

А. В. Батіг
старший науковий співробітник

А. Я. Кузишин
науковий співробітник

*Львівський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

ДОСЛІДЖЕННЯ ВЕЛИЧИНИ РАМНОЇ СИЛИ, ЯКА ДІЄ НА КОЛІСНІ ПАРИ ЕЛЕКТРОВОЗІВ ПРИ ВИКОНАННІ СУДОВИХ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНИХ ЕКСПЕРТИЗ

Стаття присвячена визначенню рамної сили, яка діє на колісні пари візків електровозів зі сторони його секції. Встановлено основні параметри, які мають вплив на її величину. Побудовані залежності рамної сили від часу руху електровоза по відповідній кривій.

Ключові слова: рамна сила, колісні пари, електровози, залізнично-транспортна, експертиза.

Взаємодія колії та рухомого складу залізниць є однією з найважливіших проблем залізничного транспорту [1-3]. При русі локомотивів в кривих ділянках залізничної колії виникають поперечні горизонтальні сили, які приводять до притиснення гребеня колісної пари до головки рейки. Поєднання даних сил із розвантаженням колісної пари може призвести до вкочування колеса колісної пари локомотива на головку рейки.

При дослідженні випадків сходу рухомого складу з рейок у судовій залізнично-транспортній експертизі одним з найважливіших параметрів силової взаємодії колеса з рейкою є рамна сила. Дана сила діє у горизонтальній площині, яка перпендикулярна осі рейкової колії.

Для встановлення значення рамної сили слід враховувати особливості конструкції локомотива і спосіб з'єднання його кузова із візком.

Крім цього слід встановити:

1. сили, які діють на візок зі сторони кузова секції локомотива;
2. активні сили і сили інерції локомотивного візка;
3. сили, які діють на локомотивний візок зі сторони рейкової колії;
4. розрахункову схему візка, яку використовуватимемо для визначення рамної сили на колісну пару.

На прикладі електровоза ВЛ80, який широко експлуатується на залізницях України, виконаємо розрахунки рамної сили, яка діє на його колісні пари.

Двовісний візок електровоза ВЛ80, що експлуатується на залізницях України, має жорстку раму [4]. Кузов секції електровоза опирається на рами візків через коліскове підвішування, а поздовжній зв'язок кузова з рамою візка здійснюється через кульову опору. Цим забезпечується можливість реалізації малих зміщень рами візка відносно кузова в площині, яка паралельна площині рейкової колії. Іншими словами, можливість поперечного зміщення і повороту центру мас рами відносно осі колії.

У свою чергу колісні пари візка сполучені з рамою пружними шарнірно-повідковими зв'язками. Дані зв'язки дозволяють поздовжнім осям колісних пар здійснювати незалежні один від одного малі поступальні переміщення і незначні повороти відносно рами візка в площині, яка паралельна площині рейкової колії.

Для знаходження рамної сили, яка діє на вісь колісної пари у кривій ділянці колії скористаємось розрахунковою схемою двох колісно-моторних блоків візка електровоза ВЛ80 (рис. 1).

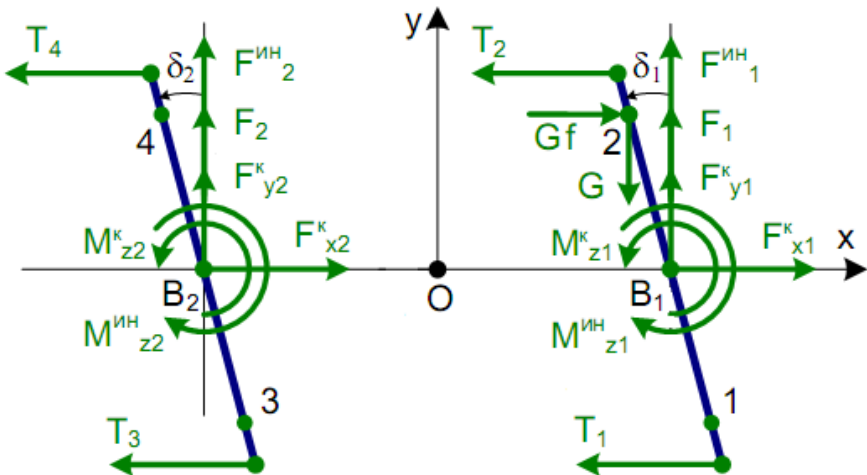


Рис. 1. Розрахункова схема двох КМБ візка

Використовуючи рис.1, складемо систему рівнянь кінетостатики для передньої колісної пари візка. Дана система буде мати вигляд:

$$\sum F_x = 0$$

$$F_{x1}^k + Gf - (T_1 + T_2) = 0$$

$$\sum F_y = 0$$

$$\sum M_{B_1} = 0$$
(1)

де F_{p1} – рамна сила, яка діє на першу колісну пару; T_1 і T_2 – поздовжні сили в шарнірно-повідкових зв'язках; s_6 – половина відстані між центрами букс однієї колісної пари.

Із другого рівняння системи (1) визначимо рамну силу:

$$F_{p1} = G - F_{y1}^k - F_1^{ин} \quad (2)$$

де G – сила притиснення гребня колеса до головки рейки; F_{y1}^k – головний вектор сил крипа візка; $F_1^{ин}$ – головний вектор активних сил та сил інерції візка.

Знаходження рамної сили для другої колісної пари проводиться аналогічним методом.

Для розрахунку за формулами (1), (2) при виконанні судових залізнично-транспортних експертиз у випадку сходу електровоза з рейкової колії слід знати конкретне місце сходу.

У своїх працях д.т.н. Сокол Е.М. [5-7] зазначає, що характеристиками місця сходу є: план і профіль колії, тип рейок, боковий і вертикальний знос рейкових ниток (при наявності); у випадку сходу у кривій ділянці колії: радіус кривої, довжина перехідної кривої, підвищення зовнішньої рейки і ін. Крім цього, слід мати і характеристики ходових частин: товщина гребенів, діаметр коліс, відстань між внутрішніми гранями коліс, ширина бандажів, зноси (при наявності).

Слід відзначити, що схід електровоза з рейок може відбутися на прямій ділянці колії, вхідній перехідній, круговій та вихідній перехідній кривій.

В даній статті наведемо результати розрахунків рамної сили при проходженні електровозом кривої ділянки колії.

Вихідні дані для розрахунку у вхідній перехідній кривій приймалися наступні: довжина $L = 50$ м, швидкість руху $v = 10$ м/с.

Знаючи довжину перехідної кривої та швидкість руху електровоза, можна встановити час його слідування по відповідній кривій. В даному випадку цей час складав $t_1 = 0 \dots 5$ с.

Крім цього, приймалося, що електровоз прослідував від початку даної кривої $t_1 = 2,5$ м.

Виконавши розрахунок за допомогою програми Maple, були отримані такі результати:

Рамна сила на осі першої колісної пари:

кН

При розрахунках рамної сили, яка діє на колісну пару у круговій кривій приймалося, що електровоз прослідував від початку даної кривої $t_2 = 5$ с.

Рамна сила на осі першої колісної пари в даному випадку склала:

кН

Рамна сила на осі першої колісної пари при виконанні розрахунків для вихідної перехідної кривої склала:

кН

При цьому параметри вихідної перехідної кривої були аналогічними вхідній.

Для кращого розуміння та повноти дослідження були виконані розрахунки за вище наведеною методикою для різних швидкостей та підвищень зовнішньої рейкової нитки. Приймалось, що зазор, який виникає між робочою гранню рейки та гребенем колеса при русі по кривій, буде змінюватись в діапазоні $0,007 \dots 0,01$. На основі отриманих результатів були отримані залежності рамної сили на першій колісній парі електровоза ВЛ80 від часу руху по відповідній кривій. Дані залежності представлені на (рис. 2 – 5).

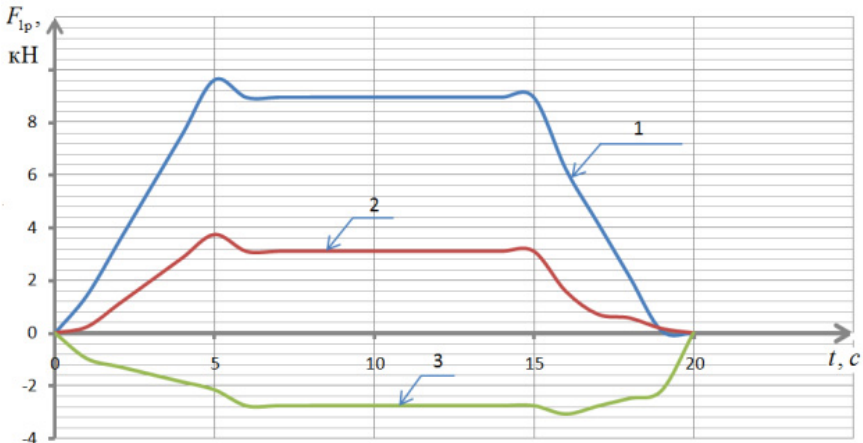


Рис. 2. Графіки зміни рамної сили в залежності від часу руху локомотива при $v = 10$ м/с: 1 – $\Delta h_0 = 50$ мм., 2 – $\Delta h_0 = 100$ мм., 3 – $\Delta h_0 = 150$ мм

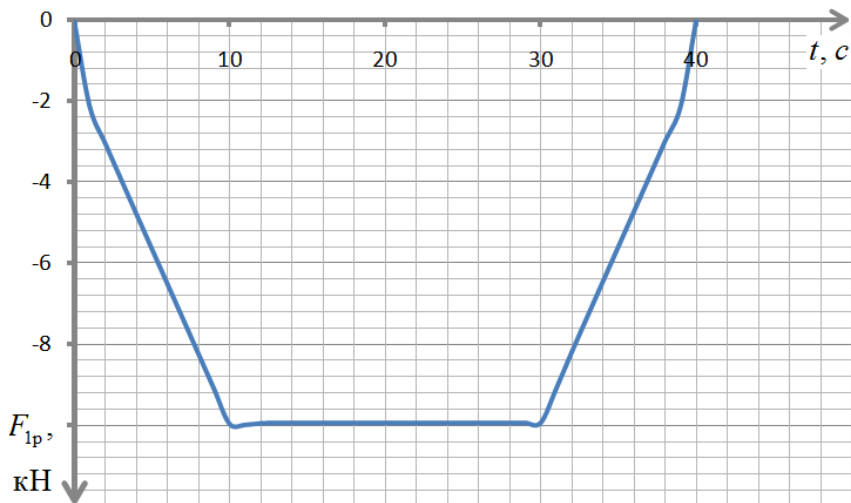


Рис. 3. Графік зміни рамної сили в залежності від часу руху локомотива при $v = 5$ м/с, $\Delta h_0 = 150$ мм

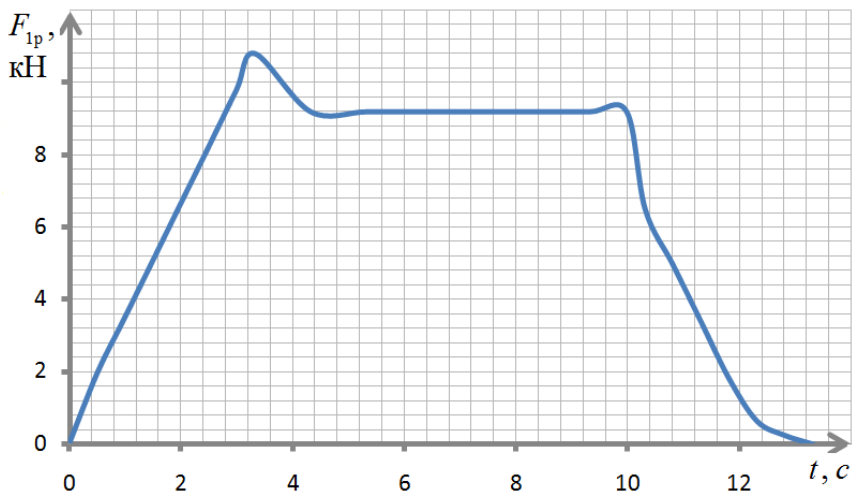


Рис. 4. Графік зміни рамної сили в залежності від часу руху локомотива при $v = 15$ м/с, $\Delta h_0 = 150$ мм

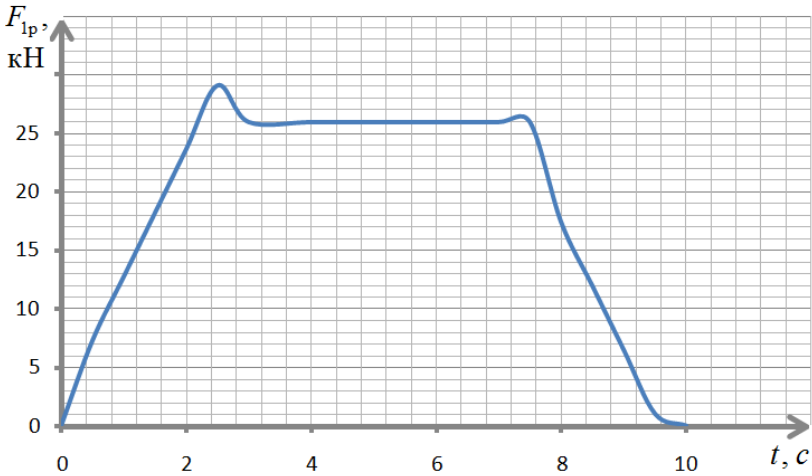


Рис. 5. Графік зміни рамної сили в залежності від часу руху локомотива при $v = 20$ м/с, $\Delta h_2 = 150$ мм

Із отриманих результатів можна зробити наступний висновок.

У стані спокою екіпажу ($v = 0$, $h_0 = 0$) рамна сила дорівнює нулю.

При русі електровоза із швидкістю $v > 0$ у кривій ділянці колії буде виникати рамна сила, яка буде залежати від багатьох факторів.

Із рис. 2 – 5 видно, що при зменшенні радіусу відповідної кривої, рамна сила буде зростати.

У свою чергу, при постійній швидкості руху електровоза, із збільшенням підвищення зовнішньої рейкової нитки, дія рамної сили буде більшою на головку внутрішньої рейки (рис. 2). Цим так пояснюється її від'ємне значення.

Із рис. 3 – 5 видно, що при сталому значенні підвищення зовнішньої рейкової нитки, із збільшенням швидкості електровоза, дія рамної сили на головку зовнішньої рейки буде більшою.

Виходячи з наведеного, можна стверджувати, що на ріст значення рамної сили і можливість вкочування колеса колісної пари електровоза є: швидкість руху, підвищення рейки, радіус кривої.

Перелік посилань

1. Блохин, Е. П., Коротенко М. Л., Клименко И. В. Об оценке безопасности от схода колеса с рельсов при использовании направляющей либо боковой силы // Проблемы и перспективы развития

ж.-д. транспорта: материалы 73-й междунар. науч.-практ. конф. Дніпропетровськ, 2013. С. 81–82.

2. *Блохин Е. П., Коротенко М. Л., Клименко И. В.* Об эквивалентности кри-териев безопасности от схода колеса с рельсов при использовании направляющей либо боковой силы // Наука та прогрес транспорту: вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту. 2013. вип. 3 (45). С. 74–81.

3. *Боднар Б. Є. Нечаєв Є. Г., Бобир Д. В.* Теорія та конструкція локомотивів. Екіпажна частина: підруч. для ВНЗ залізнич. трансп. Дніпропетровськ, 2009. 284 с.

4. *Бочаров В. И., Кодинцев И. Ф., Кравченко А. И.* и др. Магистральные электровозы: общие характеристики: механическая часть. Москва, 1991. 224 с.

5. *Сокол Э. Н.* Сходы с рельсов и столкновения подвижного состава (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). Київ, 2004. 386 с.

6. *Сокол Э. Н.* Крушения железнодорожных поездов (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики): моногр. Киев, 2007. 355 с.

7. *Сокол Э. Н.* Железнодорожно-транспортное происшествие и его механизм (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики): моногр. Львів, 2011. 376 с.

ИССЛЕДОВАНИЕ ВЕЛИЧИНЫ РАМНОЙ СИЛЫ, КОТОРАЯ ВОЗДЕЙСТВУЕТ НА КОЛЕСНЫЕ ПАРЫ ЭЛЕКТРОВОЗА ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ СУДЕБНЫХ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНЫХ ЭКСПЕРТИЗ

**А. В. Батиг
А. Я. Кузышин**

Взаимодействие пути и подвижного состава, железных дорог является одной из важнейших проблем железнодорожного транспорта. При движении локомотивов в кривых участках железнодорожного пути возникают поперечные горизонтальные силы, которые приводят к прижатию гребня колесной пары до головки рельса. Сочетание данных сил с разгрузкой колесной пары может привести к выкатыванию колеса колесной пары электровоза на головку рельса.

При проведении судебных железнодорожно-транспортных экспертиз для определения устойчивости движения подвижного состава в прямых и кривых участках пути одним из важнейших параметров является рамная сила.

Объектом данного исследования является двухосная тележка электровоза ВЛ80.

Полученные расчетные значения величины рамной силы электровоза ВЛ80, которая действует на тележку со стороны кузова секции локомотива. На основе полученных результатов были построены зависимости рамной силы от времени движения электровоза по соответствующей кривой при изменении скорости движения и соответствующем возвышении внешнего рельса.

Совершенствование метода определения рамной силы повисит точность расчетов при анализе безопасности движения и при проведении судебных железнодорожно-транспортных экспертиз.

INVESTIGATION OF THE MAGNITUDE OF THE FRAME FORCE WHICH AFFECTS THE WHEEL PAIRS OF THE ELECTRIC LOCOMOTIVE WHEN CONDUCTING THE FORENSIC RAILWAY TRANSPORT EXPERTISE

**A. Batih
A. Kuzyshyn**

The interaction of the track and rolling stock is one of the most important problems of railway transport. When locomotives move in curved sections of the railway track, horizontal forces arise that lead to the crest of the wheel pair pressing against the rail head. The combination of these forces with the unloading of the wheel pair can lead to derailment.

When carrying out the forensic railway transport expertise to determine the stability of rolling stock in the straight and curved sections of the track, one of the most important parameters is the frame force.

The object of this study is a two-axle bogie of an electric locomotive VL80.

The calculated values of the magnitude of the frame force of an electric locomotive VL80, which acts on the trolley on the body side of the locomotive section. Based on the results obtained, the frame force versus the time of movement of an electric locomotive along the corresponding curve was constructed with a change in the speed of movement and corresponding increase in the external rail elevation.

The improvement of the method of determination of the frame strength will be improve the accuracy of calculations in the analysis of traffic safety and in the conduct of forensic railway transport expertise.

УДК 343.98

**О. Б. Шмерего
завідувач відділом**

*Київський науково-дослідний інститут судових експертиз
Міністерства юстиції України*

**ОРГАНІЗАЦІЙНІ ПИТАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ
ОБСТАВИН ПОЖЕЖ ТА ДОТРИМАННЯ ВИМОГ
ПОЖЕЖНОЇ БЕЗПЕКИ**

Останнім часом вступили в дію чимало нових нормативних документів, які регламентують вимоги пожежної безпеки. При проведенні пожежно-технічних експертиз, експерти згідно поставлених на вирішення питань про осередок пожежі та причину її виникнення мають вирішувати питання щодо відповідності об'єктів дослідження зазначеним вимогам й не тільки після виниклих пожеж. У статті проведено аналіз реалізації подібної проблематики як в Україні так і в Європі.

Ключові слова: пожежа, пожежна безпека, пожежна автоматика, експертиза