

УДК 629.4

ВДОСКОНАЛЕННЯ РЕСОРНОГО ПІДВІШУВАННЯ ДЛЯ ЛОКОМОТИВІВ ПРИ ВИСОКОШВИДКІСНОМУ РУСІ

IMPROVEMENT OF SPRING SUSPENSION FOR LOCOMOTIVES AT HIGH SPEED MOVEMENT

Ковтанець Максим, Ковтанець Тетяна, Вакулік Марина
*Східноукраїнський національний університет імені Володимира Даля
проспект Центральний, 59-а, м. Сєвєродонецьк, 93406*

The article presents the results of theoretical analysis and research of spring suspension of locomotives, technical solutions of two-stage spring suspension for high-speed rolling stock.

Актуальною проблемою, що стоїть перед залізничним транспортом України, є оновлення рухомого складу та підвищення його швидкостей руху. Створення високошвидкісного рухомого складу є складною науково-технічною задачею, яка пов'язана зі зниженням стабілізації при взаємодії коліс локомотива з рейками, збільшенням впливу на шлях, зниженням плавності ходу, підвищенням шуму і вібрації, що передається від шляху до складу. Перераховані несприятливі явища можливо усунути модернізацією ресорного підвішування. Від конструкції і параметрів ресорного підвішування залежать динамічні показники локомотива на прямих і кривих ділянках колії. Тому створення ресорного підвішування з необхідними параметрами для високошвидкісного рухомого складу є важливою та актуальною проблемою. Ходові якості локомотива у вертикальній площині визначаються в основному величиною статичного прогину і ступенем демпфірування ресорного підвішування. Демпфірування ресорного підвішування має підбиратися виходячи з величини статичного прогину, конструкційної швидкості і можливих критичних зон коливань.

На сучасних локомотивах переважає ресорне підвішування з відносно низькою величиною статичного прогину. Внаслідок цього резонансні швидкості за випадковим збігом власної частоти вертикальних коливань і частоти чергування стиків на рейках виявляються високими [1, 2], тому дуже велика роль створення в системах оптимального демпфера.

Чутливість ресорного підвішування до зміни демпфірування зростає при зменшенні статичного прогину. За результатами проведеного теоретичного аналізу та дослідження ресорного підвішування локомотивів запропоновані технічні рішення із створення ресорного підвішування високошвидкісного рухомого складу [3-6]. На швидкісному рухомому складі доцільно застосовувати 2-ступеневе ресорне підвішування, що дозволяє на першому місці збільшити статичний прогин, мінімізувати вплив на шлях, на другому ступені ресорного підвішування – забезпечити пружний поперечний і кутовий зв'язок. По ряду переваг перед іншими видами ресор (компактність, мала вага, стабільність характеристик, відсутність зони нечутливості, невимогливість в обслуговуванні) у першій ступені ресорного підвішування раціональніше застосовувати гвинтові пружини.

Для гвинтової пружини першого ступеня ресорного підвішування прогин розраховується за формулою [7]:

$$\Delta_{cm(l)} = \frac{8D^3 Nn}{Gd^3}, \quad (1)$$

де N – робоче навантаження, Н; G – модуль пружності при зсуві, МПа; D, d – діаметри пружин і прутка, м; n – кількість робочих витків пружин (без урахування тих частин витків, які є опорними).

З формули (1) випливає, що збільшення статичного прогину досягається збільшенням кількості робочих витків. Нижче представлена вдосконалена конструкція першого ступеня ресорного підвішування локомотива. Навантаження ваги кузова з обладнанням і візка передається на корпуси 5 букс через подовжені пружини 1, які встановлюються в отворах нижньої 2 і верхньої 3 поверхонь рами візка і впираються в стакани 4 (рис.1).

У першому ступені ресорного підвішування тепловоза 2ТЕ116 гвинтові пружини мають 4 робочих витки, а гвинтові пружини запропонованого ресорного підвішування – 18. З формули (1) випливає, що статичний прогин в удосконаленому ресорному підвішуванні першого ступеня (рис.1) збільшується в 4,5 рази.

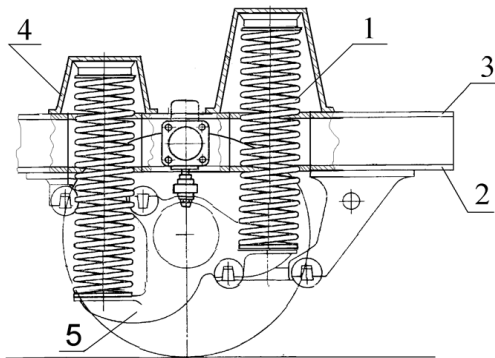


Рис. 1. Ресорне підвішування локомотива:

1 - подовжена пружина, 2 - нижня поверхня рами візка, 3 - верхня поверхня рами візка,
4 - стакан, 5 - корпуси букси

На сучасних локомотивах 2ТЕ116, ТЕП150 та інших, у другому ступені ресорного підвішування широкого поширення набули гумометалеві опори (ГМО). Їх застосування значно спрощує конструкцію зв'язків кузова з візками. Вони мають малі габарити, сприяють більш рівномірному навантаженню рами візка, дозволяють здійснити поперечний і кутовий зв'язок кузова з візками з різними характеристиками. ГМО знижують шум і вібрацію, які передаються на кузов, проте вони не забезпечують достатній статичний прогин для високошвидкісного руху. Запропонована конструкція ГМО дозволяє збільшити статичний прогин. На рис.2 (а) представлена конструкція ресорного підвішування локомотива з типовою ГМО фірми Metalastik, а на рис.2 (б) – конструкція зміненої ГМО локомотива.

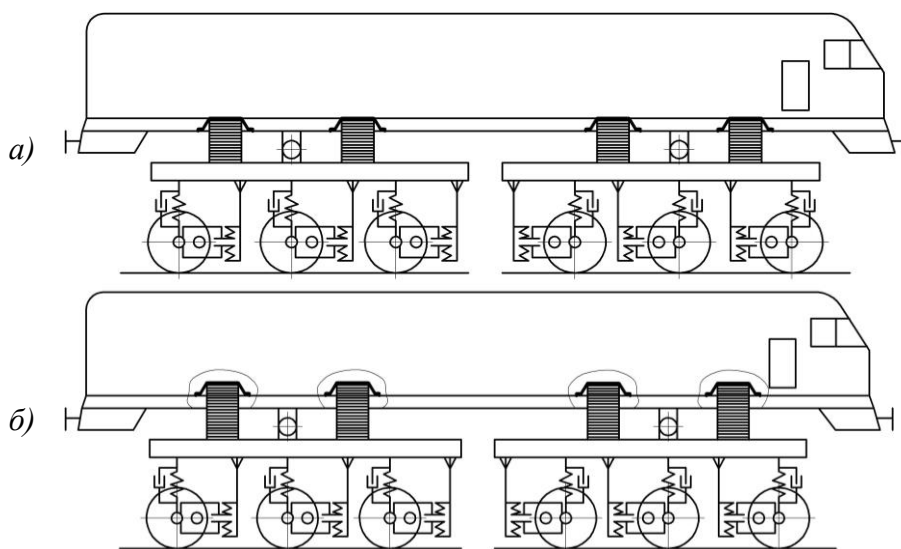


Рис.2. Опорно-повертаючі пристрої локомотивів:

а - типова гумометалева опора фірми Metalastik; б - конструкція зміненої гумометалевої опори локомотива

Статичний прогин опори [4] другого ступеня ресорного підвішування визначається з виразу:

$$\Delta_{cm(II)} = n \cdot \Delta_{cm(ел)}, \quad (2)$$

де n – число гумометалевих елементів в опорі; $\Delta_{cm(ел)}$ – статичний прогин одного гумометалевого елемента.

Якщо в опорі, зображеній на рис. 2 (а) кількість гумових елементів дорівнює 8, то в запропонованій опорі рис. 2 (б) – 14. З формули (2) випливає, що у варіанті рис. 2 (б) статичний прогин в 1,75 рази більше, ніж в опорі рис. 2 (а).

Сумарний статичний прогин [7] визначається з виразу (3):

$$\sum \Delta_{cm} = \Delta_{cm(I)} + \Delta_{cm(II)}. \quad (3)$$

Встановлено, що вдосконалення ресорного підвішування запропонованими технічними рішеннями, дозволить отримати зростання сумарного статичного прогину в 6,25 раз. Статичний прогин ресорного підвішування повинен бути пропорційний швидкості руху, отже, дане ресорне підвішування забезпечує вимоги щодо високошвидкісного рухомого складу.

Таким чином, спільна робота вдосконаленої конструкції першого і другого ступенів ресорного підвішування дозволяє збільшити статичний прогин в 6,25 раз, що забезпечить створення високошвидкісного рухомого складу.

Література

1. Горбунов М.І. Розробка і оцінка технічних рішень, що підвищують якісний рівень ходової частини локомотива / М.І. Горбунов, О.Л. Голубенко: Монографія. – Луганськ: вид-во СНУ ім. В. Даля, 2002. – 104 с.
2. Горбунов Н.И. Анализ факторов снижающих тягово-цепные качества локомотивов / Н.И. Горбунов, Е.А. Кравченко, М.В. Ковтанец // Вісник Дніпропетровського національного університету залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. – Вип. 30. – Д.: Вид-во Дніпропетр. нац. ун-ту залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна, 2009. – С. 125-128.
3. Горбунов Н.И. Пути решения проблемы повышения тягово-цепных и динамических качеств локомотивов / Н.И. Горбунов, Е.А. Кравченко, В.А. Левандовский, В.И. Нестеренко, М.В. Ковтанец, В.С. Ноженко // Международный информационный научно-технический журнал «Локомотивинформ», №5, 2010. – С. 38-41.
4. Патент України №48932 на корисну модель Ресорна підвіска локомотива МПК (2009) F16F 9/00 / заявник і власник Горбунов М.І., Кравченко К.О., Попов С.В., Ковтанець М.В., Фесенко А.І. – u200910774; заявл. 26.10.2009; опубл. 12.04.2010, Бюл. № 7. – 2 с.
5. Патент на корисну модель № 124802 B61F 5/26 (2006.01) Ресорне підвішування локомотива / Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Кравченко К.О., Ноженко В.С., Кара С.В., Кортєва О.В.; заявник і власник СНУ ім. В.Даля. – u 2017 10488; заявл. 30.10.2017; опубл. 25.04.2018, Бюл. № 8. – 2 с.
6. Патент України №61546 на корисну модель Опора кузова на візок МПК (2006.01) B61F 5/14 / Слащов В.А., Горбунов М.І., Ковтанець М.В., Ноженко В.С., Додонов В.І.; заявник і власник СНУ ім. В. Даля. – u201014955; заявл. 13.12.2010; опубл. 25.07.2011, Бюл. № 14. – 3 с.
7. Конструкция, расчет и проектирование локомотивов: Учебник для студентов вузов, обучающихся по специальности «Локомотивостроение» / А.А. Камаев, Н.Г. Апанович, В.А. Камаев и др. Под ред. А.А. Камаева. – М.: Машиностроение, 1981. – 351 с.