

ЗНИЖЕННЯ ЗНОСУ В СИСТЕМІ “КОЛЕСО-РЕЙКА” УДОСКОНАЛЕННЯ АВТОМАТИЗАЦІЇ ПРОЦЕСУ ЛУБРИКАЦІЇ ГРЕБЕНЯ КОЛЕСА

© Ключев С. О., 2017

Досліджено акустичний метод контролю контактування колісної пари з головкою рейки. Наведено принципи керування процесом лубрикації колісних пар. Запропонована конструкція автоматичної слідкувальної системи лубрикації колісних пар локомотива. Проведені теоретичні дослідження контактної взаємодії колеса з рейкою при проходженні криволінійних ділянок шляху.

Ключові слова: локомотив, лубрикація, автоматична система керування, акустична емісія, навігаційна система.

S. Klyuyev

WEAR REDUCTION IN THE “WHEEL-RAIL” BY IMPROVING AUTOMATION LUBRICATION WHEELS FLANGE PROCESS

The article is selected and researched acoustic control method of contacting the wheelset of the head of rail. Presented principles of management control process lubrication of wheelsets. The design of the automatic tracking systems lubrication of locomotive bogies. Theoretical studies of contact interaction with rail wheels when passing curved sections of track.

Keywords: locomotive, lubrication, automatic control system, acoustic emission, navigation system.

Формулювання проблеми. Досліджень в області зниження бічної дії на шлях рухомого складу найбільше потребує залізничний транспорт. Актуальність проблеми визначається великими експлуатаційними витратами, пов'язаними зі зносом рейок і коліс рухомого складу, а також з високими енергетичними витратами на подолання фрикційного опору в кривих, які безпосередньо залежать від бічної складової [1, 2].

Питання ресурсозберігання у зв'язку із зростанням цін на енергоносії, рейки і колісні пари, трудозатрати на заміну рейок і переточування коліс, а також неабиякою мірою безпека руху набувають особливої гостроти (на потреби залізничного транспорту щорічно витрачають 10–12 % паливно-енергетичних ресурсів; понад 1/3 енергії, що споживає залізничний транспорт, витрачається на подолання тертя; понад 10 % металу втрачається через зношування. Тому дослідження в області зниження бічної дії на шлях рухомого складу є актуальними [3].

Аналіз останніх досліджень та публікацій. Проблема зносу рейки і гребеня коліс дуже актуальна незалежно від виду залізничного транспорту. Проте для промислового залізничного транспорту через специфіку експлуатаційних умов (наявність абразивного пилю, безліч кривих малого радіуса, насиченість полігону стрілочними перекладами, великі ухили) зниження інтенсивності зносу рейок і гребнів коліс рухомого складу в кривих важливе з погляду економіки і підвищення безпеки руху [4, 5].

У результаті аналізу чинників, що впливають на знос, можна зробити висновок, що заходами, що найшвидше реалізуються, є заходи, пов'язані із зниженням тертя гребнів бандажів колісних пар

у точці контакту з бічними гранями рейок – лубрикація. Завдяки зменшенню сил опору руху екіпажу по рейках лубрикація знижує витрату паливно-енергійних ресурсів на тягу, підвищує ресурс коліс і рейок, знижує вірогідність накату колеса на головку рейки, покращує екологічні показники, зокрема зменшує рівень шуму на залізниці [6].

Формулювання мети. Метою роботи є підвищення ефективності рухомого складу завдяки використанню нових технологій, конструкцій, а також зниження зносу в системі “колесо-рейка” внаслідок удосконалення автоматизації процесу лубрикації гребеня колеса.

Виклад основного матеріалу. Вимоги до конструкції пересувного рейкозмашувача передбачають:

- оснащення рейкозмашувача автоматизованим комплексом управління з системою зв’язку і системою глобальної навігації і позиціонування (ГЛОНАС/GPS) (рис. 1);
- оснащення системою безконтактного виміру бічного зносу рейок у кривих;
- безконтактне нанесення мастильного матеріалу на бічну поверхню робочої грані головки рейки;
- автоматичне нанесення мастильного матеріалу в дорозі за сигналами бортового комп’ютера, що управляють, відповідно до закладеної в нього карти супутникової навігаційної системи ГЛОНАС/GPS (дані про положення рейкозмашувача, пройдений шлях, швидкість, точки включення і виключення подання мастила);
- автоматичне регулювання витрати мастила з коригуванням за швидкістю руху, радіуса кривої, інтенсивності бічного зносу і ширини контакту гребеня колеса з робочою гранню бічної поверхні головки рейки (зношеності рейки);

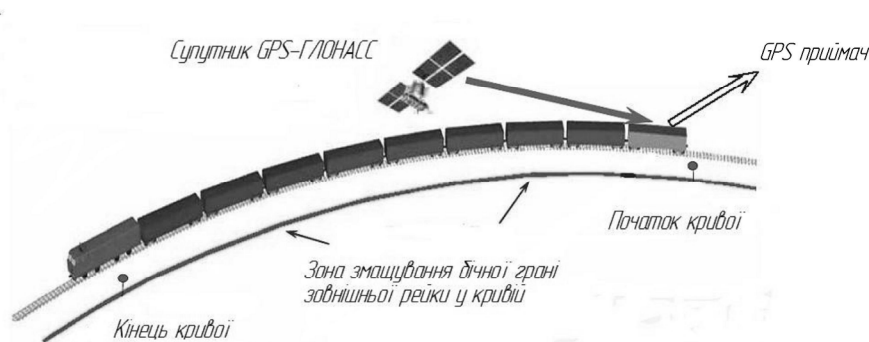


Рис. 1. Технологія лубрикації

Технічні рішення локомотивного рейкозмашувача вибирали на основі аналізу мобільної лубрикаційної техніки. Особливістю усіх конструкцій гребнезмашувачів, а також деяких рейкозмашувачів, є фіксація устаткування на буксовому вузлі локомотиву, що забезпечує точність подання мастила на гребінь колеса.

Розташування конструкції на необресореній частині рухомого складу висуває вимоги мінімальної металоємності, оптимальної жорсткості. Тому раціональніше рейкозмашувальне устаткування встановлювати також на кронштейнах, які монтуються на буксових вузлах.

Основною проблемою під час розроблення автоматичної системи лубрикації гребеня колеса, є визначення моментів подачі і відключення подачі абразивного матеріалу на гребінь колеса. Ефективне застосування лубрикації передбачає подачу абразивного матеріалу в той момент, коли відбувається гребневий контакт гребеня колеса з головкою рейки. Так вирішували завдання ідентифікації моментів дотику гребеня колеса до головки рейки.

Акустична емісія з контакту “колесо-рейка” відображає процеси, що відбуваються в результаті їх контактної взаємодії. З метою ідентифікації процесу контактної взаємодії гребеня колеса з рейкою проведено експериментальне дослідження акустичної емісії з контакту “колесо-рейка”.

У результаті досліджень було виявлено, що спектр акустичної емісії нерівномірний, на деяких частотах рівень звукового тиску значно перевищує рівень звукового тиску на суміжних частотах (рис. 2).

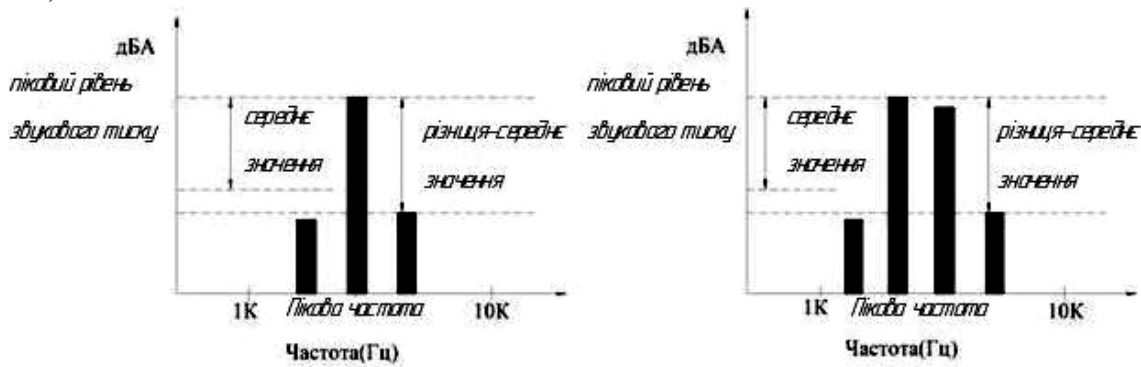


Рис. 2. Механізм аналізу акустичної емісії

За опрацьованими експериментальними даними побудовано графіки почастотної зміни рівня звукового тиску для різних видів взаємодії (рівень звукового тиску від ударної взаємодії, гребеневої взаємодії і кочення) (рис. 4)

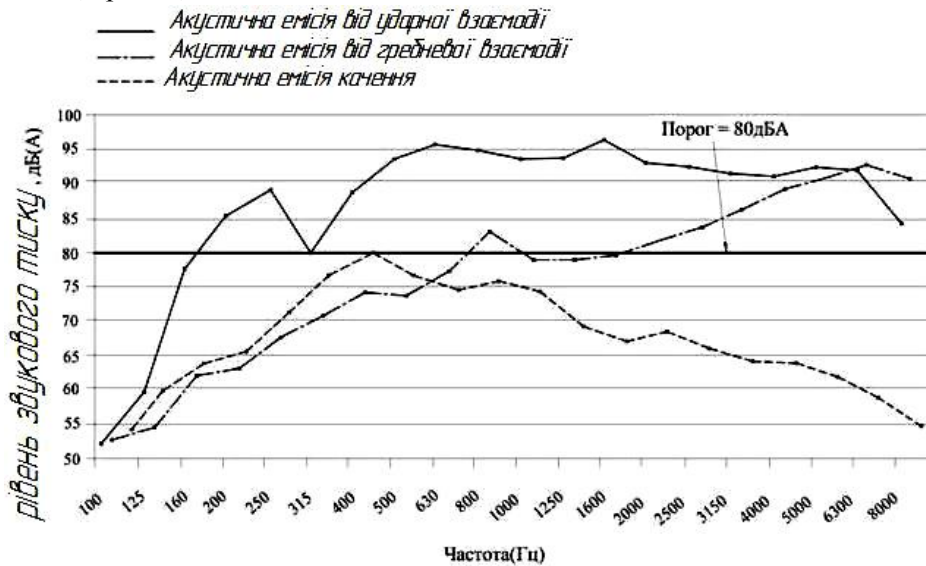


Рис. 3. Акустична емісія контактної взаємодії колеса з рейкою

На підставі графіка можна зробити висновок, що гребневий контакт можна однозначно ідентифікувати в діапазоні частот від 800 до 4000 Гц за рівнем звукового тиску.

Тип контактної взаємодії визначали за формулою:

$$W = \frac{\text{потужність акустичної емісії в діапазоні частот(2000-10000)}}{\text{потужність акустичної емісії у всьому діапазоні частот}} \cdot 100\% = \frac{\sum_{i=k}^N P_0^2 10^{L(i)/10}}{\sum_{i=1}^N P_0^2 10^{L(i)/10}} \cdot 100\% \quad (1)$$

Таблиця 1

Тип контактної взаємодії “колесо-рейка”

	АЕ від кочення	АЕ від удару	АЕ від гребеневого контакту
W	0,0499	0,3211	0,9064

Залежно від величини W визначають тип контактної взаємодії (табл. 1).

За отриманими результатами приймають такі технічні рішення:

– на кожній буксі крайньої колісної пари локомотиву встановлюють кронштейн для фіксації форсунки;

– струмінь мастильного покриття з форсунки повинен упевнено досягати головки рейки на швидкості руху локомотиву 90 км/год;

– кожна місткість з мастильним матеріалом повинна мати 80л;

– мастильний матеріал повинен подаватися до форсунок самоплинно або під тиском;

– вмикати систему та відмикати її необхідно автоматично за 50 м до входу в криву і при виході з кривої без участі локомотивної бригади;

– управління ввімненням і відімкненням системи буде блок управління, встановлений у пульті управління рейкозмащувачем, який розміщений в кабіні машиніста, сигнал на який надходитиме від системи управління рейкозмащувачем. При вході в криву сигнал від відповідного датчика надходить до блока управління, який переадресує його на вмикання відповідного електропневматичного вентиля, через який з поживної магістралі надійде повітря для відкриття форсунки. При виході з кривої, тобто при зміні кута повороту, цей самий датчик подасть сигнал до блока управління на відключення системи. Блок управління отриманий сигнал переадресує на включений електропневмовентиль, який перекриє доступ повітря до форсунки, форсунка закриється, і витікання мастила припиниться;

– управління форсунками необхідно через електропневматичні вентиля.

Вхідним сигналом для початку роботи автоматичної системи лубрикації гребеня колеса пропонується використовувати інформацію про входження екіпажу у криву, яка характеризує акустичну емісію від контактної взаємодії “колесо-рейка”. Принципи спрацювання автоматичної системи лубрикації зображено на рис. 4.

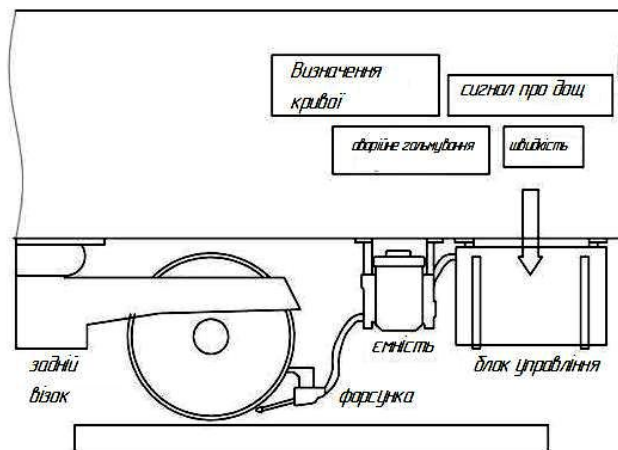


Рис. 4. Схема встановлення на екіпажну частину рейкового транспортного засобу автоматичної системи лубрикації

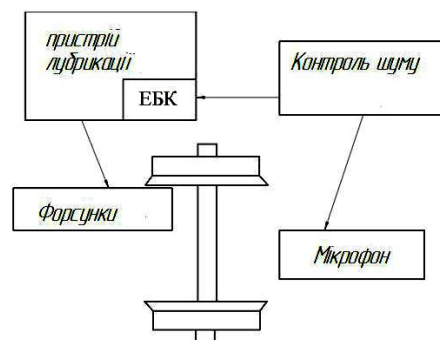


Рис. 5.

Схема системи лубрикації, основана на аналізі частотних характеристик звукового сигналу

Система працює залежно від характеристик акустичної емісії в контакті “колесо-рейка”, тобто виконується аналіз звукового сигналу за частотними характеристиками. Сигнал передається з мікрофону, встановленого в центрі під кузовом рейкового транспортного засобу. Структурну схему такої системи наведено на рис. 5.

Результати розрахунків динамічного вписування екіпажу в криву за ідеального стану шляху, за незмащеної рейки та для різноманітних трибологічних характеристиках рейок зведено у табл. 2.

Таблиця 2

Показники динамічних якостей за результатами динамічного вписування екіпажу в криву (R=300 м, h=90 мм, v=80 км/год в режимі вибігу)

Показник	Рейки	
	Незмащені	Змащені
Коефіцієнт тертя на зовнішній рейці	0,25	0,25
Коефіцієнт тертя на внутрішній рейці	0,25	0,18
Бокова сила, кн.	86	58,7
Віджим зовнішньої рейки, мм	7,4	3,7

Отримані результати засвідчують позитивний ефект зниження бокової сили на шлях рухомого складу в результаті застосування лубрикації поверхонь кочення внутрішньої рейки.

Висновки. Досліджено акустичний метод контролю контактування колісної пари з головкою рейки. Розроблені принципи керування процесом лубрикації колісних пар. Запропоновано конструкцію автоматичної відстежувальної системи лубрикації колісних пар локомотиву. Проведені теоретичні дослідження контактної взаємодії колеса з рейкою при проходженні криволінійних ділянок шляху.

Автоматизована система лубрикації гребеня колеса з використанням розробленої системи, на основі акустичного методу за ідентифікацією процесу контактування гребеня колеса з рейкою дає змогу знизити експлуатаційні витрати на електроенергію на тягу поїздів, заміну рейок, обточування колісних пар на 400 тис. грн/рік і цим підвищити ефективність роботи рейкового рухомого складу. Термін окупності інвестицій без урахування зниження кількості обточування вагонних колісних пар – 6 місяців.

1. Андриевский С. М. Боковой износ рельсов на кривых // Научн. тр. Всесоюзн. научн.-иссл. ин-та ж.-д. транспорта. – 1961. – Вып. 207. – 128 с. 2. Вериго М. Ф. Взаимодействие пути и подвижного состава в кривых малого радиуса и борьба с боковым износом рельсов и гребней колес-М.:ПТКБ ЦП МПС, 1997. – 207 с. 3. Богданов В. М., Захаров С. М. Современные проблемы системы колесо – рельс // Железные дороги мира. – 2004. – № 1. – С. 57–62. 4. Бартенева Л. И., Никитин В. Е. Технология комплексного снижения износа гребеня колеса и рельса с помощью передвижных рельсосмазывателей // Железные дороги мира. – 2004.– № 1. – С. 62–68. 5. Коссов В. С. Влияние лубрикации рельсов на динамические качества и износ гребней колес при движении локомотива в кривых: сб. “Вопросы транспортного машиностроения”. – Брянск, 2000. – С. 31–39 6. Файзибаев Ш. С. Обоснование модели оценки износа колесных пар локомотивов при движении в кривых участках рельсового пути // Транспортное машиностроение. – 2003. – № 6. – С. 22–23.