, 2007
- [4] N. Pavlov, V. Dimitrov, Influence of the braking on the comfort during positioning of a metro train, 11th Conference Bulef 2019, IEEE Xplore Digital Library, DOI: 10.1109/Bulef48056.2019.9030761.
- [5] V. Dimitrov, “Study of the possibilities for optimisation of positioning of electric vehicles”, 12th Conference Bulef 2020, IEEE Xplore Digital Library, DOI:10.1109/Bulef51036.2020.9326036.
- [6] Братоев С. „СОФИЙСКО МЕТРО - ЛИНИЯ 3“. Балканска академия на науките и културата – Образование и наука, София 2021, ISBN-987-954-401-033-1.

STATION PASSENGER SAFETY SYSTEMS

Svetoslav Tomov, Emiliya Dimitrova

*Todor Kableshkov University of Transport
Sofia, 158 Geo Milev Str.
THE REPUBLIC OF BULGARIA*

Key words: rail transport, passengers' safety, barrier (screen) safety systems, automatic platform screen doors, infrared beams barriers.

Abstract: Modern rail transport requires the prevention of passengers' access to the railway tracks, where they are exposed to numerous hazards. To ensure the safety and comfort of the passengers, it is recommended to install barrier (screen) safety systems at the stations.

The report analyses contemporary station safety systems for passengers: automatic screen doors and barrier systems with motion detectors based on infrared rays.

The integration of station barrier systems affects the operation of the line, mainly as an extension of the dwell time at the stations. This is due to the additional time required to open and close the larger doors, the slower passenger movement due to the additional restriction of access to and out of the train, the extended departure delays caused by the need to ensure safety (the time to check and confirm that no passengers are caught in the gap between the train doors and the barrier). The station safety systems also have a positive impact on the operation of the line, largely preventing safety risks. The delays caused by events related to passengers falling onto the line are reduced. In order to mitigate the negative impacts technical solutions for station safety systems are improved and upgraded. Reducing the additional delays is essential to provide efficient service and maximum line capacity, while ensuring passenger safety.