



СПИРАЧНИ СИСТЕМИ И РЕЖИМИ В МЕТРОВЛАКОВЕ „SIEMENS INSPIRO“

Атанас Дяков, Васко Николов
atanasdyakov08@abv.bg, varnikolov@vtu.bg

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

***Ключови думи:** Siemens Inspiro, метровлак, жп возило, подвижен железопътен състав, спирачки, спирачни системи, спирачни режими, електропневматична спирачка.*

***Резюме:** В доклада е представено кратко описание на спирачните системи, с които са оборудвани метровлаковете „Siemens Inspiro SF“, както и спирачните режими, заложен в системата за управление на влака. Описани са функциите, извършвани от спирачните системи, времето и начините за ползване, принципа им на работа, както и използваните подрежими. Описана е и е анализирана електропневматичната спирачна система на влака (EPB – Electric Pneumatic Brake) като част от основната спирачна система на метровлака.*

ВЪВЕДЕНИЕ

При всички транспортни средства, включително и при метровлаковете, наред с проблема за задвижването, скоростта на движение, ускоряването и придвижването от една точка до друга, винаги е стоял на дневен ред и проблемът за бързото, сигурно, качествено и надеждно спиране, както и контролиране на скоростта им във всеки и един момент по време на тяхното движение. Тези два проблема са свързани и взаимно обуславят безопасността на движението, скоростта, пропускателната способност, големината и надеждността на возилата и други фактори. Метровлаковете тип „SIEMENS INSPIRO“ не правят изключение. Системите и приборите, монтирани на тях осигуряват високо ниво на безопасност при движение, надеждност при работа и екологична експлоатация при осигуряване на максимален комфорт за пътниците.

ВИДОВЕ СПИРАЧКИ, МОНТИРАНИ В МЕТРОВЛАК „SIEMENS INSPIRO“

Метровлакове „Siemens Inspiro SF“ са осигурени с три вида спирачки:

- Две основни:
 - Електродинамична (ЕД) спирачка;
 - Електропневматична (ЕП) спирачка;

- Допълнителна механична, фрикционна пружинна спирачка, която се ползва за паркинг спирачка.

Електродинамичната спирачка е основно средство за осигуряване на спирачна сила по време на движение на метровлака. Тя се осъществява с помощта на тяговите двигатели на метровлака, които чрез предавателни механизми са свързани с двигателните колооси. Спирачната сила се създава чрез превключване на тяговите двигатели в генераторен режим.

Известно е, че електрическите машини могат да работят както в двигателен режим, при който преобразуват подадената електрическа енергия в механична, така и в генераторен, преобразувайки механичната енергия от движението на возилото в електрическа. Съпротивителният момент, създаден при преобразуване на енергията, посредством предавателния механизъм въздейства върху двигателната колоос и чрез нея се предава на железния път, като по този начин създава спирачна сила.

Генерираната електрическа енергия се оползотворява по два начина:

- Връща се в контактната мрежа, като по този начин тя може да бъде използвана от друго возило в същия участък – процесът се нарича рекуперация;
- Подава се на съпротивления, които превръщат електрическата енергия в топлина и за целта се охлаждат по подходящ начин – процесът се нарича реостатно спиране, а регулируемите съпротивления – реостати. Реостатното спиране е процес, който се осъществява само, ако рекуперацията не е възможна, например когато напрежението в контактната мрежа е по-високо от генерираното от тяговите двигатели.

Електродинамичната спирачка действа при движение на влака до скорост 0,3 km/h, осигурявайки ефективна спирачна сила без триене, т.е. без износване на фрикционните спирачни възли, като по този начин от една страна удължава техния експлоатационен ресурс, а от друга спомага активно за опазване на околната среда без да отделя механични частици във въздуха.

Спирачното забавяне, осъществявано от електродинамичната спирачка, е 1 m/s^2 почти до пълно спиране на метровлака в 99,9 % от случаите на използване на спирачката.

Вторият вид спирачка, монтирана на метровлакове „SIEMENS INSPIRO“ е **електропневматичната спирачка**. Този вид спирачка спада към спирачките, използващи фрикционни елементи за реализиране на спирачната сила. Силата, задействаща фрикционните елементи, се създава от сгъстен въздух, който се подава в спирачните цилиндри, а управляващите импулси – от електрически сигнали, предавани от уредите за управление посредством комуникационни канали. Това е причина спирачката да бъде наричана електропневматична. Тя се използва за:

- Окончателно спиране на влака при скорост от около 0,4 – 0,3 km/h до окончателно спиране (0 km/h), тъй като електродинамичната спирачка не е в състояние да реализира спирачна сила в този диапазон;
- Осигуряване на влака срещу самопридвижване при кратковременен престой на метростанциите за слизване и качване на пътниците.

Електропневматичната спирачка може да бъде активирана и по-рано при определени случаи (например отказ на електродинамичната спирачка или при други условия, изискващи по-ранното ѝ задействане).

Паркинг спирачката представлява пружинно-акумулираща спирачка, използвана за задържане на влака в покой продължително време. Тя се състои от допълнителен спирачен цилиндър, монтиран към основния, но снабден с пружина, много по-силна от тази на основния. Тази пружина въздейства посредством бутало с

пърт върху буталото на основния спирачен цилиндър и по този начин принуждава фрикционния възел да се задейства и да не позволява задвижване на съответната колоос. За да бъде деактивирана е необходимо в цилиндъра на паркинг спирачката да бъде подаден въздух с налягане минимум 5,6 bar, който да преодолее силата на пружината и по този начин да освободи основния спирачен цилиндър. Паркинг спирачката се активира и деактивира оперативно по електропневматичен начин и може да задържа метровлака на място при наклон на трасето до 45% за неограничено време.

На метровлаковете „SIEMENS INSPIRO“ е монтирана и **почистваща спирачка**, чието предназначение е да почиства повърхността на спирачните дискове на фрикционните възли. Прилага се редовно по време на експлоатация при движение на влака със скорост над 30 km/h след изминаване на определен, предварително въведен в блока за управление пробег, зададен от производителя, при всяко първоначално излизане на влака на трасе. Целта на почистващата спирачка е системно и периодично да почиства фрикционните спирачни възли от натрупани и наслоени замърсявания по повърхностите им, водещи до намаляване ефективността на спирачния процес.

РЕЖИМИ НА СПИРАНЕ, ИЗПОЛЗВАНИ В МЕТРОВЛАК „SIEMENS INSPIRO“

Различните спирачки, монтирани на метровлака, изпълняват функциите си при различни условия на движение и покой, като осъществяват различни режими на задействане и управление. Това е продиктувано от една страна от разнообразните условия, при които се използват спирачките, и от друга от необходимостта за повишаване безопасността на движение чрез непрекъснат контрол на движението и състоянието на влака.

Автоматично спиране. Този режим на спиране се ползва при управление от оператора посредством уредите за управление. Средното забавяне при това спиране е $1,2 \text{ m/s}^2$. Спирането се осъществява от електродинамичната спирачка до скорост около 0,3 km/h, като тогава сработва електропневматичната спирачка. В режима действат допълнителните системи за безопасност: защитата срещу повличане, регулаторът на натоварването (брой пътници във влака), системата за регулиране границата на тласъците.

Аварийно спиране. Това спиране се осъществява със задействането на аварийната спирачка, която е изцяло електропневматична. Задейства се чрез разкъсване на контура за безопасност. Контурът за безопасност представлява система, следяща изпълнението на условията за безопасно движение на влака. Реализира най-голямо забавяне – $1,3 \text{ m/s}^2$.

Разкъсването на контура може да бъде осъществено при следните условия:

- Поставяне на главния контролер в позиция аварийно спиране (ЕВ);
- Натискане на бутона, активиращ аварийното спиране;
- Сработване на автостопа;
- Деактивиране на активната кабина за управление на влака по време на движение или в покой на метровлака;
- Изключване или отпадане на системата за ръчно управление (СВТС) по време на движение, в покой, при срив в системата и др. под.;
- Сработване на системата за активно условно спиране (АТР). Причините за това може да бъдат:
 - Активиране на автостопа, монтиран от двете страни отдясно по посока на движението;
 - Разпадане на вече нареден маршрут за движение на влака;

- Задействане на устройството за бдителност на машиниста;
- Раздвояване на влака или загуба на комуникация в многофункционалната шина на возилото (MVB);
- Преминаване на забранителен сигнал;
- Отказ на елемент от пътното оборудване;
- Други откази, водещи до експлоатационни аварии.

При задействане на аварийното спиране също действат всички допълнителни системи за безопасност: защита срещу повличане, регулатор на натоварването (брой пътници във влака), система за регулиране границата на тласъците.

Задържащо спиране. Реализира се от електропневматичната спиращка когато влакът е спрял за кратковременен престой на станция или по друга причина. Служи за осигуряване на возилото от неправомерно или нежелано самопридвижване по време на кратковременния му престой.

Спиране с паркинг спиращката не може да бъде осъществено. Действието ѝ се ограничава в способността да задържа метровлака в покой неограничено време и да не позволява неговото самопридвижване докато не бъдат изпълнени условията за безопасно движение на влака.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Метровлакове „SIEMENS INSPIRO“ представляват подвижен железопътен състав за градско движение. Снабдени са с няколко спиращни системи, осигуряващи необходимото ниво на безопасност при движение и покой на возилото. Всяка от тях действа самостоятелно и може да бъде управлявана от различни уреди за управление, както задействани от оператор, така и активирани автоматично от системата за управление. По време на експлоатация условията за безопасност са подложени на непрекъснат мониторинг и контрол така, че при всяко нарушаване на някое от тях спиращните системи биват задействани по най-подходящия за съответната ситуация начин, независимо дали оперативно или автоматично. Това прави тези метровлакове надеждни, безопасни и екологични в експлоатация, удобни както за обслужващия персонал, така и за превозваните пътници, съобразени със съвременните изисквания за безопасност в транспорта.

ЛИТЕРАТУРА:

- [1]. https://de.wikipedia.org/wiki/Siemens_Inspiro
- [2]. https://bg.wikipedia.org/wiki/Сименс_Инспиро
- [3]. <https://schedules.sofiatraffic.bg/metro/>
- [4]. <https://bg.wikipedia.org/wiki/Siemens-inspiro-neck.jpg>
- [5]. Обучителен материал „Метро София (ML3 RST)“, Описание на влака
- [6]. Обучителен материал „Справочни документи за ползвани абривиатури“
- [7]. Обучителен материал „Общ преглед на влака“
- [8]. Обучителен материал „Оборудване, технически данни, параметри, обозначения“
- [9]. Обучителен материал „Характеристики, обозначения, стойности и пътнически капацитет на влака“
- [10]. Обучителен материал „Спиращни системи на влака“
- [11]. Обучителен материал „Видове спиращки на влака“
- [12]. Обучителен материал „Видове спиращни режими на влака“
- [13]. Обучителен материал „Спиращно оборудване на влака“

- [14]. Обучителен материал „Пневматично оборудване на влака“
- [15]. Обучителен материал „Основни компоненти на блока на спирачното оборудване“
- [16]. Обучителен материал „Спирачна матрица на влака“
- [17]. Обучителен материал „Експлоатационни условия на влака“
- [18]. Обучителен материал „Експлоатационни условия на контура за безопасност на влака“
- [19]. Обучителен материал „Аварийна спирачка на влака“
- [20]. Обучителен материал „Автостоп на влака“

BRAKING SYSTEMS AND MODES IN "SIEMENS INSPIRO" SUBWAY TRAINS

Atanas Dyakov, Vasko Nikolov
atanasdyakov08@abv.bg, varnikolov@vtu.bg

Todor Kableshkov University of Transport
Geo Milev 158 Str., Sofia 1574
BULGARIA

Key words: *Siemens Inspiro, metro train, railway vehicle, rolling stock, brakes, braking systems, braking modes, electropneumatic brake.*

Abstract: *The report presents a brief description of the braking systems with which the Siemens Inspiro SF subway trains are equipped, as well as the braking modes implemented in the train control system. The functions performed by the braking systems, the time and methods of use, their principle of operation, as well as the used submodes are described. The electropneumatic brake system of the train (EPB – Electric Pneumatic Brake) as part of the main brake system of the metro train is described and analyzed.*