

СПОСОБ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ РЫЧАЖНЫХ ПЕРЕДАЧ ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

Рассмотрен структурный анализ рычажных передач подвижного состава как пространственных систем (тормозной рычажной передачи тягового агрегата ПЭ^М и механизма разгрузки 4-хосного хоппера). Разработаны рекомендации улучшения их работы.

The structural analysis of rolling stock leverages as spatial systems (leverages from the ПЭ^М tractive unit and the 4-axle hopper car unloading mechanism) is under consideration. The recommendations for improving their operation are developed.

Для анализа работы механических рычажных механизмов существуют различные способы. Предложенный ниже способ совершенствования рычажных передач является одним из инструментов для анализа работы сложных рычажных механизмов, позволяющий повысить работоспособность и надежность работы механизма.

Тяговый агрегат ПЭ^М постройки Днепропетровского электровазостроительного завода (ДЭВЗ) оборудован следующими тормозами: пневматическими автоматическим поездным и прямодействующим, ручным с приводом на все колесные пары, магниторельсовым и электрическим реостатным. Тормозная система тележки моторного думпкара (агрегата) выполнена с двухсторонним нажатием колодок на каждое колесо и состоит из тормозного цилиндра, рычажной передачи, подвесок, башмаков и гребневых колодок.

Пространственное изображение кинематических связей тормозной рычажной передачи с колесными парами представлено на рисунке 1, где показана правая сторона схемы тормозной рычажной передачи тягового агрегата ПЭ^М, так как она симметрична оси X.

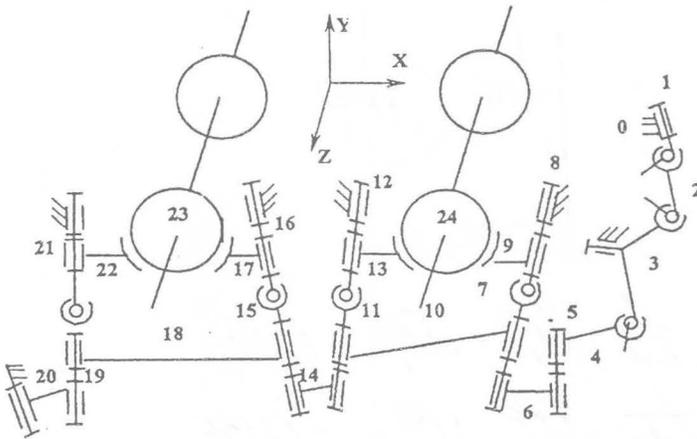


Рис. 1

Конструкция существующей рычажной передачи агрегата является сложной механической системой, которая не обеспечивает равномерное нажатие колодок на колеса. В рычажной передаче силы действуют не в одной плоскости, что приводит к появлению распорных сил в шарнирах. Это все можно объяснить рядом конструктивных несовершенств рычажной передачи, наличием в ней лишних связей, действием сил трения в шарнирах.

Работа тормозной рычажной передачи тягового агрегата усугубляется тем, что она подвешена своими опорами (мертвыми точками) к необрессоренным и обрессоренным частям тележки. Все эти закрепления имеют свое относительное линейное и угловое смещения при движении. При торможении происходит замыкание правой и левой систем между собой за счет колесной пары и гребневых тормозных колодок.

При структурном анализе тормозную передачу относят к плоским механизмам, руководствуясь тем, что таковой она становится при отпуске тормозов.

В связи с наличием линейных и угловых смещений в закреплениях передачи, неточностей изготовления звеньев нарушаются условия плоского движения механизма, и "плоскую" тормозную рычажную передачу следует рассматривать как пространственную.

Самоустановление тормозных колодок будет в том случае, если число степеней подвижности их будет соответствовать числу степеней подвижности колесных пар.

Как пространственный механизм детали рычажной передачи не должны испытывать стеснений в движении, то есть при структурном синтезе вид кинематических пар необходимо подбирать так, чтобы детали тормозной передачи могли приспособляться к изменениям положения опорных точек звеньев при изменении их взаимного расположения и положения колесных пар. Это можно достичь создав статически определимый механизм рычажной передачи, то есть ликвидировав в рычажной передаче лишние связи.

Число лишних связей определяется по формуле А.П. Малышева (как пространственных механизмов) [1, 2]:

$$q = W - 6n + 5p_1 + 4p_2 + 3p_3 + 2p_4 + p_5,$$

где W — число степеней подвижности системы, n — число подвижных звеньев, $p_1 \dots p_5$ — род кинематических пар.

Кинематические соединения между рельсами и колесной парой могут быть: пятого рода, если колесная пара не прижата гребнем к рельсу, в этом случае накладывается одно линейное условие связи по оси Y ; четвертого рода, если колесная пара прижата гребнем к рельсу, при этом накладывается одно линейное условие по оси Y и одно линейное условие по оси Z .

Для тормозной рычажной передачи тележки тягового агрегата число степеней подвижности должно быть $W = 10$ или $W = 8$ при вписывании в кривой участок пути.

Распишем кинематические пары (рис. 1) следующим образом: p_1 — 3-0, 1-0, 0-20, 7-6, 4-5, 5-6, 8-9, 7-10, 8-0, 10-11, 11-14, 12-13, 12-0, 14-15, 15-18, 16-17, 16-0, 18-19, 19-20, 21-22, 21-0, т. е. с правой стороны тележки $p_1 = 21$, аналогичное количество $p_1 = 21$ будет и с левой стороны тележки, всего $p_1 = 42$; p_2 — 22-23, 23-17, 1-2, 13-24, 24-9, 3-4, 4-2, всего $p_2 = 7 \cdot 2 = 14$; p_3 — 19-21, 8-7, 11-12, 15-16, всего $p_3 = 8$; $p_4 = 0$; $p_5 = 0$, число подвижных звеньев $n = 46$. Определим

$$q = 10 - 6 \cdot 46 + 5 \cdot 42 + 4 \cdot 14 + 3 \cdot 8 = 24.$$

Для уменьшения количества лишних связей предлагается в шарнирных соединениях справа 0-1, 0-3, 0-8, 0-12, 0-21, 0-16 и соответственно на левой стороне в шарнирных соединениях 0-(1), 0-(3), 0-(8), 0-(17), 0-(21), 0-(12), 0-(16) поставить шаровые подшипники или хотя бы резиновые втулки по опыту

Для улучшения работы рычажной передачи механизма разгрузки в вагоне-хоппере можно предложить, чтобы на приводной оси 3 установить вместо обычных роликовых подшипников самоустанавливающиеся, а также в месте присоединения цилиндра разгрузки к корпусу вагона установить резиновую втулку (для защиты ее необходимо установить теплозащитный экран). Оси 9 и 13 имеют каждая по три вращательных кинематических пары, вместо которых следует установить самоустанавливающиеся сферические подшипники.

Данные предложения позволят уменьшить количество лишних связей в рычажной передаче. С учетом предложений: $p_1 - 4-5, 5-0, 6-7, 7-0$; $p_2 - 12-7, 7-8, 7-11, 7-10, 7-0$; $p_3 - 0-1, 1-2, 2-3, 3-4, 5-6, 8-9, 11-13, 13-12, 13-0, 13-0, 13-0, 9-0, 9-0, 9-0, 9-10$, то есть

$$q = 2 - 6 \cdot 13 + 5 \cdot 4 + 4 \cdot 5 + 3 \cdot 15 = 9.$$

Расчеты показывают, что рассматриваемый механизм сложен и необходимо его совершенствование.

1. Решетов Л.Н. Самоустанавливающиеся механизмы: Справочник. – М.: Машиностроение, 1985. – 272 с.
2. Панасенко В.Я., Мямлин С.В., Недужая Л.А. К вопросу структурного анализа тележки электровоза // Придніпровський науковий вісник. Машинобудування та технічні науки. – Дніпропетровськ, 1997. – №35 (46). – С. 25 – 26.

Днепропетровский гос. техн. ун-т
железнодорожного транспорта

Получено 13.08.01.