

УДК 629.4.027.4

С.А. Чебуров

ПОРІВНЯННЯ ХАРАКТЕРИСТИК ЦЕНТРІВ КОЛІСНИХ ЛИТИХ ТА ЦЕНТРІВ КОЛІСНИХ КАТАНИХ

В статті наведено порівняння характеристик литих та катаних центрів колісних локомотивних.

Колеса для рухомого складу залізниць за конструкцією розділяють на безбандажні (суцільні) та бандажні (складані, збірні).

У найбільш складних умовах навантаження знаходиться обід і особливо та його поверхня, якою він котиться по рейці – поверхня катання. Метал обода повинен володіти великою міцністю, ударною в'язкістю, зносостійкістю; метал маточини, що тримається на осі пружними силами, – необхідною в'язкістю. Пружність також бажана для металу диска. Ці вимоги задовольняються в конструкції складаного колеса, де бандаж виготовляється зі сталі високої міцності та твердості, а колісний центр – із більш в'язкої та дешевої сталі [1].

Несправності колеса, в основному, утворюються в місці його контакту з рейкою – на поверхні кочення, а значить на бандажі. Допуски на спрацювання ходової частини локомотива завжди менші ніж у вагонів. У цьому випадку можливо або замінити колесо повністю (як діється з колесами вагонів), або, зробивши колесо розбірним, замінити елемент колеса, що знаходиться в контакті з рейкою, а саме – бандаж (назва знімного обода).

В Україні для колісних пар магістральних локомотивів використовуються бандажні колеса, що складаються з бандажа, колісного диска та запобіжного кільця. В такій конструкції на вісь напресовані колісні центри, на які, в гарячому стані, насаджено кільцеві бандажі.

Бандажне колесо (рисунок 1) складається з чотирьох частин: маточини 4, колісного центру 3, знімного бандажа 1, який має всі розміри обода, запобіжного кільця 2, що скріплює бандаж.

Бандаж – сталеве кільце фасонного профілю, що виготовлене методом гарячого деформування та прокатування, яке напресовується, в гарячому стані, на колісний центр.

Колісний центр – деталь складаного колеса з ободом, дисковою, коробчастою (дводисловою) або шпичевою частиною та маточиною.

Конструкції коліс і колісних центрів розрізняються за виконанням частини, що поєднує обід і маточину в одне ціле. Зазвичай це диск – плоский або з невеликою конусністю. Такі колеса називають дисковими. При більшому діаметрі розраховане дискове колесо стає дуже важким. Як альтернатива, для зменшення ваги, використовуються центри з отворами в дисках, а також шпичеві та коробчасті центри.

На колісний центр діють зусилля від посадки бандажа та запресовки осі колісної

© *Чебуров С.А., 2020*

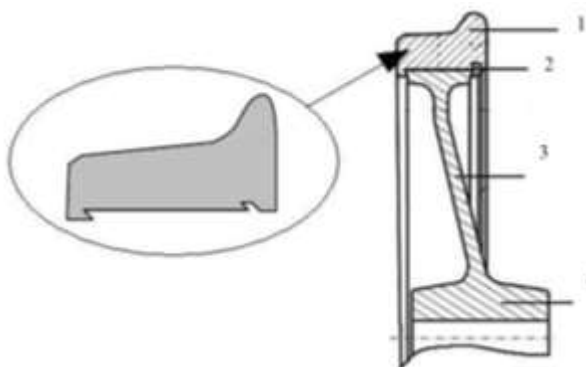
РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

пари; він також передає вертикальні та горизонтальні повздовжні і поперечні сили, які діють між бандажем і віссю колісної пари. Колісний центр повинен мати достатню міцність і жорсткість.

Шпигуві колісні центри складається з обода, подовженої маточини з обробленою за зовнішнім діаметром посадковою поверхнею для насадки зубчастого колеса, та шпигів. Перевага надається непарній кількості шпигів у колесі для запобігання їх розриву. При збільшенні діаметра колеса кількість шпигів збільшують (наприклад, при діаметрі 1250 мм – (11 – 12) шпигів, 1050 мм – 11 шпигів, 950 мм – 9 шпигів). В останній час від шпигувих колісних центрів почали відмовлятися завдяки різкій зміні жорсткості колеса в місцях сполучення шпигів з ободом, що викликає підвищений динамічний вплив коліс на рейки, особливо при проходженні стиків і стрілочних переводів. Крім того, значне скупчення металу в окремих частинах колісного центра, особливо в колісній маточині, створює великі внутрішні напруження, що викликають, під час охолодження, тріщини в маточинах.

У деяких моделях електровозів між маточиною та ободом є два диски з овальними отворами для полегшення центра, а між дисками зроблені перетинки для підвищення міцності (коробчасті центри).

Колісні центри пасажирських електровозів повинні піддаватися балансуванню.



1 – бандаж, 2 – запобіжне кільце, 3 – колісний центр, 4 – маточина

Рис. 1. Склад бандажного колеса

На більшості вітчизняних тепловозах з навантаженням від осі на рейки до 225 кН застосовуються колісні пари з колесами діаметром 1050 мм. На нових пасажирських тепловозах колеса мають діаметр 1220 мм та 1250 мм (навантаження від осі на рейки до 245 кН).

Більший діаметр коліс сприяє:

- зниженню величини контактних напружень у колесі та рейці;
- зменшенню спрацювання коліс і рейок;
- зменшенню частоти обертання колісної пари;
- зменшенню опору руху;
- зменшенню частоти хитання візка та кузова вагону;
- збільшенню простору, котре може займати тяговий електродвигун.

В той же час застосування коліс більшого діаметра має й негативні наслідки:

- збільшення ваги;
- підняття центру ваги вагону;

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

- підвищення рівня підлоги локомотива;
- погіршення умов руху по кривим малого радіусу;
- можливість скорочення бази візка.

Колісні центри, за способом виготовлення, розподіляються на литі та катані. Литі центри відливаються зі сталі особливої якості 20Л, 25Л або 20ГЛ групи III відповідно до вимог ДСТУ ГОСТ 4491:2018 (ГОСТ 4491-2016, IDT) [2]. Відлиті центри для отримання однорідної та дрібнозернистої структури металу і зняття внутрішніх напружень піддаються термічній обробці – нормалізації або нормалізації з наступним відпуском.

Колісні центри, здебільшого, відливають із мартенівської сталі 25Л III відцентровим способом. Зовнішня частина колісного центра – обід і внутрішня – маточина піддаються механічній обробці для сполучення, в подальшому, з бандажем і віссю.

Найбільш розповсюдженою причиною відмов литих колісних центрів у експлуатації є їх підвищена схильність до тріщиноутворення, що суттєво знижує безпеку руху. Передчасний вихід колісних пар з експлуатації з цієї причини призводить до додаткових витрат на простій і технічне обслуговування локомотивного парку. Виникнення тріщин в литих центрах пов'язане з наявністю в них різного типу ливарних дефектів, які обумовлені технологією виготовлення та можуть бути концентраторами напружень.

Підвищення надійності та зниження вартості життєвого циклу колісних центрів досягається за рахунок застосування на локомотивах катаних центрів, що мають більш високу якість матеріалу та однорідну структуру. Виготовлення катаних центрів із середньовуглецевої сталі підвищеної міцності дозволяє зменшити їх конструкційну вагу та невіднесену вагу локомотива в цілому.

Центр колісний катаний – центр, отриманий із суцільної заготовки методом деформування в нагрітому стані (гарячого деформування), що складається з обода, диску та маточини, який пройшов термічну обробку.

Катані колісні центри виготовляють із зливків або з безперервнолитих заготовок відповідно до нормативних документів – російського стандарту ГОСТ Р 55498-2013 [3] та технічних умов, розроблених підприємствами-виробниками. Державний стандарт на виготовлення катаних колісних центрів, наразі, на жаль, в Україні відсутній. Сталь, для виготовлення центрів, повинна бути піддана позапічній обробці та вакуумуванню з метою зменшення в металі шкідливих домішок, газів та неметалевих включень.

Катані колісні центри в нашій країні виготовляють на єдиному підприємстві – ПАТ «ІНТЕРПАЙП НТЗ», що розташоване у м. Дніпро. Даним підприємством, за роки праці за цим напрямком, було досягнуто стабільно високу якість виготовлення бандажів чорнових локомотивних для рухомого складу залізниць із зливків і із безперервнолитих заготовок.

На вантажних і пасажирських вагонах, а також на високошвидкісному рухомому складі використовують суцільнокатані дискові безбандажні колеса. Їх виготовляють із мартенівської сталі обтисненням під гідравлічним пресом. Вони, у порівнянні з бандажними, мають меншу масу і в них відсутнє ослаблення бандажів. Використання суцільнокатаних коліс зменшує вартість виготовлення колісних пар. При цьому маса колісних пар знижується і спрощується її формування, але зносостійкість їх значно менше, ніж у бандажних, вони частіше виходять із ладу в результаті пошкодження поверхні катання. Разом з тим, за вимогами безпеки, на високошвидкісному рухомому складі використовують, як правило, безбандажні. Початкова товщина обода такого колеса 70 мм. По мірі виникнення дефектів в експлуатації колеса обточують. Піс-

РЕЙКОВИЙ РУХОМИЙ СКЛАД

ля граничного зносу суцільнокатані колеса можливо переточити на дискові центри та напресувати на них окремі бандажі.

Насадка на колісний центр бандажа значно підвищує радіальне напруження в маточині, а також в інших частинах колісного центра, проте найбільш цікавим явищем є характер зміни напружень в самому бандажі. Навпроти шпиці максимальні напруження мають місце в точках зовнішнього контуру бандажа, а на середині між шпичками – в точці внутрішнього контуру. У ведучих колесах локомотива натяг бандажа, надітого на колісний центр, часто виявляється недостатнім для того, щоб вдержати бандаж на місці і запобігти його ковзанню по центру під дією сили тяги, що виникає між колесом і рейкою. Раніше, для запобігання цього ковзання, практикувалося фіксування (притягання) бандажа за допомогою болтів, що проходять через обід і розташованих між шпичками. Цей захід підвищував напруження в бандажі в тих місцях, де напруження буває й без того значним, на що вказували випадки появи тріщин під час експлуатації.

Особливості роботи двигуна тепловоза – одна з причин значного проковзування бандажем ведучих коліс. Додатково до відмічених вище факторів, що призводять до пластичної деформації, можна віднести нагрівання поверхневого шару бандажа під час гальмування. В наш час такий спосіб більше не використовується, наразі бандаж встановлюється на колісний центр за допомогою одностороннього фланця через отвори, просвердлені як в ободі, так і в цьому фланці, пропускаються болти крізь отвори, розташовуються в точках в ободі колісного центра та неподалік від зовнішніх кінців шпичок, там, де ми маємо порівняно низьку величину напружень і де просвердлення отвору для болта не представляє великої небезпеки. Кількісна оцінка цього явища отримана завдяки подальшому дослідженню напружень в точках радіальної площини, яка проходить по осі шпички.

Висновки.

Найбільш перспективною технологією виготовлення колісних центрів є штамповка на пресах, або комбінований спосіб – штамповка з прокатуванням. Позитивний досвід експлуатації підтверджує перспективність переведення на катані центри основного локомотивного парку. Це дає зменшення витрат металу, забезпечує повну механізацію процесу та призводить до покращення якості та надійності колісних пар локомотивів.

Однак подальша розробка та впровадження катаних центрів ускладнені частим виникненням дефектів обода (низька конструктивна міцність гарячого обода) в процесі прокатування, а також відсутністю єдиних технічних вимог до них на національному рівні, що сприяло б підвищенню надійної та безпечної експлуатації колісних пар локомотивів.

Також, одним з вагомих факторів впровадження бандажних коліс є ціна: катані колісні центри коштують значно дорожче ніж литі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Вагони: Учебник для вузов ж.-д. трансп. / Л. А. Шадур, И. И. Челноков, Л. Н. Никольский, Е. Н. Никольский, В. Н. Котуранов, П. Г. Проскурнев, Г. А. Казанский, А. Л. Спиваковский, В. Ф. Девятков; Под ред. Л. А. Шадура. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1980. – 439 с.
2. ДСТУ ГОСТ 4491:2018 (ГОСТ 4491-2016, IDT) Центры колесные литые железнодорожного подвижного состава. Общие технические условия.
3. ГОСТ Р 55498-2013 Центры колесные катаные для железнодорожного подвижного состава. Технические условия.