

2. Горбачов П. Ф. Концепція формування систем маршрутного пасажирського транспорту в містах: Дис. ... д-ра техн. наук : 05.22.01 / Петро Федорович Горбачов. – Х., 2009. – 370 с.

3. Ембулаев В. Н. Метод расчетного определения элементов матрицы корреспонденций о пассажиропотоках / В. Н. Ембулаев // Моделирование процессов управления транспортными системами. – Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1977. – С. 32-34.

4. Бронштейн И. Н. Справочник по математике для инженеров и учащихся ВТУЗов / И. Н. Бронштейн, К. А. Семендяев. – [13-е изд., исправл.]. – М.: Наука, Гл. ред. Физ.-мат. лит., 1986. – 544 с.

*Отримано 28.01.2013*

УДК 629.423.33

А.В.ПАВШЕНКО, канд. техн. наук

*Українська державна академія залізничного транспорту, м.Харків*

### **ОЦІНЮВАННЯ МОЖЛИВОСТІ ВИКОРИСТАННЯ РІЗНИХ КОНСТРУКЦІЙ СТРУМОПРИЙМАЧІВ ПРИ ПІДВИЩЕНИХ ШВИДКОСТЯХ РУХУ ЕЛЕКТРОТЯГОВОГО РУХОМОГО СКЛАДУ**

Обґрунтовано актуальність проведення динамічних досліджень з визначення максимальних швидкостей руху електротягового рухомого складу за умов забезпечення якісного струмознімання. Представлено результати математичного моделювання динамічної взаємодії струмознімальних пристроїв відомих конструкцій з контактним проводом при різних швидкостях руху електротягового рухомого складу. Показано результати, які підтвердили доцільність використання нової конструкції струмознімального пристрою для рухомого складу нового покоління.

Обоснована актуальність проведення динамических исследований по определению максимальных скоростей движения электротягового подвижного состава по условиям обеспечения качественного токосъема. Представлены результаты математического моделирования динамического взаимодействия токосъемных устройств известных конструкций с контактными проводами при различных скоростях движения электротягового подвижного состава. Показаны результаты, которые подтвердили целесообразность использования новой конструкции токосъемного устройства для подвижного состава нового поколения.

Actuality of conducting of dynamic researches is grounded on determination of high speeds of motion of elektrotiyagovogo rolling stock on the terms of providing of high-quality current collection. The results of mathematical design of dynamic co-operation of currentremoval device of the known constructions are represented with a contact wire at the different rates of movement of elektrotiyagovogo rolling stock. Results which confirmed to expedience the uses of new construction of currentremoval device for mobile composition of new generation are shown.

*Ключові слова:* електротяговий рухомий склад, струмознімальний пристрій, швидкість, контактне натискання.

Сучасний стан електротягового рухомого складу (ЕТРС) залізниць України потребує вирішення комплексу науково-практичних задач його відновлення, утримання та ремонту. Досвід експлуатації сучасних електровозів та електропоїздів за умов підвищення швидкостей руху показує, що однією з найбільш складних задач є забезпечення безперервного якісного постачання електроенергією вузлів та агрегатів ЕТРС. При

цьому важлива роль відводиться забезпеченню потрібних характеристик функціонування струмозмінальних пристроїв (СЗП).

Експлуатаційна надійність елементів СЗП визначається багатьма факторами, до яких відносяться: матеріал контактних елементів СЗП; струму, що протікає через контакт ковзання між полозом СЗП та дротом; швидкість руху ЕТРС; значення і характер зміни натискання в контакті та ін. До того ж характер зміни контактного натискання  $F_k$  суттєво впливає на нерівномірність зносу контактних елементів СЗП та дроту. Це визначає необхідність забезпечення потрібних величин контактних натискань у встановлених межах (для кожного СЗП різні), за умов не допускання пережимів (обумовлює підвищений механічний знос), та недожимів (інтенсифікує підвищений електричний знос).

Разом з тим в науково-технічній літературі [1] визначення величин контактних натискань при різних швидкостях руху ЕТРС не знайшли достатнього висвітлення.

*Метою статті є* визначення максимальних значень швидкостей руху сучасного ЕТРС задіяного в швидкісному русі за умов забезпечення якісного струмозмінення. Для проведення досліджень використовується розроблена математична модель яка базується на відомих підходах для визначення резонансних контактних натискань [2], доповненням відповідних до швидкостей руху та робочої висоти СЗП розрахункових значень аеродинамічної сили та приведеної до верхнього шарніру значення сил тертя усіх шарнірів механічної системи СЗП [1-3].

Найбільшого поширення на ЕТРС підвищеної швидкості отримали СЗП типу ТЛ-13У, П-1Б та 17-РР. При проведенні досліджень СЗП типу ТЛ-13У використовувались наведені нижче початкові дані:

- сила статичного натискання рухомих рам СЗП з урахуванням їх вагової характеристики  $F_p = 75 \text{ Н}$ ;
- зведена маса полоза СЗП  $m_n = 15,7 \text{ кг}$ ;
- зведена маса рухомих рам механічної системи СЗП  $m_p = 17,8 \text{ кг}$ ;
- зведена жорсткість пружин каретки  $c_k = 2582 \text{ Н/м}$ ;
- відстань між двома опорами контактної мережі  $L = 70 \text{ м}$ ;
- провис контактного дроту  $y_{max} = 0,1 \text{ м}$ ;
- урахована швидкість вітру при визначенні аеродинамічних підйомних сил  $F_{an}$  і  $F_{ap} = 5 \text{ м/с}$ ;
- діапазон зміни контактного натискання за умов мінімального зносу контактного дроту, контактних вставок полозу і забезпечення міцності з'єднань становить  $F_k = 60 \dots 90 \text{ Н}$ ;
- максимальне значення тертя приведенного до верхнього шарніру  $F_{mp} = 10 \text{ Н}$ .

Дослідження проводились для інтервалу швидкостей руху 20...200 км/год при різних робочих висотах підйому СЗП. Отримані результати дозволили проаналізувати змінність величини контактної натискання при визначених швидкостях руху ЕТРС на ділянці між двома опорами контактної мережі. Для прикладу на рис. 1 показано графік зміни контактної натискання при швидкості  $v_d=120$  км/год і робочій висоті  $H=1150$  мм.

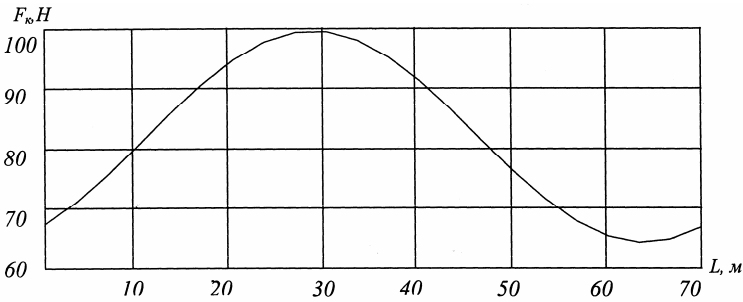


Рис. 1 – Змінність контактної натискання СЗП типу ТЛ-13У при швидкості руху ЕТРС  $v=120$  км/год при  $H=1150$  мм

Отримані результати розрахунків дозволили побудувати представлені на рис. 2 графіки зміни мінімальних  $F_{kmin}$  і максимальних  $F_{kmax}$  контактних натискань залежно від швидкості ЕТРС при різних робочих висотах СЗП.

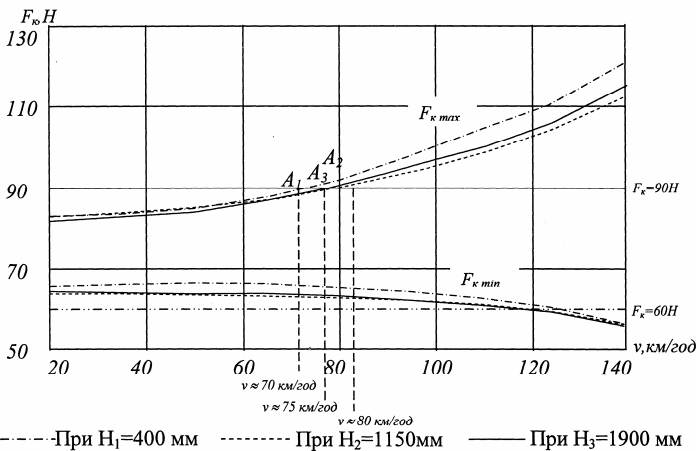


Рис. 2 – Змінність контактної натискання СЗП типу ТЛ-13У залежно від швидкості електропідвищення при різних робочих висотах

Видно, що для СЗП типу ТЛ-13У умови задовільного струмознімання порушуються при досягненні електропоїздом швидкості  $v \approx 70$  км/год, якій відповідає точка  $A_1$  перетинання кривої  $F_{k\max} = f(v)$  з обмежувальною ізолінією  $F_k = 90H$ .

Аналогічні розрахункові дослідження були проведені для СЗП типів П-1Б, який використовується на електропоїздах ЕР1, ЕР2 та інш. і 17РР, який встановлюється на електровози ЧС2 та ЧС7.

В якості вихідних даних урахувались:

- для СЗП типу П-1Б:  $F_p = 90 H$ ;  $m_n = 10,8$  кг;  $m_p = 22$  кг;  $c_k = 2582$  Н/м;  $L = 70$  м;  $y_{\max} = 0,1$  м;  $V_e = 5$  м/с;  $F_{mp} = 15$  Н;  $F_k = 70 \dots 110$  Н;

- для СЗП типу 17РР:  $F_p = 100$  Н;  $m_n = 15,9$  кг;  $m_p = 27,1$  кг;  $c_k = 2280$  Н/м;  $L = 70$  м;  $y_{\max} = 0,1$  м;  $V_e = 5$  м/с;  $F_{mp} = 15$  Н;  $F_k = 80 \dots 120$  Н.

Результати розрахункових досліджень дозволили побудувати представлені на рис. 3,4 графіки зміни мінімальних  $F_{k\min}$  і максимальних  $F_{k\max}$  контактних натискань залежно від швидкості ЕТРС при різних робочих висотах СЗП.

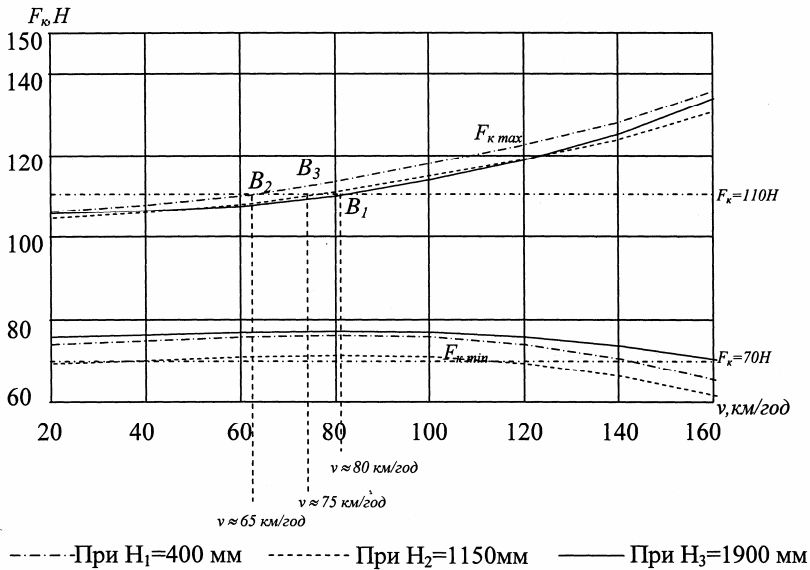


Рис. 3 – Змінність контактних натискань СЗП типу П-1Б від швидкості електропоїзда при різних робочих висотах підйому

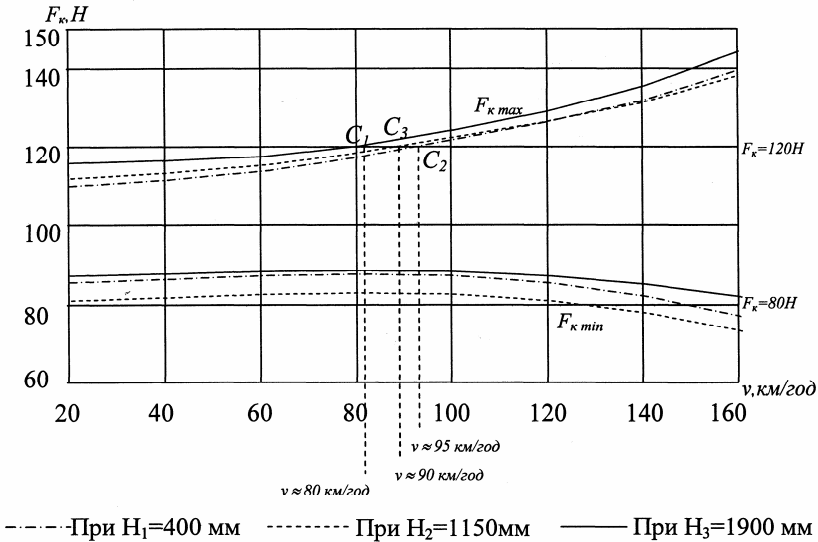


Рис. 4 – Змінність контактного натискання СЗП типу 17-РР від швидкості електропоїзду при різних робочих висотах підйому

Видно, що для СЗП типу П-1Б умови задовільного струмознімання порушуються при досягненні електровозом швидкості  $v \approx 65$  км/год, якій відповідає точка  $B_2$  перетинання кривої  $F_{k \max} = f(v)$  з обмежувальною ізолінією  $F_k = 110$  Н, а для СЗП типу 17-РР –  $v \approx 80$  км/год, якій відповідає точка  $C_1$  перетинання кривої  $F_{k \max} = f(v)$  з обмежувальною ізолінією  $F_k = 120$  Н.

З метою обґрунтування напрямків поліпшення експлуатаційних показників СЗП для моторвагонного рухомого складу інвентарного парку Укрзалізниці, були проведені аналогічні дослідження при варіюванні основними параметрами відповідної динамічної моделі [3]. Нижче представлено результати розрахунків динаміки нового («гіпотетичного») СЗП, конструкція якого відповідала таким початковим даним:  $F_p = 100$  Н;  $m_n = 15,9$  кг;  $m_p = 10$  кг;  $c_k = 2280$  Н/м;  $L = 70$  м;  $y_{\max} = 0,1$  м;  $V_s = 5$  м/с;  $F_{mp} = 5$ ;  $F_k = 80 \dots 120$  Н.

При цьому вважалось, що новий за конструкцією модуль рухомих рам, при якому забезпечується величина зведеної маси  $m_p = 10$  кг, доцільно поєднувати з пневмопружинним модулем СЗП типу 17РР. Це забезпечує створення потрібної величини статичного натискання  $F_p = 100$  Н.

Отримані результати розрахунків дозволили побудувати представлені на рис.5 графіки зміни мінімальних  $F_{v\min}$  і максимальних  $F_{v\max}$  контактних натискань залежно від швидкості ЕТРС.

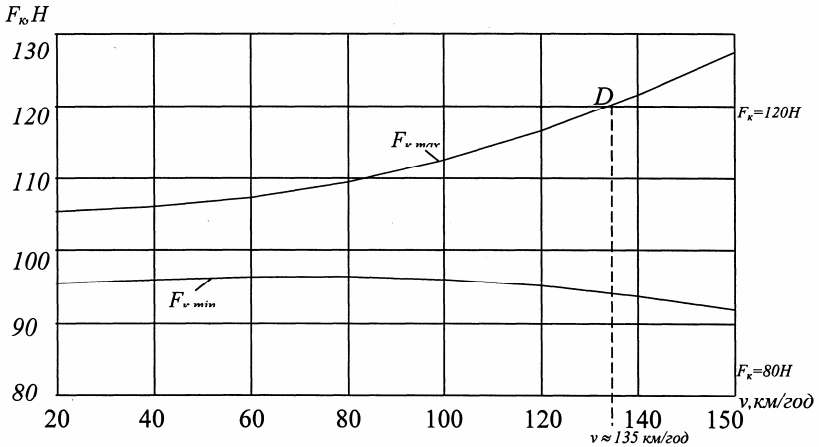


Рис. 5 – Змінність контактного натискання нового СЗП залежно від швидкості електропоїзду при висоті  $H=1900 \text{ мм}$

З графіка видно, що для СЗП нового типу умови задовільного струмознімання порушуються лише при досягненні електровозом швидкості  $v \approx 135 \text{ км/год}$ , якій відповідає точка D перетинання кривої  $F_{v\max}=f(v)$  з обмежувальною ізолінією  $F_k=120H$ .

Таким чином, встановлені граничні значення підвищення швидкості ЕТРС, для яких виконується умова якісного струмознімання. Це необхідно враховувати при організації швидкісного руху з використанням існуючих СЗП. Одним з перспективних шляхів забезпечення умов задовільного струмознімання в експлуатації ЕТРС підвищеної швидкості є використання нових конструкцій СЗП, що відзначаються зменшеною зведеною масою модуля рухомих рам  $m_p$  та меншою максимальною силою тертя, приведеною до верхнього шарніру  $F_{mp}$ . Цим умовам задовольняє розроблена в УкрДАЗТ нова рамно-трапецеїдальна конструкція СЗП [4,5].

1.Беляев И.А. Взаимодействие токоприемников контактной сети [Текст] / И.А. Беляев, В.А. Вологин. – М.: Транспорт, 1983. – 191 с.

2.Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы [Текст] / Л.Н. Решетов – М.: Машиностроение, 1991. – 288 с.

3.Павшенко А.В. Уточнена методика розрахунку контактних натискань струмознімальних пристроїв електротягового рухомого складу [Текст] / А.В. Павшенко// 36. наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – №. 88. – С. 140-148.

4. Мороз В.І. Нова рамно-трапецеїдальна конструкція струмознімального пристрою для швидкісного електротягового рухомого складу [Текст] / В.І. Мороз, О.В. Братченко, А.В. Павшенко // Зб. Наук. праць. – Харків: УкрДАЗТ, 2008. – №. 96. – С. 24-30.

5. Патент 85140 Україна, МПК В 60 L 5/00, В 60L 5/18. Струмознімальний пристрій [Текст] / Мороз В.І., Братченко О.В., Павшенко А.В.; власник Українська державна академія залізничного транспорту. – № а200706728; заявл. 15.06.2007; опубл. 25.12.2008, Бюл. №24.

*Отримано 17.01.2013*

УДК 621.333

В.Х.ДАЛЕКА, д-р техн. наук, В.М.ШАВКУН

*Харківська національна академія міського господарства*

### **ВПЛИВ ПАРАМЕТРІВ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТЯГОВИХ ЕЛЕКТРОДВИГУНІВ НА БЕЗПЕКУ ПЕРЕВЕЗЕННЯ ПАСАЖИРІВ**

Розглядаються питання забезпечення відповідного рівня електробезпеки за рахунок контролю технічного стану ізоляції тягових електродвигунів.

Рассматриваются вопросы обеспечения соответствующего уровня электробезопасности за счет контроля технического состояния изоляции тяговых электродвигателей.

The questions provide an adequate level of electrical safety by monitoring the technical condition of isolation traction electric engine.

*Ключові слова:* тролейбус, електричний двигун, ізоляція, електробезпека, надійність, параметри, технічний стан.

Тролейбусний транспорт наряду з суттєвими перевагами має і ряд недоліків. В першу чергу це відноситься до необхідності вирішення питань електробезпеки, оскільки при порушенні ізоляції високовольтного електрообладнання можливе ураження пасажирів електричним струмом. Тому в процесі експлуатації тролейбусів постійно проводиться контроль технічного стану ізоляції високовольтних кіл. Із високовольтного електрообладнання найменш захищеними від впливу погодних умов є тягові електродвигуни, оскільки вони розміщені під полом. При підвищеній вологості повітря або при випаданні роси внаслідок зміни температур електродвигуна можливо зменшення електричного опору ізоляції та поява потенціалу на кузові тролейбуса відносно дорожнього покриття. Оскільки тяговий електродвигун задіяний і у режимах гальмування, то збій у його роботі має пряме відношення до безпеки руху. Тому питання контролю технічного стану тягових електродвигунів з точки зору забезпечення відповідного рівня електробезпеки та режимів гальмування є актуальним [1].

Матеріали досліджень та досвід експлуатації тролейбусів свідчать, що на даний час відсутній ефективний автоматичний контроль стану ізоляції, зокрема в процесі експлуатації, який дасть змогу значно підви-