



АНАЛИЗ НА АВАРИЙНАТА СПИРАЧКА В КОНТУРА ЗА БЕЗОПАСНОСТ НА МЕТРОВЛАКОВЕ „SIEMENS INSPIRO SF“

Атанас Дяков
atanasdyakov8@abv.bg

**Висше транспортно училище „Тодор Каблешков“
ул. „Гео Милев“ 158, 1574, София
РЕПУБЛИКА БЪЛГАРИЯ**

Ключови думи: *Siemens Inspiro SF, метровлак, жп возило, подвижен железопътен състав, спирачна система, електропневматична спирачка, аварийна спирачка, контур за безопасност, автостоп.*

Резюме: *В доклада е представен анализ на задействането на аварийната спирачка в контура за безопасност на метровлакове „Siemens Inspiro SF“. Анализирани са видовете контури за безопасност, като е обърнато внимание на прилагането на аварийната спирачка при прекъсване контура за безопасност, условията и системите, които го отварят, както и различните аварийни режими на влака, при които се налага да бъде изключена вградената система за телекомуникационно управление движението на влаковете CBTC (Communication Base Train Control). Анализирани са схемите в случаите на повреди и настъпили условия, при които е необходимо изключване на CBTC системата, изключване на контура за безопасност и/или изключване на автостопа (Trip cock).*

В доклада не е разгледан въпроса за контура на тяговата блокировка, тъй като той е отделен контур за безопасност. При отварянето му се блокира тяговото задвижване на влака. Контурът на тяговата блокировка е свързан с други процеси и условия, като например състоянието на пътническите врати – отворени/затворени, състоянията на управляващите тягата системи и не комуникира пряко със задействането на аварийната спирачка.

ВЪВЕДЕНИЕ

Както при всички транспортни средства, така и при метровлаковете (МВ), наред с проблема за задвижването и ускоряването им, е стоял и въпросът за бързото и безопасното спиране в нормални експлоатационни условия при различните видове аварийни ситуации и повреди на влака, както и мониторинг на скоростта във всеки един момент при движението на влака. Тези проблеми са свързани и обуславят безопасността на движението на транспортните средства, скоростта на движението, пропускателната способност на участъците, големината и надеждността на возилата. МВ „Siemens Inspiro SF“ не пренебрегва тези важни за безопасността въпроси. Системите, апаратите, устройствата, контролерите и приборите, интегрирани в него,

следва да обезпечат високо ниво на безопасност при движението на подвижния подземен железопътен състав в условията на висок интензитет - тръгване, бързо ускоряване и множеството спирания, при условия на множество криви с различни радиуси, неравен профил на железния път, надеждност при работа и екологична експлоатация при осигуряване на безопасност и висококачествен комфорт за ползващите транспортните услуги на МВ.

В литературата се срещат различни терминологии за отваряне/прекъсване на контура за безопасност (КБ), дори разпадане на КБ. За изключването/деактивирането на КБ се срещат термините байпасиране, шунтиране, изолиране или заобикаляне на КБ.

За анализ на аварийната спирачка (АС) в КБ на МВ следва да се изясни: Какво представлява КБ? Как е реализиран? Къде, кога, как и за какво се ползва, при какви условия и ситуации? Кой и по какъв начин го активира?

КОНТУР ЗА БЕЗОПАСНОСТ В МЕТРОВЛАКОВЕТЕ „SIEMENS INSPIRO SF“

КБ е система, следяща изпълнението на условията за безопасна експлоатация на влака и е от основните средства за осигуряване на безопасност по време на движение и спиране при престоя на возилото на метростанциите с отворени пътнически и перонни врати. КБ обезпечават трансфера на пътниците в метрото. КБ се осъществява с помощта на взаимно свързани електрически вериги в МВ, като прекъсването им е аварийна ситуация и условие за аварийно спиране на влака посредством прилагане на АС. КБ чрез свързани електрически предавателни механизми се захранва от неактивната кабина на влака, преминава през двойно осигурени ел. контактори на клапаните за АС (EB Push Button), през централното управление на влака (двата главни бордови компютъра CCU - 1 и 2), през прикачните вагони, през СВТС, през активната кабина (т.н. локален контур за безопасност), през главният ключ за активирането ѝ, през превключвателя за вкл./изкл. на СВТС, през бутона за АС (Push Button EB - Emergency Brake), през главният контролер (ГК) за оперативно ръчно управление на влака и през автостопа на МВ (Trip Cock).

При спиране за престой на перона за трансфер на пътничкопотока, МВ трябва да бъде на 100% обезопасен срещу самопридвижване и неволни реакции от страна на машиниста, водещи до ситуации, опасни за живота и здравето на пътниците. Това се осъществява посредством комуникационни канали между главните компютри за централно управление на влака и свързаните с тях системи за управление. При отворени влакови и предпазни перонни врати (ППВ) на МС, КБ на тяговата блокировка осигурява влака срещу самопридвижване, предоставя защита от конструктивно-технически грешки на системата за управление на задвижването или грешки от страна на машиниста. Ето защо, при отворени влакови врати, КБ активира блокировка на тягата, а при повреда по време на движение на влака, КБ активира режим на аварийно спиране като директно отваря клапаните на АС. При този режим на спиране се реализира най-голямо спиращо усилие със скорост на забавяне от $1,3 \text{ m/s}^2$, еквивалент съгласно европейският стандарт EN 14531-1.

МВ „Siemens Inspiro SF“ е осигурен с КБ, основно условно разделен на два кръга:

- централен КБ – реализиран чрез централните компютърни единици за постоянен мониторинг и контрол на влака и контактори, управляващи директно клапаните на аварийната спирачка;

- локален контур за безопасност, реализиран в кабините за управление на МВ.

Отварянето на локалния КБ може да бъде осъществено при следните условия:

- Поставяне на главния контролер /ГК/ за управление на МВ в позиция

- аварийна спиращка – задно крайно положение на контролера;
- Натискане на бутона за аварийната спиращка;
- Сработване на автостопа;
- Деактивиране на активната кабина за управление на влака по време на движение или в покой на МВ;
- Изключване или прекъсване функционирането на СВТС по време на движение или в покой, при срив в системата и други кратковременни откази – аварии и повреди по влака.

Отварянето на централният КБ може да бъде осъществено при следните условия:

- Сработване на един от двата централни компютъра (CCU) за управление на влака поради временен отказ, срив в системите, загуба на комуникация и т.н.

- Сработване на системата за активно условно спиране от автоматичната влакова защита (АТР – Automatic Train Protection) поради:

- Разпадане на назначения маршрут за движението на влака;
- Задействане на устройството за бдителност /тотман/ на машиниста;
- Разкъсване на влака;
- Загуба на комуникация в многофункционалната шина на возилото (MVB);
 - Преминаване на забранителен сигнал;
 - Отказ на елемент от пътното и крайпътното оборудване;
 - Отказ на критичен компонент от влаковото оборудване;
 - Не се следи или моментен отказ за следене целостта на влака;

- Не се следи или временен отказ за следене състоянието на вратите на влака, както и множество други откази в системите за безопасност на управлението на влака, водещи до експлоатационни аварии и повреди и оттам задействането на АС.

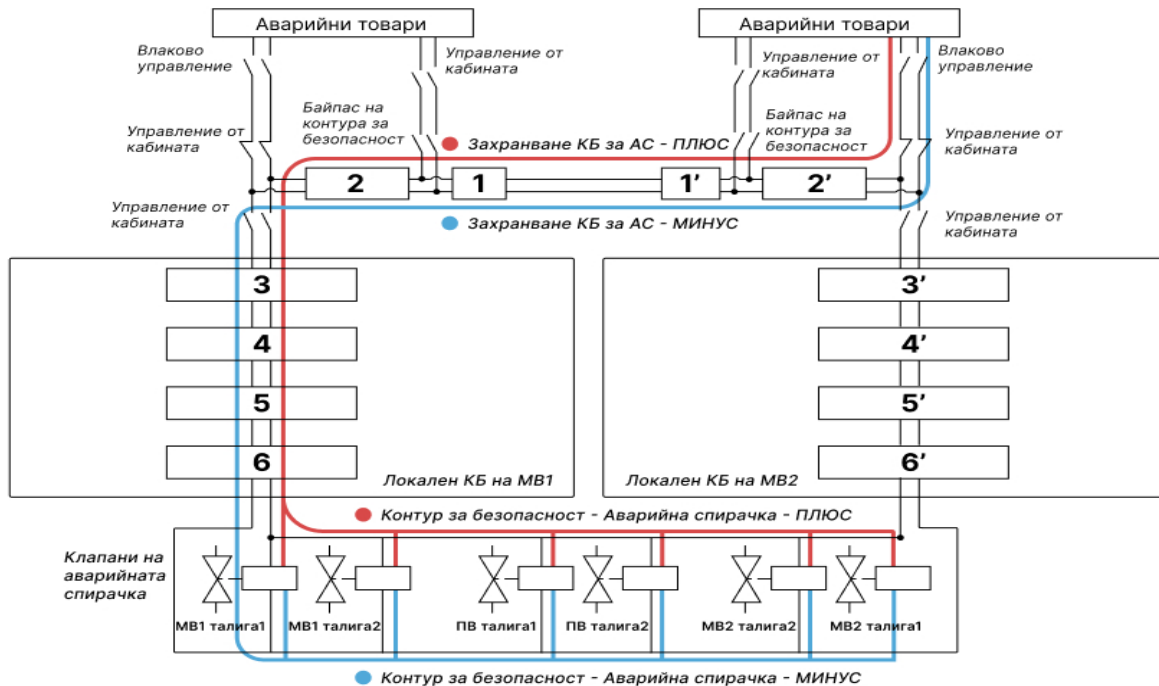
При прилагането на АС действат и всички допълнителни системи за техническа защита и комфорт на пътниците, като: защита срещу повличане, регулатор на натоварването (функциониращ в зависимост от броя на пътниците), система за регулиране границата на тласъците и др.

АНАЛИЗ НА АС В КБ ПРИ РАЗЛИЧНИТЕ УСЛОВИЯ НА ЕКСПЛОАТАЦИЯ

КБ в условията на безаварийно експлоатиране на МВ. По време на безаварийното експлоатиране, в нормални работни условия на МВ, системата СВТС не е изключена и няма активен превключвател за изолиране КБ, автостопа и/или блокировка на тягата. Всички основни и спомагателни системи на МВ, като например: батериите, спомагателните инвертори, тяговите инвертори, автоматичната защита на влака, автостопа, КБ, тяговата блокировка и главните бордови компютри, работят нормално, в изправност. Влакът не е електрически свързан към помощен маневрен локомотив. Пътят на сигнала от електрозахранването до клапаните на аварийните спиращки условно е показан на фигура 1.

КБ при изключена системата СВТС. Ако настъпи повреда във влака и КБ се прекъсне - задействана автоматична влакова защита при отказ на някоя от системите, макар и кратковременен, което не може да бъде отменено посредством потвърждаване на възприетата от машиниста повреда или неизправност в автоматична влакова защита /АТР – Automatic Train Control/, довела до отказ в функционирането ѝ, то тогава влиянието на системата СВТС върху КБ може да се изолира, като се изключи с помощта на превключвателя за деактивиране на системата. Когато превключвателят на СВТС е в позиция „Изключване на СВТС“, влакът влиза в режим на изолирана системата за телекомуникационно управление движението на влаковете или т.н.

изолиран режим. За следващият анализ за прилагане на АС приемаме, че няма друг активен изключвател. По време на изключено СВТС, автоматичната влакова защита също е изключена, т.к. е приложение към СВТС, и вече не може да активира АС. Но все още централният КБ може да бъде прекъснат от един от двата главни бордови компютъра за централно управление на влака поради всички други причини. Локалният КБ също може да бъде отворен от останалите безаварийно работещи системи в кабините – АС, приложена от бутона за АС или ГК, автостопа или главния ключ за активиране/деактивиране на кабината.



Фиг.1. КБ в безаварийни експлоатационни условия на МВ

Активна е кабината в моторен вагон 1.

Обозначения:

- 1 и 1' - двата главни бордови компютъра на влака;
- 2 и 2' - контактори на аварийната спирачка съответно за моторни вагони 1 и 2;
- 3 и 3' - главен контролер съответно за кабините на моторни вагони 1 и 2;
- 4 и 4' - автостоп, съответно за моторни вагони 1 и 2;
- 5 и 5' - ключ за изключване на СВТС, съответно в кабините на моторни вагони 1 и 2.
- 6 и 6' - бутоните за А, съответно в кабините на моторни вагони 1 и 2.
- МВ1 и МВ2 – моторен вагон, съответно 1 и 2.
- КБ – контур за безопасност.

Изолиране на КБ. Ако по една или друга причина КБ е неизправен (напр. временно прекъсване работата на един от двата главни бордови компютъра, неизправно реле на един от двата централни компютри и др.) и КБ не може да бъде функционално затворен, сегменти от него могат да се заобиколят, като се изолират с помощта на превключвателя за „Изключване на КБ“. Той може да бъде активиран само по време на изключена СВТС система. Активиране на превключвателя за „Изключване на КБ“ без активиран превключвател „Изключване на СВТС“ няма ефект, тъй като е технически обвързан със системата СВТС. За следващото описание на КБ е прието условието, че превключвателят на автостопа не е активен. Докато превключвателят за „Изключване на КБ“ е активен, то тогава КБ вече не може да бъде отворен поради: Аварийно спиране чрез АТР, т.к. СВТС системата е изключена и МВ е в т.н. изолиран от системата режим,

т.к. СВТС е заобиколена; аварийно спиране чрез ССУ (това е и въпрос на софтуерно решение) или скъсан влак.

КБ може все още да бъде отворен чрез двата бутона за аварийно спиране от двете кабинни, защото локалният КБ може да отваря чрез „**Аварийния бутон на АС**“ на влаковата верига, показан на фиг. 3, който същевременно прекъсва и захранването на тяговата верига – „**TL EB Push Button**“, който е захранен непрекъснато електрически и ако бъде натиснат, който и да е от двата бутона за аварийно спиране, то те трябва да функционират винаги. Освен това, бутоните за аварийно спиране и в двете кабинни (активна и неактивна) директно отварят КБ, а в случая директно задействат клапаните за АС на ЕПСС на МВ. АС може да бъде приложена и чрез преместване на ГК, само от активната кабина, в крайно задно положение „АС“ или чрез автостопа в посока движението на влака.

Изключване на автостопа „Trip cock Off“. Ако КБ не може да бъде затворен и не функционира нормално поради неизправност на автостопа „Trip cock“, тогава влиянието на автостопа върху КБ може да се изключи с помощта на превключвателя „Изключване на автостопа“. Превключвателят за „Изключване на автостопа“ може да се активира и по време на включена СВТС система. Тоест в този случай СВТС системата не е необходимо да бъде изключвана. За следващият анализ за активиране на АС е прието, че КБ не е изключен, докато превключвателя на автостопа е активен. Тогава КБ не може да се отвори при активиране на автостопа „Trip cock“ от механичен удар. Но КБ може да бъде отворен поради всички други причини без ограничения.

Маневриране – теглене / бутане с прикачен локомотив. С един обезточен МВ може да се извършват маневри с помощта на локомотив. МВ и маневреният локомотив могат да се свържат освен механично, но и електрически с помощта на съединителен ел. кабел за ел. захранване и управление. МВ и помощният локомотив не се свързват електрически автоматично по време на механичното им сцепване. Съединителният ел. кабел, който се намира в аварийният комплект в кабината на помощният локомотив, трябва да се свърже ръчно към МВ и маневреният локомотив.

Влаковите ел. вериги „КБ действие на аварийно спиране (Плюс/Минус)“ са свързани към помощният локомотив чрез съединителен ел. кабел и могат да бъдат захранени с ел. напрежение 110 V DC от локомотива, с цел освобождаване на АС. Чрез отваряне на двете влакови вериги локомотивът може да предизвика аварийно спиране в маневрираният влак. Електрозахранването на двата бутона за АС е свързано към помощният локомотив чрез съединителен кабел за ел. управление. „Аварийният бутон на TL“ (Traction Loop – контур на задвижването или още контур на тяговата блокировка) на влаковата верига се захранва с ел. напрежение 110 V DC от помощният локомотив. Влаковата верига е свързана към локомотива с цел позволяване на маневреният локомотив да реагира, ако в маневрирания аварирал влак бъде натиснат който и да е от бутоните за АС. Помощният локомотив трябва да обезточи КБ, когато бутонът за аварийно спиране е натиснат за задействане на АС в маневрирания влак. Повреденият (обезточен и изключен) маневриран влак няма да може сам да отвори КБ, ако бутонът за аварийно спиране е натиснат.

ИЗВОДИ:

1. Метровлакът е осигурен с високоефективен контур за безопасност.
2. Задействането на АС на МВ е обезпечено сигурно и надеждно от вграденият КБ.
3. В случаите на изключена СВТС система и изключени КБ и/или „Блокировка на тягата“, то в неактивната кабина превключвателите за тях трябва да са в нормално експлоатационно положение, защото КБ е захранен от неактивната кабина.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Активирането на АС от КБ в аварийни ситуации на МВ „Siemens Inspiro SF“ е обезпечена от съвременна и сигурна система за безопасност, както при включена система за телекомуникационно управление движението на влаковете, така и при изключена СВТС система.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. Обучителен материал „Експлоатационни условия на контура за безопасност“
- [2]. Обучителен материал „Видове спирачки и спирачни режими на влака“
- [3]. Обучителен материал „Експлоатационни условия на влака“
- [4]. Обучителни материали „Аварийна спирачка“ и „Автостоп“ на влака
- [5]. Лични записки

ANALYSIS OF THE EMERGENCY BRAKE IN THE SAFETY LOOP IN "SIEMENS INSPIRO SF" SUBWAY TRAINS

Atanas Dyakov
atanasdyakov8@abv.bg

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

Key words: *Siemens Inspiro SF, metro train, railway vehicle, rolling stock, braking systems, electropneumatic brake, emergency brake, safety loop, trip cock.*

Abstract: *The report presents an analysis of the triggering of the emergency brake into safety loop of „Siemens Inspiro SF“. The activation of the emergency brake is analyzed depending on the state of the safety loop and its application in different emergency situations and damage during the operation. Safety loops are analyzed, drawing attention to the application of the emergency brake in a case of cutting off the safety loop, the circumstances and systems that could opened it as well as the various emergency train modes in which the embedded system for Telecommunication control of trains CBTC (Communication Base Train Control) is required to be switch off. The schemes are analyzed in cases of damage and circumstances where the CBTC system is required to be switch off, as well as safety loop and/or switch off of the trip cock.*

The report does not address the loop of the traction lock, as it is a separate safety loop. When opening it, the train drive is blocked. The loop of the traction lock is related to other processes and circumstances, such as the state of the train doors - open/closed, the steering systems and does not directly communicate with the emergency brake.