

(19)



Евразийское
патентное
ведомство

(11) 042443

(13) B1

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ЕВРАЗИЙСКОМУ ПАТЕНТУ

(45) Дата публикации и выдачи патента
2023.02.15

(51) Int. Cl. B60B 17/00 (2006.01)

(21) Номер заявки
202193259

(22) Дата подачи заявки
2020.05.20

(54) КОЛЕСО ДЛЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ТРАНСПОРТНОГО СРЕДСТВА

(31) 2019-099982

(56) EP-A1-1389539
JP-A-2004131002
JP-A-5131801

(32) 2019.05.29

(33) JP

(43) 2022.03.05

(86) PCT/JP2020/019885

(87) WO 2020/241401 2020.12.03

(71)(73) Заявитель и патентовладелец:
НИППОН СТИЛ КОРПОРЕЙШН
(JP)

(72) Изобретатель:
Като Таканори, Ямамура Йосинари,
Абе Синго, Ногуту Дзун (JP), Де Ла
Прида Кабальеро Рубен (ES)

(74) Представитель:
Медведев В.Н. (RU)

(57) В изобретении колесо (100) включает в себя ступицу (10), обод (20) и диск (30). Обод (20) включает в себя поверхность (21) катания и реборду (22). Диск (30) соединяет ступицу (10) и обод (20). Если смотреть на колесо (100) в его продольном сечении, диск (30) имеет линейную центральную линию (A) по толщине, которая наклонена таким образом, что центральная линия (A) по толщине приближается к стороне реборды (22) при ее продолжении наружу в радиальном направлении. Если смотреть на колесо (100) в его продольном сечении, внешний конец (Aa) центральной линии (A) по толщине расположен между ребордой (22) и центром (211) поверхности (21) катания в осевом направлении колеса (100).

B1

042443

042443

B1

Область техники, к которой относится изобретение

Изобретение относится к колесу, используемому в железнодорожном транспортном средстве.

Уровень техники

Колесо железнодорожного транспортного средства включает в себя ступицу, обод и диск. Ось железнодорожного транспортного средства должна быть вставлена в ступицу. Обод формирует внешнюю периферийную часть колеса и включает в себя поверхность катания и реборду. Поверхность катания представляет собой поверхность, которая входит в контакт с верхней поверхностью рельса. Реборда выступает из поверхности катания наружу в радиальном направлении колеса. Диск соединяет обод и ступицу.

Известны различные формы колес для железнодорожных транспортных средств. Например, патентный документ 1 раскрывает колесо, в котором диск, соединяющий обод и ступицу, является изогнутым. В патентном документе 1 диск имеет центральную линию по толщине, которая является криволинейной, если смотреть на колесо в его продольном сечении. Центральная линия по толщине имеет центр, который является точкой ее перегиба, и является симметричной относительно этого центра.

Патентные документы 2 и 3 также раскрывают колеса, включающие изогнутый диск. В патентных документах 2 и 3 центральная линия по толщине диска имеет форму, которая является выпуклой на стороне, противоположной реборде, если смотреть на колесо в его продольном сечении. Другими словами, центральная линия по толщине представляет собой кривую, оба конца которой расположены ближе к реборде, чем центр центральной линии по толщине.

Список цитируемых документов

Патентные документы.

Патентный документ 1: опубликованная заявка на патенте Японии № 10-29401.

Патентный документ 2: Японский перевод международной заявки РСТ № 2009-545484.

Патентный документ 3: Японский перевод международной заявки РСТ № 2015-500177.

Сущность изобретения

Техническая проблема.

В качестве одного типа тормозного устройства для железнодорожного колеса известен колодочный тормоз. В колодочном тормозе тормозная колодка прижимается к поверхности катания колеса, чтобы затормозить железнодорожное транспортное средство. Во время торможения железнодорожного транспортного средства между поверхностью катания и тормозной колодкой образуется фрикционное тепло. В результате температура колеса, особенно температура обода колеса, который формирует внешнюю периферийную часть колеса, повышается, вызывая тепловую деформацию обода колеса. Когда происходит смещение обода колеса благодаря тепловой деформации, это влияет на устойчивость движения железнодорожного транспортного средства. В частности, смещение обода в осевом направлении колеса может вызвать выхляние или сход с рельсов железнодорожного транспортного средства. В дополнение к этому, тепловая деформация обода и образование теплового напряжения в диске во время торможения железнодорожного транспортного средства могут вызвать усталостное разрушение колеса. Следовательно, необходимо уменьшить смещение обода в осевом направлении колеса и уменьшить тепловое напряжение, возникающее в диске во время торможения железнодорожного транспортного средства с помощью колодочного тормоза. Однако с обычными колесами, как проиллюстрировано в патентных документах 1-3, трудно одновременно уменьшить как смещение обода, так и тепловое напряжение в диске, возникающее во время торможения.

Задачей настоящего изобретения является предложить колесо для железнодорожного транспортного средства, которое может одновременно уменьшить смещение его обода в осевом направлении колеса и тепловое напряжение, возникающее в его диске, во время торможения железнодорожного транспортного средства с помощью колодочного тормоза.

Решение проблемы.

Колесо согласно настоящему изобретению предназначено для использования в железнодорожном транспортном средстве. Колесо включает в себя ступицу, обод и диск. Ступица формирует внутреннюю периферийную часть колеса. Ось железнодорожного транспортного средства должна быть вставлена в ступицу. Обод формирует внешнюю периферийную часть колеса. Обод включает в себя поверхность катания и реборду. Поверхность катания предназначена для контакта с верхней поверхностью рельса, по которому едет железнодорожное транспортное средство. Реборда выступает от поверхности катания наружу в радиальном направлении колеса. Диск имеет кольцевую форму и соединяет обод и ступицу. Если смотреть на колесо в его продольном сечении, диск имеет линейную центральную линию по толщине, которая наклонена таким образом, что центральная линия по толщине приближается к стороне реборды при ее продолжении наружу в радиальном направлении. Если смотреть на колесо в его продольном сечении, внешний конец центральной линии по толщине расположен между ребордой и центром поверхности катания в осевом направлении колеса. Внешний конец является тем концом из обоих концов центральной линии по толщине, который расположен дальше наружу в радиальном направлении.

Преимущества изобретения.

С помощью колеса для железнодорожного транспортного средства по настоящему изобретению можно одновременно уменьшить смещение его обода в осевом направлении колеса и тепловое напряже-

ние, возникающее в его диске, во время торможения железнодорожного транспортного средства с помощью колодочного тормоза.

Краткое описание чертежей

Фиг. 1 представляет собой продольный разрез колеса для железнодорожного транспортного средства в соответствии с одним вариантом осуществления.

Фиг. 2 представляет собой диаграмму, иллюстрирующую деформацию, происходящую в колесе во время торможения с помощью колодочного тормоза, в преувеличенном виде.

Фиг. 3 представляет собой диаграмму, иллюстрирующую формы колес аналитических моделей примеров.

Фиг. 4 представляет собой диаграмму, иллюстрирующую формы колес аналитических моделей сравнительных примеров.

Описание вариантов осуществления изобретения

Колесо в соответствии с одним вариантом осуществления используется в железнодорожном транспортном средстве. Колесо включает в себя ступицу, обод и диск. Ступица формирует внутреннюю периферийную часть колеса. Ось железнодорожного транспортного средства должна быть вставлена в ступицу. Обод формирует внешнюю периферийную часть колеса. Обод включает в себя поверхность катания и реборду. Поверхность катания предназначена для контакта с верхней поверхностью рельса, по которому едет железнодорожное транспортное средство. Реборда выступает от поверхности катания наружу в радиальном направлении колеса. Диск имеет кольцевую форму и соединяет обод и ступицу. Если смотреть на колесо в его продольном сечении, диск имеет линейную центральную линию по толщине, которая наклонена таким образом, что центральная линия по толщине приближается к стороне реборды при ее продолжении наружу в радиальном направлении. Если смотреть на колесо в его продольном сечении, внешний конец центральной линии по толщине расположен между ребордой и центром поверхности катания в осевом направлении колеса. Внешний конец является тем концом из обоих концов центральной линии по толщине, который расположен дальше наружу в радиальном направлении (первая конфигурация).

Когда тормозная колодка колодочного тормоза прижимается к поверхности катания колеса, производя трение, обод подвергается тепловой деформации так, что он смещается в осевом направлении колеса. В осевом направлении колеса, когда направление к стороне, на которой располагается реборда, упоминается как направление реборды, а противоположное направление упоминается как противоположное реборде направление, обод обычно имеет тенденцию смещаться в направлении реборды. В отличие от этого, в колесе первой конфигурации центральная линия по толщине диска является линейной и наклонена так, что центральная линия по толщине приближается к стороне реборды при ее продолжении наружу в радиальном направлении колеса, если смотреть на колесо в его продольном сечении. Когда обод должен смещаться в направлении реборды, диск, имеющий такую центральную линию по толщине, сопротивляется смещению обода, так что смещение может быть предотвращено. Следовательно, можно уменьшить смещение обода в осевом направлении во время торможения железнодорожного транспортного средства с помощью колодочного тормоза. В дополнение к этому, поскольку центральная линия по толщине не имеет точки перегиба, концентрация напряжений в диске маловероятна. Следовательно, можно уменьшить тепловое напряжение, возникающее в диске во время торможения железнодорожного транспортного средства с помощью колодочного тормоза.

В первой конфигурации смещение обода в осевом направлении уменьшается, так что обод сопротивляется качанию относительно диска. Следовательно, можно уменьшить напряжение, возникающее в корневой части обода в диске. В дополнение к этому, за счет расположения внешнего конца центральной линии по толщине между ребордой и центром поверхности катания можно уменьшить тепловое напряжение, возникающее в диске во время торможения железнодорожного транспортного средства.

Расстояние в осевом направлении от боковой поверхности обода колеса со стороны реборды до внешнего конца центральной линии по толщине предпочтительно составляет 0,3 или более от длины обода в осевом направлении (вторая конфигурация).

Угол, который образует центральная линия по толщине с осевым направлением со стороны реборды, предпочтительно составляет 87° или меньше (третья конфигурация).

Диск предпочтительно имеет толщину, которая уменьшается при его продолжении наружу в радиальном направлении до точки внутри от внешнего конца центральной линии по толщине, и имеет минимальную толщину в этой точке (четвертая конфигурация).

Вариант осуществления настоящего изобретения будет описан ниже со ссылкой на чертежи. На чертежах одинаковые или эквивалентные компоненты обозначаются одними и теми же ссылочными позициями, и их описание поэтому не повторяется.

Фиг. 1 представляет собой продольное сечение колеса 100 в соответствии с настоящим вариантом осуществления. Продольное сечение относится к сечению колеса 100 плоскостью, включающей центральную ось X колеса 100. Продольное сечение колеса 100 является симметричным вокруг центральной оси X, и таким образом фиг. 1 иллюстрирует колесо 100 только с одной стороны от центральной оси X. В настоящем варианте осуществления направление, в котором продолжается центральная ось X из колеса

100, будет упоминаться как осевое направление, а направление радиуса колеса 100 будет упоминаться просто как радиальное направление.

Показанное на фиг. 1 колесо 100 используется в железнодорожном транспортном средстве. Колесо 100 включает в себя ступицу 10, обод 20 и диск 30.

Ступица 10 формирует внутреннюю периферийную часть колеса 100. Ступица 10 имеет по существу цилиндрическую форму, осевой линией которой является центральная ось X. Ось железнодорожного транспортного средства (не показана) вставляется в ступицу 10.

Обод 20 формирует внешнюю периферийную часть колеса 100. Обод 20 располагается снаружи ступицы 10 в радиальном направлении. В дополнение к этому, обод 20 располагается так, чтобы он находился снаружи от ступицы 10 в направлении ширины рельса. Другими словами, центр C_{20} ширины обода, иллюстрируемый штрихпунктирной линией с двумя точками на фиг. 1, расположен снаружи от центра C_{10} ширины ступицы, проиллюстрированного аналогичной штрихпунктирной линией с двумя точками в направлении ширины рельса.

Обод 20 включает в себя поверхность 21 катания и реборду 22. Поверхность 21 катания обращена наружу в радиальном направлении. Поверхность 21 катания предназначена для контакта с верхней поверхностью рельса, по которому едет железнодорожное транспортное средство. Диаметр поверхности 21 катания постепенно увеличивается в направлении к реборду 22. Форма поверхности 21 катания не ограничивается какой-либо конкретной формой. Например, поверхность 21 катания может быть конической или дугообразной.

Реборда 22 предусматривается на одном конце обода 20 в осевом направлении. В осевом направлении колеса 100 направление к стороне, на которой располагается реборда 22, будет упоминаться как направление реборды, а противоположное направление будет упоминаться как противоположное реборде направление. Реборда 22 выступает из поверхности 21 катания наружу в радиальном направлении. Когда железнодорожное транспортное средство движется по правому и левому рельсам, реборда 22 находится с внутренней стороны рельсов. Реборда 22 включает в себя боковые поверхности 221 и 222. Когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении, каждая из боковых поверхностей 221 и 222 имеет криволинейную форму, включающую один или более типов дуг.

Боковая поверхность 221 располагается на стороне, находящейся ближе к поверхности 21 катания в осевом направлении. Боковая поверхность 221 соединяется с поверхностью 21 катания посредством галтели 23. Если смотреть на колесо 100 в его продольном сечении, галтель 23 имеет криволинейную форму, включающую один или более типов дуг, и плавно соединяет боковую поверхность 221 с поверхностью 21 катания. Кривизна поверхности обода 20 изменяется на границе 24 между галтелью 23 и поверхностью 21 катания. Часть поверхности 21 катания, смежная с границей 24, имеет кривизну, абсолютная величина которой значительно меньше, чем абсолютные величины кривизны боковой поверхности 221 реборды 22 и галтели 23.

Боковая поверхность 222 располагается на стороне, противоположной боковой поверхности 221 в осевом направлении. Боковая поверхность 222 соединяется с боковой поверхностью 25, которая является одной из обеих боковых поверхностей 25 и 26 обода 20 колеса.

Диск 30 имеет кольцевую форму. Диск 30 соединяет ступицу 10 и обод 20. Диск 30 имеет толщину, которая в целом меньше по толщине ступицы 10 и обода 20. По толщине ступицы 10 и обода 20 относятся к длинам ступицы 10 и обода 20 в осевом направлении, соответственно. Толщина диска 30 является длиной диска 30 в осевом направлении. Толщина диска 30 является большей со стороны ступицы 10 и маленькой со стороны обода 20.

Диск 30 включает в себя боковые поверхности 31 и 32. Боковая поверхность 31 является поверхностью, расположенной со стороны реборды 22 в осевом направлении. Боковая поверхность 32 располагается на стороне, противоположной боковой поверхности 31 в осевом направлении. Если смотреть на колесо 100 в его продольном сечении, боковые поверхности 31 и 32 соединяются с ободом 20 посредством дуг 41 и 42, соответственно. Боковые поверхности 31 и 32 соединяются со ступицей 10 посредством дуг 43 и 44, соответственно.

В настоящем варианте осуществления один из конца 411 дуги 41 со стороны диска 30 и конца 421 дуги 42 со стороны диска 30, которые являются более внутренними, чем другие, в радиальном направлении, определяется как внешний периферийный конец диска 30 колеса. В дополнение к этому, один из конца 431 дуги 43 со стороны диска 30 и конца 441 дуги 44 со стороны диска 30, которые являются более внешними, чем другие, в радиальном направлении, определяется как внутренний периферийный конец диска 30. Внешний периферийный конец диска 30 колеса может рассматриваться как корень обода 20 для диска 30. Внутренний периферийный конец диска 30 может рассматриваться как корень ступицы 10 для диска 30 колеса. В настоящем варианте осуществления конец 421 дуги 42 и конец 441 дуги 44 являются внешним периферийным концом и внутренним периферийным концом диска 30, соответственно.

Толщина диска 30 уменьшается в радиальном направлении наружу до точки внутри от внешнего периферийного конца 421, и является минимальной в этой точке. Другими словами, диск 30 колеса имеет минимальную толщину в некоторой части, располагающейся от внешнего периферийного конца 421 внутрь в радиальном направлении и в непосредственной близости от внешнего периферийного конца

421. Положение, в котором толщина диска 30 колеса является минимальной, по существу совпадает с положением, в котором изгибающее напряжение, создаваемое в диске 30 изгибающей нагрузкой, получаемой колесом 100 от рельса при прохождении железнодорожным транспортным средством криволинейного участка пути, минимизируется. Например, толщина диска 30 может минимизироваться в положении, отстоящем на 5-30 мм внутрь от внешнего периферийного конца 421 в радиальном направлении.

Диск 30 имеет центральную линию по толщине А. Центральная линия по толщине А является линией, которая проходит посередине между боковыми поверхностями 31 и 32 от ступицы 10 до обода 20. Когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении, центральная линия по толщине А имеет линейную форму. Линейная форма в настоящем документе включает в себя не только идеальную прямую линию, но также и очень плавную дугу, имеющую радиус кривизны, например, 1000 мм или больше, или даже многоугольную ломаную линию. Другими словами, центральная линия по толщине А является любой линией, которая может быть признана по существу прямой линией, когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении. Поскольку центральная линия по толщине А имеет линейную форму, когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении, диск 30 имеет по существу форму плоского диска и не изгибается в осевом направлении.

Когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении, центральная линия по толщине А наклонена относительно радиального направления таким образом, что центральная линия по толщине А приближается к стороне реборды 22 в радиальном направлении наружу. Из обоих концов Аа и Аб центральной линии по толщине А конец Аа, который расположен наружу в радиальном направлении, будет упоминаться как внешний конец центральной линии по толщине А, а конец Аб, который расположен внутрь в радиальном направлении, будет упоминаться как внутренний конец центральной линии по толщине А. Внешний конец Аа центральной линии по толщине А является точкой, в которой центральная линия по толщине А соединяется с прямой линией, которая проходит в осевом направлении через внешний периферийный конец 421 диска 30. Внутренний конец Аб центральной линии по толщине А является точкой, в которой центральная линия по толщине А соединяется с прямой линией, которая проходит в осевом направлении через внутренний периферийный конец 441 диска 30.

В осевом направлении внешний конец Аа центральной линии по толщине А располагается внутри диапазона R между ребордой 22 и центром 211 поверхности 21 катания. Другими словами, внешний конец Аа относительно боковой поверхности 221 реборды 22 располагается в направлении, противоположном реборде. В дополнение к этому, внешний конец Аа относительно центра 211 поверхности 21 катания располагается в направлении реборды. Центр 211 поверхности 21 катания относится к среднему положению в осевом направлении между границей 24 между поверхностью 21 катания и галтелью 23 и боковой поверхностью 26 обода 20 колеса.

За счет расположения внешнего конца Аа центральной линии по толщине А между ребордой 22 и центром 211 поверхности 21 катания расстояние в осевом направлении между диском 30 и боковой поверхностью 25 обода 20 со стороны реборды 22 сохраняется. Предположим, что расстояние в осевом направлении от боковой поверхности 25 обода 20 до внешнего конца Аа центральной линии по толщине А обозначается положением P_w диска. Положение P_w диска определяется подходящим образом в соответствии со спецификациями колодочного тормоза, используемого для колеса 100 и т.п. Например, положение P_w диска [мм] предпочтительно составляет 0,3 или больше от ширины W_t [мм] обода 20 ($P_w/W_t \geq 0,3$). Положение P_w диска [мм] предпочтительно составляет 0,6 или меньше от ширины W_t [мм] обода 20 ($P_w/W_t \leq 0,6$). Ширина W_t обода 20 является длиной обода 20 в осевом направлении, и является максимальным расстоянием от боковой поверхности 25 со стороны реборды 22 до боковой поверхности 26 с противоположной стороны в осевом направлении.

Когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении, центральная линия по толщине А образует некоторый угол θ с осевым направлением со стороны реборды 22. В том случае, когда центральная линия по толщине А является очень плавной кривой, угол θ определяется как угол между касательной линией в центре центральной линии по толщине А (посередине между внешним концом Аа и внутренним концом Аб) и осевым направлением. В том случае, когда центральная линия по толщине А является многоугольной ломаной линией, угол θ определяется как угол между самым длинным сегментом среди всех сегментов центральной линии по толщине А и осевым направлением.

Угол θ составляет менее 90° . Угол θ предпочтительно составляет 87° или меньше, что, однако, зависит от спецификаций колодочного тормоза, используемого для колеса 100 и т.п. Угол θ предпочтительно составляет 75° или больше.

Преимущества варианта осуществления

Фиг. 2 представляет собой диаграмму, иллюстрирующую только сечение колеса 100, проиллюстрированного на фиг. 1, и показывающую в преувеличенном виде деформацию, возникающую в колесе 100 во время торможения колодочным тормозом. Как показано на фиг. 2, когда тормозная колодка колодочного тормоза прижимается к поверхности 21 катания колеса 100, обод 20 подвергается тепловой деформации из-за трения и имеет тенденцию смещаться в сторону реборды 22 в осевом направлении (в направлении реборды). Однако в колесе 100 в соответствии с настоящим вариантом осуществления можно

уменьшить такое смещение обода 20 колеса. В колесе 100 центральная линия по толщине А диска 30 имеет линейную форму, когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении. В дополнение к этому, центральная линия по толщине А наклонена таким образом, что она приближается к стороне реборды 22 в радиальном направлении наружу. В результате, даже при том, что обод 20 должен смещаться в направлении реборды во время торможения железнодорожного транспортного средства колодочными тормозами, диск 30 сопротивляется смещению обода 20, так что смещение может быть предотвращено. Следовательно, возможно уменьшить смещение обода 20 в осевом направлении.

В колесе 100 в соответствии с настоящим вариантом осуществления, поскольку центральная линия по толщине А является линейной, когда колесо 100 рассматривается в его продольном сечении, диск 30 колеса по существу не имеет точки перегиба. В результате образование концентрации напряжений в диске 30 во время торможения железнодорожного транспортного средства колодочным тормозом становится маловероятным. Следовательно, возможно уменьшить не только смещение обода 20 в осевом направлении, но также и тепловое напряжение в диске 30.

В настоящем варианте осуществления положение R_w диска предпочтительно составляет 0,3 или больше от ширины W_t обода 20. Следовательно, возможно дополнительно уменьшить смещение обода 20 в осевом направлении.

В настоящем варианте осуществления угол θ , который образует центральная линия по толщине А с осевым направлением со стороны реборды 22, предпочтительно устанавливается равным 87° или меньше. Тем самым можно более надежно уменьшить смещение обода 20 колеса в осевом направлении и тепловое напряжение, возникающее в диске 30.

В настоящем варианте осуществления толщина диска 30 уменьшается в радиальном направлении наружу до некоторой точки внутри от внешнего конца A_a центральной линии по толщине А, и является минимальной в этой точке. Более конкретно, в диске 30 положение, в котором изгибающее напряжение, создаваемое изгибающей нагрузкой, получаемой от рельса, когда железнодорожное транспортное средство проходит криволинейный участок пути, по существу совпадает с положением с минимальной толщиной. С помощью этой конфигурации можно предотвратить усталостное разрушение диска 30, увеличивая срок службы колеса 100.

Выше был описан один вариант осуществления настоящего изобретения, но настоящее изобретение не ограничивается вышеупомянутым вариантом осуществления, и могут быть сделаны различные модификации, не выходящие за рамки сущности и объема настоящего изобретения.

Пример

Далее настоящее изобретение будет описано более подробно со ссылкой на пример. Однако настоящее изобретение не должно рассматриваться как ограничиваемое примером, описанным ниже.

Для оценки эффектов, вызываемых колесом для железнодорожного транспортного средства в соответствии с настоящим изобретением, был проведен численный анализ методом конечных элементов (анализ FEM). При анализе методом конечных элементов была создана аналитическая модель, имеющая ту же форму, что и у колеса 100 согласно вышеописанному варианту осуществления (фиг. 1), и оценка проводилась на аналитической модели, в то время как угол центральной линии по толщине А (угол диска) θ [°] и положение R_w диска [мм] изменялись. В целях сравнения оценка проводилась на аналитических моделях, каждая из которых имела форму колеса, которая обычно используется в Европе или Северной Америке.

Фиг. 3 представляет собой диаграмму, иллюстрирующую формы колеса (очертания 1/2 сечения) аналитических моделей примеров 1-4. Все формы колеса аналитических моделей примеров 1-4 являются такими, что их ступицы колеса помещаются ближе к центру пути (ближе к центру колесной пары), чем их ободы. Фиг. 4 представляет собой диаграмму, иллюстрирующую формы колеса (очертания 1/2 сечения) аналитических моделей сравнительных примеров 1-5. Как показано на фиг. 3 и 4, в примерах 1-4 и сравнительных примерах 1-3 центральные линии по толщине А были линейными. Однако в примерах 1-4 углы θ были меньше чем 90° , а в сравнительных примерах 1-3 углы θ были равны 90° или больше. Как проиллюстрировано на фиг. 4, в сравнительном примере 4 и сравнительном примере 5 центральные линии по толщине А изгибаются в отличие от примеров 1-4 и сравнительных примеров 1-3. Аналитическая модель сравнительного примера 4 имеет форму колеса, которая обычно используется в Европе. Аналитическая модель сравнительного примера 5 имеет форму колеса, которая обычно используется в Северной Америке. Параметры формы каждой аналитической модели показаны в табл. 1.

Таблица 1

	Угол диска θ [°]	Положение Pw диска [мм]	Положение Pw диска/Ширина обода Wг
Пример 1	85	36	0,26
Пример 2	85	52	0,37
Пример 3	85	66	0,47
Пример 4	87	66	0,47
Сравнительный пример 1	90	52	0,37
Сравнительный пример 2	100	52	0,37
Сравнительный пример 3	110	52	0,37
Сравнительный пример 4	-	72	0,51
Сравнительный пример 5	-	93	0,66

Анализ FEM проводился с помощью программного обеспечения общего назначения (ABAQUS Ver.6.12 производства компании Dassault Systemes SE). В ходе анализа для моделирования торможения железнодорожного транспортного средства колодочным тормозом поток тепла подавался к той области поверхности катания колеса, которая должна контактировать с тормозной колодкой колодочного тормоза. Продолжительность торможения была установлена на 1200 с, и внутренняя периферийная часть колеса была полностью ограничена. В дополнение к этому, чтобы оценить напряжение, возникающее в колесе, когда железнодорожное транспортное средство движется по рельсу (механическое напряжение), нагрузка была приложена к поверхности катания колеса в том положении, в котором поверхность катания должна контактировать с рельсом. При этом нагрузка была установлена равной 40 т для каждой колесной пары.

Результаты анализа FEM показаны в табл. 2. В табл. 2 смещение обода [мм] показывает максимальное смещение обода колеса в осевом направлении во время торможения, где смещение в направлении реборды показано как отрицательное, а смещение в противоположном реборде направлении показано как положительное. Смещение обода оценивалось в положении диаметра колеса 890 мм на боковой поверхности обода колеса со стороны реборды. Тепловое напряжение диска показывает максимальное напряжение в диске во время торможения. Механическое напряжение диска показывает максимальное значение амплитуды напряжения диска во время одного оборота колеса на рельсе (1/2 диапазона напряжения). Табл. 2 для каждого из примеров и сравнительных примеров показывает тепловое напряжение диска, выражаемое в форме его отношения к тепловому напряжению диска примера 1, а также механическое напряжение диска, выражаемое в форме его отношения к механическому напряжению диска примера 1.

Таблица 2

	Смещение обода колеса [мм]	Тепловое напряжение диска колеса [-]	Механическое напряжение диска колеса [-]
Пример 1	-1,5	1,00	1,00
Пример 2	-0,7	0,96	1,00
Пример 3	-0,2	0,86	0,91
Пример 4	-0,4	0,75	0,99
Сравнительный пример 1	-2,0	0,78	1,05
Сравнительный пример 2	-3,8	0,99	0,78
Сравнительный пример 3	-3,8	0,92	1,00
Сравнительный пример 4	-0,2	1,29	0,99
Сравнительный пример 5	-2,4	0,77	1,14

В сравнительном примере 5 центральная линия по толщине А имела по существу S-образную форму, а в диске корневая часть ступицы колеса была отделена от корневой части обода в осевом направлении (фиг. 4). При такой форме колеса можно спроектировать снижение теплового напряжения диска, но невозможно уменьшить смещение обода. Фактически, в сравнительном примере 5 смещение обода составляло -2,4 мм, и в результате обод значительно смещался в направлении реборды. В отличие от этого, в примерах 1-4, в которых центральные линии по толщине А были линейными, смещения обода составляли от -1,5 до -0,2 мм, то есть гораздо меньше по сравнению со сравнительным примером 5.

В сравнительных примерах 1-3 центральные линии по толщине А были линейными, как и в примерах 1-4. Однако хотя углы θ примеров 1-4 были менее 90°, углы θ сравнительных примеров 1-3 были равны 90° или больше. В сравнительных примерах 1-3 смещения обода колеса составляли от -2,0 до -3,8 мм. В отличие от этого, в примерах 1-4, в которых углы θ составляли менее 90°, смещения обода составили от -1,5 до -0,2 мм, то есть гораздо меньше по сравнению со сравнительными примерами 1-3. В частности, в примерах 2-4, в которых отношения их положений Pw диска [мм] к ширинам Wг обода [мм] были равны 0,3 или больше, смещения обода находились в допустимых пределах в соответствии с европейским стандартом EN 13979-1 (от -1,0 до 3,0 мм).

В сравнительном примере 4 диск имел две точки перегиба (фиг. 4). При такой форме колеса можно спроектировать уменьшение смещения обода колеса, но невозможно уменьшить тепловое напряжение диска колеса. Фактически в сравнительном примере 4 отношение его теплового напряжения в диске к напряжению в примере 1 составило 1,29. В отличие от этого, в примерах 1-4, в которых центральные линии по толщине А были линейными, отношения их теплового напряжения в диске к напряжению в примере 1 были уменьшены до 0,75-1,00. В примерах 2-4, в которых положения Pw диска были относительно большими, их тепловые напряжения в диске были дополнительно уменьшены.

Тепловые напряжения в диске сравнительных примеров 1-3 также были уменьшены по сравнению

со сравнительным примером 4. В частности, тепловое напряжение диска сравнительного примера 1, в котором угол θ составлял 90° , было меньше, чем в диске примеров 1-3. Однако в сравнительном примере 1 механическое напряжение в диске было большим по сравнению с примерами. Следовательно, с учетом механического напряжения диска угол θ должен составлять менее 90° .

Таким образом, было подтверждено, что в колесе для железнодорожного транспортного средства за счет линейности центральной линии по толщине А его диска, наклона центральной линии по толщине А таким образом, чтобы она приближалась к стороне реборды в радиальном направлении наружу, а также угла наклона θ менее 90° можно одновременно уменьшить смещение обода и тепловое напряжение диска. В соответствии с результатами анализа примеров 1-4 за счет угла наклона θ , равного 87° или меньше, можно более надежно уменьшить смещение обода и тепловое напряжение в диске. В дополнение к этому, в соответствии с результатами анализа примеров 2-4, когда отношение положения Рw диска к ширине Wt обода колеса равно 0,3 или больше, можно дополнительно уменьшить смещение обода.

Список ссылочных позиций

100 - Колесо;
10 - ступица,
20 - обод;
21 - поверхность катания;
22 - реборда;
30 - диск;
А - центральная линия по толщине.

ФОРМУЛА ИЗОБРЕТЕНИЯ

1. Колесо для железнодорожного транспортного средства, содержащее ступицу, которая формирует внутреннюю периферийную часть колеса и в которую вставляется ось железнодорожного транспортного средства;

обод, который формирует внешнюю периферийную часть колеса и включает в себя поверхность катания, контактирующую с верхней поверхностью рельса, по которому движется железнодорожное транспортное средство, и реборду, выступающую наружу от поверхности катания в радиальном направлении колеса, причем обод располагается так, чтобы он находился снаружи от ступицы в направлении ширины рельса; и

диск, который имеет кольцевую форму и соединяет ступицу и обод, при этом, если смотреть на колесо в продольном сечении,

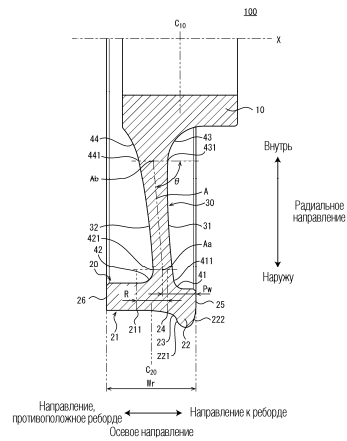
диск имеет линейную центральную линию по толщине, наклоненную таким образом, что центральная линия по толщине приближается к стороне реборды при ее продолжении наружу в радиальном направлении, и

из обоих концов центральной линии по толщине, внешний конец, который расположен дальше наружу в радиальном направлении, расположен между ребордой и центром поверхности катания в осевом направлении колеса.

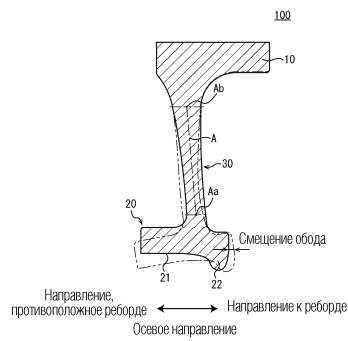
2. Колесо по п.1, в котором расстояние в осевом направлении от боковой поверхности обода со стороны реборды до внешнего конца центральной линии по толщине составляет 0,3 или более от длины обода в осевом направлении.

3. Колесо по п.1 или 2, в котором угол, который образует центральная линия по толщине с осевым направлением со стороны реборды, составляет 87° или меньше.

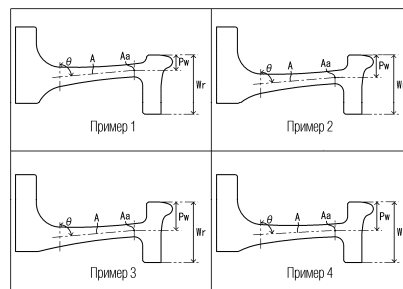
4. Колесо по любому из пп.1-3, в котором диск имеет толщину, которая уменьшается при его продолжении наружу в радиальном направлении до точки внутри от внешнего конца центральной линии по толщине, и имеет минимальную толщину в этой точке.



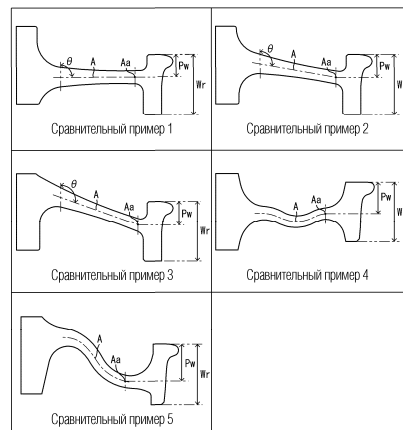
Фиг. 1



Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4

