

УДК 621.331.3

В. В. БОЖКО, Д. О. ГОРДІЄНКО (ХФ ДНДЦ УЗ)

Харківська філія Державного науково-дослідного центру залізничного транспорту України, вул. Римарська 21-А, Харків, Україна, 61057, тел.: (057) 705-52-83, ел. пошта: bozhko_vv@mail.ru

ОСОБЛИВОСТІ ПРИСКОРЕНОГО РУХУ НА ЕЛЕКТРИФІКОВАНИХ ДІЛЯНКАХ ЗАЛІЗНИЦЬ УКРАЇНИ

Вступ

З впровадженням на території України прискореного руху поїздів із швидкістю до 160 км/год, і використанням нових електропоїздів (ЕП) виробництва Hyundai з'явилися і нові проблеми, які досі не проявлялися на електроухомому складі (ЕРС), що зараз експлуатуються на території України при менших швидкостях руху. Як відомо, важливими факторами при русі ЕП електрифікованими залізницями наряду з електричними параметрами та вимогами до динамічної взаємодії струмоприймача та контактної мережі (КМ) слід враховувати також і геометричне положення контактного проводу (КП) на лижі струмоприймача. При цьому необхідно враховувати, що за будь-яких зовнішніх умов і будь-якої швидкості руху повинен забезпечуватися надійний струмоз'єм при величині струму на лінії постійного струму напругою 3 кВ від 1500 А до 2800 А, а на лінях змінного струму напруги 27 кВ – до 500 А при мінімально можливому зносі контактної проводу і контактних вставок струмоприймача. Також слід враховувати і динамічну взаємодію і струмоприймача ЕП з одного боку, і КМ з іншого, як у вертикальному, так і горизонтальному напрямку оскільки вони є коливальними системами.

Таким чином, для вирішення питання раціонального використання нових ЕП електрифікованими залізницями України зробимо аналіз існуючої контактної мережі, нових струмоприймачів, та порівняємо з тими, що вже експлуатуються на швидкісних магістралях інших країн, та надамо рекомендації.

Положення КП відносно полоза струмоприймача ЕП

Відомо, що струмоприймач за умовами експлуатації може зміщуватися в поперечному напрямі по відношенню до колії в певних межах. Що стосується КП, то вони на прямих ділянках колії розташовуються зигзагоподібно щодо осі струмоприймача із чергуванням напрямку зигзага біля суміжних опор рис. 1, при цьому найбільший зигзаг КП від осі струмоприймача біля

опор із урахуванням горизонтальних та вертикальних переміщень фіксатора не повинен перевищувати 400 мм на прямих ділянках та 500 мм на кривих ділянках [1].

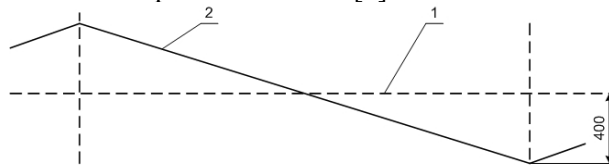


Рис. 1. Відхилення контактної проводу від осі струмоприймача: 1 – вісь колії; 2 – контактний провід

За новою інструкцією [2] 300 мм на прямих ділянках та 400 мм на кривих ділянках. Також слід пам'ятати, що в середині прольоту залежно від його довжини і радіусу кривої з'являється певне відхилення КП від осі колії вже всередину кривої. На додаток до цих відхилень від осі колії, що має місце в початковому розрахунковому положенні, слід враховувати також і відхилення під впливом вітру, що в основному залежить від сили натягу КП і троса, а також величини прольоту контактної підвіски.

Зробивши аналіз перших місяців експлуатації швидкісних ЕП електрифікованими залізницями України, було виявлено пошкодження не робочих частин струмоприймачів через схід КП з їх робочої частини рис. 2.

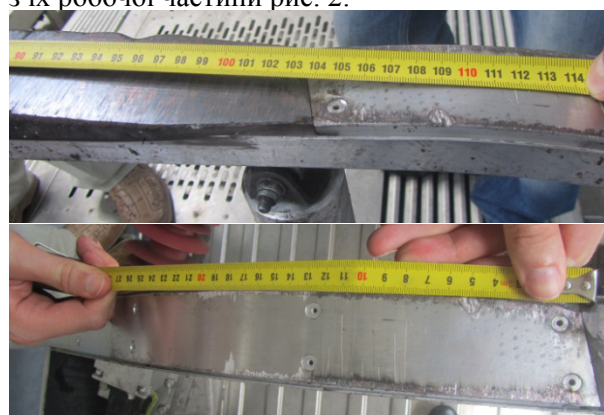


Рис. 2. Лижа струмоприймача електровоза Hyundai

Таким чином ЕП з точки зору геометричної взаємодії в системі струмоприймач-КМ слід допускати до експлуатації на залізницях України, якщо в конструкції КМ дотримані граничні

максимальні бічні зміщення КП для уникнення сходу КП з полоза струмоприймача.

Для забезпечення нормальної взаємодії струмоприймача швидкісного ЕП з КМ, для КМ і ЕП необхідно щоб:

- зміщення КП в бік по відношенню до осі колії в прямих не перевищувало 300 мм, а кривих 400 мм (у тому числі і при поривах вітру);
- зміщення струмоприймача в бік відносно осі колії в прямих з урахуванням можливих відхилень колії не перевищувало 200 мм незалежно від швидкості руху.

Так як ЕП з усіма існуючими струмоприймачами схильні до бічного нахилу при проходженні кривих ділянок колії, то для таких ділянок має бути визначено допустиме положення КП по відношенню до струмоприймача. Отже,

в кривих допустиме бічне зміщення КП відносно осі шляху має бути ще більш обмежене з урахуванням особливостей пневматичної підвіски нових ЕП при русі в кривих.

Параметри контактної мережі

Експлуатація ЕП Hyundai при використанні трьох піднятих струмоприймачів на ЕП відображає те, що КП схильний до проявлення вертикальних коливань (галопування). Таким чином, для нормальної взаємодії струмоприймача і КП у вертикальній площині окрім кількості одночасно піднятих струмоприймачів також велике значення мають і конструктивні параметри КМ. Деякі параметри існуючих ліній приведені в табл. 1.

Таблиця 1

Порівняння контактних мереж для швидкості 160-200 км/год

	України	Германія	Росія*
Стандартна висота контактного проводу над РГР (160-200 км/год), м	6	5,3	6
Максимальна висота над РГР, м	6,8	5,3	6,03
Мінімальна висота над РГР, м	5,75	5,2	5,97
з дозволу на пост струмі, м	5,55		5,55
з дозволу на змінному струмі, м	5,675		5,675
на переїздах, м	6		
Зигзаг контактного проводу, мм	400	300	300
Марка контактного проводу	2МФ120	RiS120	БрФ-120
сила натягу, кН	12	15	20
Марка несучого тросу	M120	Bz II 70	БрФ-120
сила натягу, кН	18	15	18
Довжина прольоту, не більше, м	65	65	65

Примітка: * перепад висоти КП від УГР між сусідніми опорами ± 30 мм.

При русі потягу струмоприймач додатково піднімає КП, тому слід враховувати те, що висота підйому в середині прольоту завдовжки 80 м може досягати 200 мм. Значення максимальної висоти підвішування КП відноситься тільки до його положення в спокійному стані.

Оптимальна взаємодія струмоприймача і КМ на електрифікованих залізницях України забезпечується при висоті КП від 5,75 до 6,8 м над РГР, однак при організації прискореного і швидкісного руху ЕП слід реалізувати робочу висоту КП від РГР на рівні 6 м ± 30 мм.

Іншою важливою для оцінки струмоприймачів характеристикою є величина віджимання КП при проході струмоприймача. Для досягнення хорошого контакту вона має бути обмежена. При низькій і середній швидкості руху віджимання визначається в основному пружністю КМ і середньою силою притиснення струмоприймача до КП. А при швидкості руху ЕП вище 120 км/год до квазістатичного підйому додається ще і динамічний, доля якого помітно зростає з

підвищенням швидкості і залежить від динамічних характеристик КМ. Віджимання КП під фіксатором для нормальної роботи струмоприймача на швидкостях більше 120 км/год не повинне перевищувати 250 мм [1].

Вимоги до струмоприймачів для швидкісних ЕП, що експлуатуються на залізницях України

Струмознімання на електрифікованих залізницях України при швидкостях руху 160 км/год повинно забезпечуватися ЕП безперервно і надійно для живлення електроенергією бортових систем тяги, гальмування та допоміжних споживачів через контакт струмоприймача. В свою чергу струмоприймач, що змонтовано на ЕП при русі випробовує вертикальні, поперечні прискорення і, крім того, маючи певну масу і інерцію своєї конструкції, не може швидко реагувати на зміну висоти КП. Однак, як відомо, за рахунок автоматичної зміни тиску повітря в пневматичній ресорі за допомогою мікропроце-

сорної системи управління і контролю, можливо забезпечувати регулювання зусилля дії полоза струмоприймача на КП залежно від швидкості руху, напрямку руху відносно струмоприймача («вперед» або «назад»), розташування струмоприймача у складі ЕП (у разі струмознімання декількома струмоприймачами, особливо коли потяг складається з декількох секцій), а також механічних характеристик контактної підвіски і т. п. Таким чином, що стосується регулювання натиску струмоприймача на КП, то тут слід досконально вивчити систему регулювання і вміло нею користуватися.

В якості матеріалу контактних накладок рекомендується використовувати твердий графіт, але тут з'являються труднощі при експлуатації на одних і тих же КМ ЕРС з мідними та графітними вставками [4]. Зазначимо, що вибір матеріалу контактних накладок спрямовано на те, щоб місце їх притискання до КП не піддавалося підвищеному нагріву як при русі з максимальним струмом навантаження, так і на стоянці, коли через струмоприймач подається напруга на перетворювач, що живить допоміжні пристрої. Каретка струмоприймача швидкісного ЕП повинна мати чотири ступені свободи, а саме рухатися вперед назад по напрямку руху потягу і вправо і ліво, що не реалізовано на нових ЕП Hyundai. Щоб звести до мінімуму ушкодження контактної мережі пошкодженими струмоприймачами, останні треба оснащувати автоматичними приладами опускання, які спрацьовують при ушкодженні однієї з вставок, опускаючи лизу мінімум на 150 мм впродовж 1 с. Через 1,5 с струмоприймач повинен досягти вже нижнього положення.

Діагностика струмоприймачів

На сьогоднішній день технічний стан струмоприймачів ЕП визначають декількома способами:

1. Вручну з використанням сертифікованого динамометра і звичайної лінійки (найбільш загальний випадок);

2. На стаціонарному діагностичному стенді з сервомеханізмами і спеціалізованими вимірювальними приладами (метод, що вимагає істотних витрат часу і коштів);

3. На спеціально обладнаній контрольній ділянці КМ з контактними підвісками різних типів та вимірювальною апаратурою. Такі ділянки організовують при виїзді (в'їзді) з депо та на міжпідстанційних ділянках для вимірювання характеристик струмоприймачів на швидкості.

Тільки підтвердження того, що всі норми дотримані, надає право на отримання дозволу для ЕП із струмоприймачами різного типу, що ви-

пробувалися, експлуатуватися на мережі електрифікованих залізниць та виходити в рейс.

Вибір габариту для лизі струмоприймача ЕП при роботі під КМ залізниць України

Згідно з [1,2] габарит полоза струмоприймача рухомого складу з урахуванням горизонтальних і вертикальних зміщень, допусків на колію і мінімальних відстаней до частин, що знаходяться під напругою, не повинен виходити за встановлену граничну лінію, в межах якої знаходиться і контактна підвіска.

Таким чином необхідно враховувати:

- коливання струмоприймача;
- виліт струмоприймача при русі в кривих;
- зміщення струмоприймача через боковий нахил потягу, що виникає при русі або зупинці електровоза в кривій;
- зміщення через відхилення положення колії.

Виходячи з вище сказаного та проаналізувавши струмоприймачі, що використовуються на електропоїздах HRCS2 рис. 2, можна зазначити, так як при врахуванні дії вітру на контактний провід він може зміщуватися на 500 мм а також при врахуванні того, що при нахилі потягу, струмоприймач може зміщуватися від осі ще на 200 мм, то загальна робоча частина струмоприймача (накладка) повинна сягати для залізниць України 1400÷1500 мм. Однак, для визначення оптимальних розмірів струмоприймача, слід провести додаткові дослідження та розрахунки з врахуванням коефіцієнту нахилу потягу HRCS2, робочої висоти струмоприймача, радіусів кривих, підвищення рейок та ін.

Наприклад експерименти, що торкалися положення контактного проводу залежно від радіусу кривої і швидкості вітру для струмоприймача завдовжки 1950 мм, що використовуються в Німеччині були визначені умови безпеки від сходу полоза з контактного проводу (корисна довжина лизі), з яких визначено допустиме бічне відхилення контактного проводу в середині полоза між точками перелому при вітровій дії, що відбито в нормах DBAG, які діють сьогодні. При цьому виходили з половини корисної довжини струмоприймача (750 мм), її можна використати в якості критерію безпеки від сходу при коливаннях струмоприймача і відхиленнях в положенні контактного проводу [3] рис. 3.

Також зазначимо те, що на струмоприймачі з економічної точки зору, раціональним було б використання на лизі набірних графітових вставок, аналогічних з графітними вставками існуючих струмоприймачів, але з удосконаленими і покращеними характеристиками.

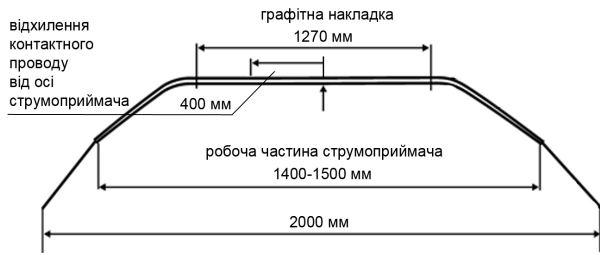


Рис. 3. Розмір робочої частини струмоприймача

Висновки

Для ефективного використання пасажирських поїздів зі швидкостями руху 160 км/год і більше необхідно:

1. Контактну підвіску привести до вимог до прискореного руху з витриманням зазначених зигзагів та натягу КП.

2. Використовувати лижі струмоприймачів, які мають властивість нахилу вперед-назад та ліворуч і праворуч.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Правила улаштування та технічного обслуговування контактної мережі електрифікованих залізниць / 2008 р.
2. Інструкція з організації прискореного руху пасажирських поїздів на залізницях України щодо вимог інфраструктури та рухомого складу / 2012р.
3. Условия допуска электроподвижного состава на сеть железных дорог Германии, ЖДМ №2, 2001.
4. Графит высокой плотности для контактных вставок токоприемников / ЖДМ 2011, №7, С 44-51.

Надійшла до друку 01.12.2012.

Ключові слова: прискорений рух, контактна мережа, струмоприймач, полоз, габарит

Статтю рекомендовано до друку д.т.н., професором Г. К. Гетьманом

У статті розглянуто особливості взаємодії струмоприймачів електропоїздів і контактної мережі на ділянках з прискореним рухом поїздів. Так як проблема живлення електропоїздів на високій швидкості досить складна, оскільки необхідно підтримувати постійний контакт між двома гнучкими системами (струмоприймачем і контактним проводом) з дуже різними характеристиками, а також забезпечувати зниження зносу поверхонь тертя і обмежувати їх переміщення, то дану проблему слід вирішувати, використовуючи комплексний підхід і розглядаючи систему «контактна мережа – струмоприймач» як єдине ціле. Отже, в статті проводиться аналіз особливостей конструкції полозу струмоприймача електропоїздів виробництва компанії Hyundai. Розглянуто особливості роботи струмоприймачів по умовам струмознімання, так і з точки зору динамічної взаємодії з контактною мережею.

Проведено аналіз геометричних параметрів полозів струмоприймачів електропоїздів HRCS2, а також параметри контактної мережі в Україні, Росії та Німеччині для швидкостей руху 160-200 км/год.

Визначено оптимальне положення струмоприймача відносно контактної пров'язки, необхідні параметри контактної мережі і струмоприймачів електропоїздів для забезпечення струмознімання при швидкостях руху до 160 км/год.

3. Використовувати струмоприймачі, які обладнані пристроями автоматичного опускання в разі пошкодження накладки та мають регулювання тиску на КП при переході з ділянок, що електрифіковані на постійному струмі на змінний.

4. Натиснення струмоприймача на КП не повинен перевищувати рекомендованих показників.

Проблема живлення ЕП на швидкості досить складна, оскільки необхідно підтримувати постійний контакт між двома гнучкими системами (струмоприймачем і контактним проводом) з дуже різними характеристиками, а також забезпечувати зниження зносу поверхонь тертя і обмежувати їх переміщення. Отже, вирішувати цю проблему слід, використовуючи комплексний підхід і розглядаючи систему «контактна мережа – струмоприймач» як єдине ціле.

REFERENCES

1. Pravila ulashtuvannja ta tehničnogo obslugovuvannja kontaktnoi merezhi elektrifikovanih zaliznic' [Rules of arranging and technical maintenance of pin network of the electrified railways.]. – 2008.
2. Instrukcija z organizacii priskorenogo ruhu pasazhirs'kih poizdiv na zaliznicjah Ukraini shhodo vimogo infrastrukturi ta ruhomogo skladu [Instruction from organization of speed-up motion of passenger-trains on the railways of Ukraine relatively vimogo infrastructure and rolling stock]. – 2012.
3. Uslovija dopuska elektropodvizhnogo sostava na set' zheleznyh dorog Germanii [Terms of admittance of electro-mobile composition on the trackage of Germany]. ZhDM, no. 2, 2001.
4. Grafit vysokoj plotnosti dlja kontaktnyh vstavok tokopriemnikov [Graphite of high-density for the pin insertions of pantograph]. ZhDM, 2011, no. 7, pp. 44-51.

УДК 621.331.3

В. В. БОЖКО, Д. О. ГОРДИЕНКО (ХФ ГНИЦ УЗ)

Харьковский филиал Государственного научно-исследовательского центра железнодорожного транспорта Украины, ул. Рымарская 21-А, Харьков, Украина, 61057, тел.: (057) 705-52-83, эл. почта: bozhko_vv@mail.ru

ОСОБЕННОСТИ УСКОРЕННОГО ДВИЖЕНИЯ НА ЭЛЕКТРИФИЦИРОВАННЫХ УЧАСТКАХ ЖЕЛЕЗНЫХ ДОРОГ УКРАИНЫ

В статье рассмотрены особенности взаимодействия токоприемников электропоездов и контактной сети на участках с ускоренным движением поездов. Поскольку проблема питания электропоездов на высокой скорости достаточно сложная, так как, необходимо поддерживать постоянный контакт между двумя гибкими системами (токоприемником и контактным проводом) с очень разными характеристиками, а также обеспечивать снижение износа поверхностей трения и ограничивать их перемещение, то данную проблему следует решать, используя комплексный подход и рассматривая систему «контактная сеть - токоприемник» как единое целое. Итак, в статье проводится анализ особенностей конструкции ползьев токоприемника электропоездов производства компании Hyundai. Рассмотрены особенности работы токоприемников по условиям токосъема, так и с точки зрения динамического взаимодействия с контактной сетью. Проведен анализ геометрических параметров ползьев токоприемников электропоездов HRCS2, а также параметры контактной сети в Украине, России и Германии для скоростей движения 160-200 км / час. Определено оптимальное положение токоприемника относительно контактного провода, необходимые параметры контактной сети и токоприемников электропоездов для обеспечения токосъема при скоростях движения до 160 км / час.

Ключевые слова: ускоренное движение, контактная сеть, токоприемник, полоз, габарит.

Статью рекомендовано к печати д.т.н, профессором *Г. К. Гетьманом*

UDC 621.331.3

V. V. BOZHKO, D. O. GORDIENKO (KB NRC UZ)

Kharkov Branch of the National Research Centre for Railway Transport of Ukraine, 21-A Rymarska Street, Kharkov, Ukraine, 61057, tel.: (057) 705-52-83, e-mail: bozhko_vv@mail.ru

FEATURES OF ACCELERATED MOVEMENT ON ELECTRIFIED RAILWAYS IN UKRAINE

In the article the features of the interaction of electric current collectors and contact network in areas with rapid movement of trains. Since the problem of electric power at high speed is quite complicated because of the need to maintain constant contact between the two flexible systems (pantograph and contact wire) with very different characteristics, as well as provide reduced wear on the friction surfaces and restrict their movement, then the problem should be solved by using comprehensive approach and considering a system of "contact network - trolley" as a whole. Thus, the article analyzes the design features runners trolley trains manufactured by Hyundai. Peculiarities of the current collectors in terms of current collection, and from the point of view of dynamic interaction with the contact network.

The analysis of the geometrical parameters runners electric current collectors HRCS2, and options contact network in Ukraine, Russia and Germany for speeds of 160-200 km/h.

The optimal position relative trolley contact wire, the options you contact network and electric current collectors for current collection at speeds till 160 km/h.

Keywords: high-speed traffic, contact line, pantograph, runner, overall dimensions.

Prof. *G. K. Getman*, D. Sc. (Tech.) recommended this article to be published.