

УДК 625.032.52:531.311:629.423.1

А. Я. Кузишин
судовий експерт

О. В. Джус
завідувач лабораторії

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

ДОСЛІДЖЕННЯ СХОДУ ВАГОНІВ У СУДОВІЙ ЗАЛІЗНИЧНО-ТРАНСПОРТНІЙ ЕКСПЕРТИЗИ

У даній статті проведено аналіз виконання необхідної та достатньої умови вкочування колеса колісної пари на головку рейки, які використовуються при проведенні судових залізнично-транспортних експертиз.

На розвантаження колеса колісної пари рухомого складу впливають багато факторів, основними з яких є: несправності елементів верхньої будови колії, елементів ходових частин рухомого складу, а також поздовжні сили, які виникають в поїзді при службовому чи екстремому гальмуванні [1].

Досвід виконання судових залізнично-транспортних експертиз випадків сходів з рейок рухомого складу при вкочуванні гребеня колеса на головку рейки показав, що перераховані вище чинники діють, як правило, в сукупності, але величина їх впливу в розвантаженні колеса, що вкочується, різна. Врахування цього є важливим при вирішенні основної задачі експертизи — розкриття механізму залізнично-транспортної пригоди.

Зустрічаються випадки, коли розвантаження колеса, що вкочується на головку рейки, відбувається при дії тільки одного із факторів. Наприклад, якщо при сході з рейок поїзд знаходився в розтягнутому стані, а несправності елементів ходових частин рухомого складу були відсутні, то причинами розвантаження колеса, що вкотилося на головку рейки, стали несправності елементів верхньої будови колії.

Нерівності рейкових ниток є джерелами вимушених коливань надресорної будови рухомого складу, які в кінцевому випадку приводять до виникнення динамічних навантажень на його елементи і залізничну колію. При цьому для визначення вказаних динамічних навантажень використовується система диференціальних рівнянь. Дана система описує рух надресорної будови рухомого складу по перекосам під дією прикладених до неї сил (рис. 1).

Для сходу вагона з рейок необхідне виконання двох умов — необхідної та достатньої.

Аналітичний вираз необхідної умови вкочування гребеня колеса на головку рейки має вигляд [2]:

$$P_1 < P_1^* \quad (1)$$

де P_1 — фактичне навантаження на колесо; P_1^* — навантаження на колесо, при якому розпочинається процес вкочування.

Навантаження на колесо, при якому розпочинається процес вкочування визначається за виразом:

$$P_1^* = \frac{C b_2 + Y_D r - G l}{b_1 + b_2} \quad (2)$$

де $C = (P_1 + P_2)$ — статичне навантаження на вісь колісної пари; b_2 — відстань від точки прикладання сили P_2 до середнього кола кочення другого колеса; r — радіус колеса; G — вага колісної пари; l — відстань між колами кочення коліс; $b_1 + b_2$ — відстань між точками прикладання сил P_1 та P_2 ; Y_D — рамна сила [3].

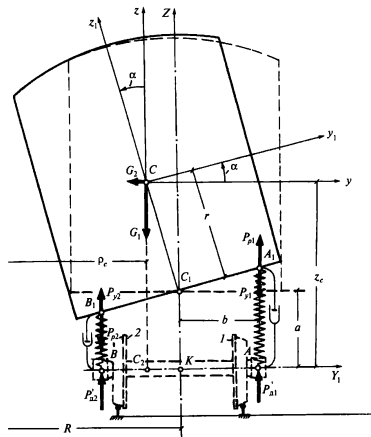


Рис. 1. Розрахункова схема силової взаємодії колії та рухомого складу при проходженні перекосу

В процесі руху по нерівностях колії навантаження P_1 і P_2 змінюються від деякого мінімального (при розвантаженні) до деякого максимального (при перевантаженні) значень. При цьому, якщо навантаження P_1 , яке припадає на одне колесо, досягає мінімального значення $P_{1\min}$, то навантаження P_2 яке діє на друге колесо, в то й же час досягне максимального значення $P_{2\max}$.

Величини P_1 і P_2 знаходяться відповідно:

$$P_1 = P_{ст1} - \Delta_{д1} \quad (3)$$

$$P_2 = P_{ст2} + \Delta_{д1} \quad (4)$$

де $\Delta_{д1}$ — розвантаження колеса 1 при наявності перекосу в рейковій колії.

Рамна сила визначається за формулою:

$$Y_p = M \left[\left(\frac{v^2}{R} - \frac{h_0}{S} g \right) + r_c (\ddot{\alpha} - \dot{\alpha}^2 \cdot \alpha) \right] \quad (5)$$

На (рис. 2) покажемо випадок виконання необхідної умови вкочування колеса на головку рейки.

Виконання необхідної умови вкочування не обов'язково призводить до сходу рухомого складу, оскільки колісна пара може почати рух в зворотному напрямку не вкотившись на поверхню кочення рейки. Тому необхідно перевірити виконання достатньої умови вкочування гребеня колеса колісної пари на головку рейки (рис. 3).

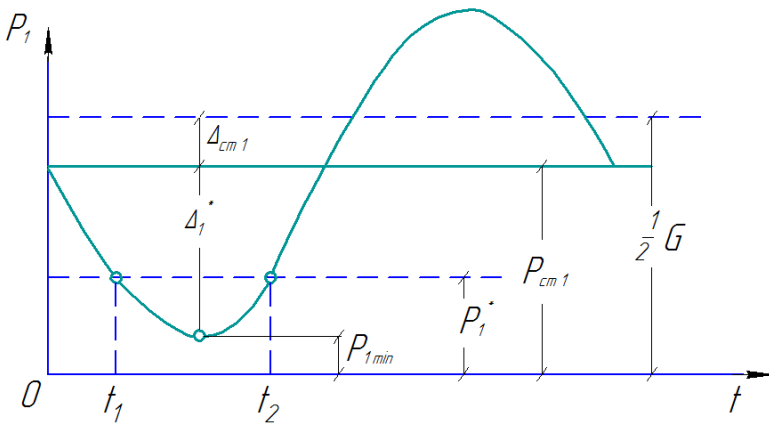


Рис. 2. Перевірка необхідної умови вкочування колеса на головку рейки

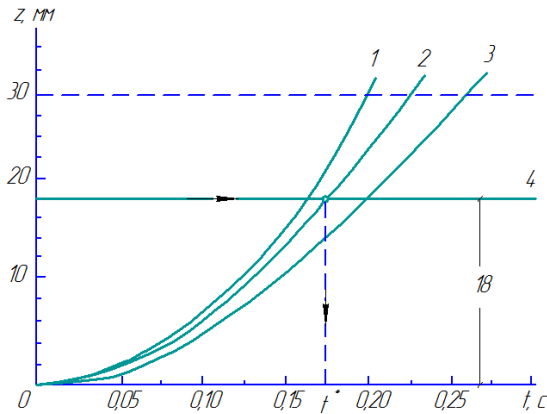


Рис. 3. Перевірка достатньої умови вкочування колеса на головку рейки

Для цього необхідно:

1. Визначити величину P_1^* і нанести на графік пряму $P_1^* = const$ (рис. 2).
2. Побудувати залежність $P_1 = P_1(t)$ (рис. 2). При максимальному розвантаженні Δ_1^* визначити величину P_{1min} ; зафіксувати моменти часу t_1 і t_2 , в які $P_1 = P_1^*$; визначити проміжок часу $\Delta t = t_2 - t_1$ протягом якого $P_1 < P_1^*$.
3. Вважати навантаження на колеса P_1 і P_2 в проміжку часу Δt постійним і рівним $P_1 = 0,5 \cdot (P_{1min} + P_1^*)$, $P_2 = G - P_1$ (G — вага вагона, яка припадає на одну колісну пару).
4. Використовуючи достатню умову, визначити час t^* який необхідний для вкочування гребеня колеса на поверхню кочення головки рейки (рис. 3).

Для визначення часу t^* необхідно побудувати графік функції:

$$z = \frac{2l \cdot \beta}{\xi^2} [\xi t - (1 - e^{-\xi t})] \quad (6)$$

де t — час; l — половина відстані між кругами кочення коліс.

Порівнявши величини Δt і t^* , можна зробити висновок, що якщо $\Delta t > t^*$, то достатня умова сходу з рейок виконується, а якщо $\Delta t < t^*$, то достатня умова сходу вагона з рейок не виконується.

Перелік посилань

1. Сокол Э. Н. Сходы с рельсов и столкновения подвижного состава (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики). Киев, 2004. 368 с.
2. Сокол Э. Н. Крушения железнодорожных поездов (Судебная экспертиза. Элементы теории и практики): моногр. Киев, 2007. 355 с.
3. Ериков О. П. Расчеты поперечных горизонтальных сил в кривых // Научные труды ВНИИЖТ. Москва, 1966. Вып. 301. С. 236.

ИССЛЕДОВАНИЕ СХОДА ВАГОНОВ В СУДЕБНОЙ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНО-ТРАНСПОРТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ

А. Я. Кузышин

О. В. Джус

Неровности рельсовых нитей являются источниками вынужденных колебаний надрессорного строения подвижного состава, что в конечном итоге приводят к возникновению динамических нагрузок на его элементы и железнодорожный путь. Если динамическая нагрузка оказывается меньше чем статическая, то происходит разгрузка исследуемого элемента, а если больше — перегрузка этого элемента.

При движении экипажа по плавным синхронным неровностям, доминирующее влияние на разгрузку колеса осуществляют подпрыгивание и галопирование, а при движении по плавным несинхронным неровностям — боковое качание в совокупности с боковым выносом кузова.

При этом для определения указанных динамических нагрузок используется система дифференциальных уравнений. Данная система описывает движение надрессорного строения подвижного состава по перекосам под действием приложенных к ней сил.

Определение влияния высоты перекоса на исполнение условий вкатывания колеса на головку рельса позволяет приблизиться к решению общей задачи судебной железнодорожно-транспортной экспертизы.

Однако, как было сказано ранее, выполнение необходимого условия вкатывания не обязательно приводит к сходу подвижного состава, поскольку колесная пара может начать движение в обратном направлении, не вкатившись на поверхность качения рельса. Поэтому необходимо проверить выполнение достаточного условия вкатывания гребня колеса колесной пары на головку рельса.

С использованием необходимого и достаточного условий вкатывания колеса на головку рельса можно установить диапазоны скоростей, при которых может произойти сход подвижного состава с рельсов при наличии перекоса рельсовых нитей определенной величины. Также можно получить значение скорости движения поезда, при которой происходит больше всего разгрузка колеса вагона в кривом участке пути с имеющимся перекосом.

Полученные зависимости могут быть использованы для установления безопасного интервала скоростей движения поездов на участках пути с перекосами определенной величины и при проведении судебных железнодорожно-транспортных экспертиз.

INVESTIGATION OF DERAILMENT OF WAGONS IN FORENSIC RAILWAY-TRANSPORT EXPERTISE

**A. Kuzyshyn
O. Dzhus**

The unevenness of the rail threads are the source of the forced vibrations of the superstructure of the rolling stock, which ultimately lead to the emergence of dynamic loads on its elements and the railway track. If the dynamic load is less than static, then the element under test is unloaded, and if more there is the overload of this element.

When moving the crew through smooth synchronous roughness, the dominant effect on the discharge of the wheel is by bouncing and galloping. When moving along smooth non-synchronous unevenness, lateral swinging in conjunction with the lateral removal of the body.

In addition, the system of differential equations is used to determine these dynamic loads. This system describes the movement of the super-bearing structure of the rolling stock on the oblique setting under the action of the forces applied to it.

Establishing the influence of the height of the inclination in accordance with the conditions of rolling the wheel on the head of the rail allows you to approach the solution of the general task of the forensic railroad transport expertise.

However, as has been said before, the fulfillment of the necessary rolling conditions does not necessarily result in the derailment of the rolling stock, since the wheel pair can start to move in the opposite direction without slipping onto the surface of the rolling of the rail. Therefore, it is necessary to check the fulfillment of the sufficient condition for rolling the wheel rim of the wheel pair onto the rail head.

With the use of the necessary and sufficient condition for rolling the wheel on the rail head, it is possible to set ranges of speeds at which the rolling stock from the rails may occur if there is a distortion of the rail threads of a certain value. It is also possible to obtain the value of the speed of the train, at which the most is the unloading of the wheel of the car in the curve section of the path with the existing bias.

The obtained dependencies can be used to establish a safe interval of speeds of trains on sections of the road with distortions of a certain magnitude and in conducting forensic railway-transport expertise.