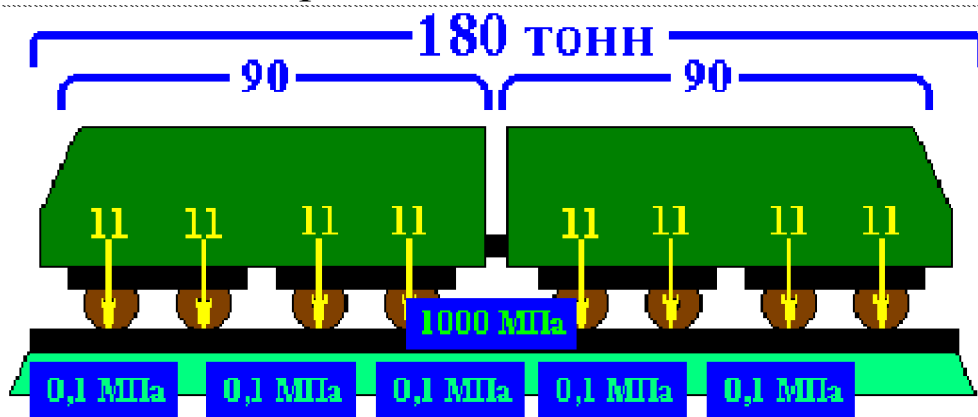


Колесная пара - является ответственным узлом ПС, непосредственно влияющим на безопасность движения поездов

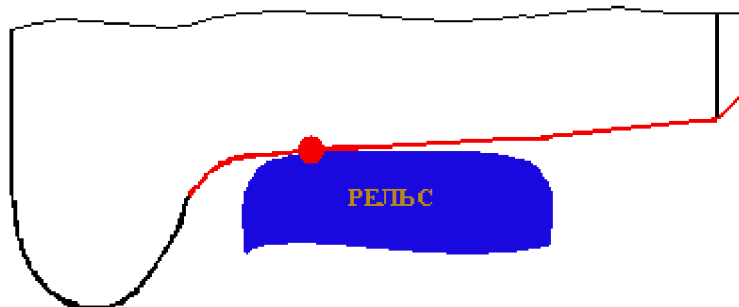
Назначение колесной пары

1. Передачи веса на путь, т.е. является опорой. Место касания колеса с рельсом изображают в виде точки, а реально составляет до 3 см²;

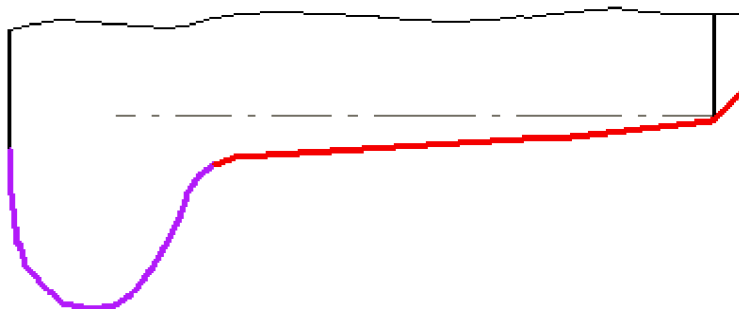
Распределение веса
от колесных пар



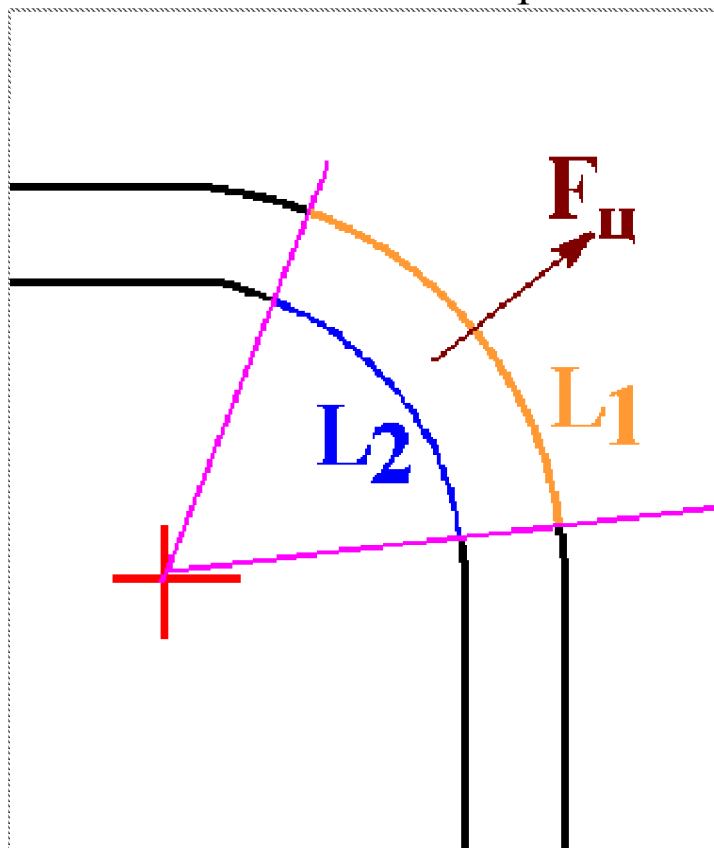
Место касания
колеса с рельсом



2. Для направления движения ПС в рельсовой колее за счет специального профиля (гребень удерживает КП внутри колее, **уклоны** позволяют безопасно пройти кривые);



Гребень не позволяет колесной паре выйти из рельсовой колеи и направляет её вдоль рельсов

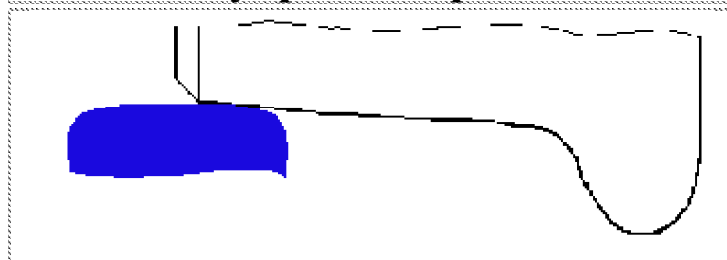


При прохождении кривого участка должны пройти разные расстояния по внутреннему рельсу L_2 , причем L_1 жестко связаны и поэтому не могут вращаться с разной скоростью, а следовательно пройти разное число оборотов.

Из курса физики известно, что при движении действует центробежная сила $F_{ц}$, которая вытолкнет ПС из рельсовой колеи. ПС покатится по внешнему рельсу, прижмется к нему, а колесо, которое катится по внутреннему рельсу, сместится к наружной грани.

Для того, чтобы колеса проходили по поверхности по которой катится колесо, т.е. у гребня диаметр колеса - больше, чем у гребня. Чем больше диаметр, тем больше может пройти колесо за одинаковое время.

Внутренний рельс



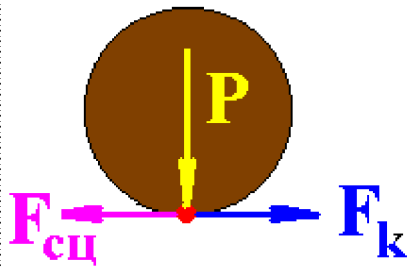
Внешний рельс



По мере работы КП ее поверхность катания изнашивается и идеальные условия вписывания в кривые изменяются на неблагоприятные.

3. Образование силы тяги локомотива

Сила сцепления $F_{сц} = \psi \cdot P$



r - нагрузка от колеса на рельс
 ψ - коэффициент сцепления - природный фактор
 F_k - Сила тяги - появляется при наличии $F_{сц}$ и приложении вращающего момента ТЭД

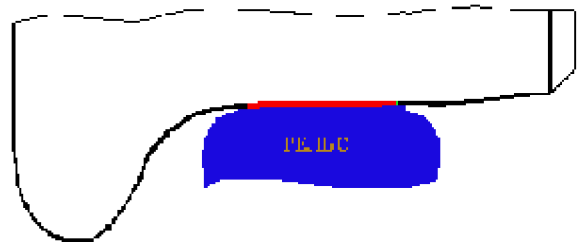
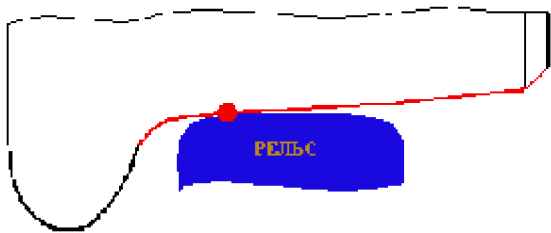
$$F_{сц} > F_k$$

Все элементы колесной пары воспринимают большие нагрузки, поэтому они постоянно подвергаются ТО, осмотру и инструментальному контролю для выявления неисправностей, влияющих на безопасность движения.



Касание нового профиля колеса

Касание изношенного профиля колеса



Все основные детали колесной пары подлежат **клеймению** для их идентификации при возникающих авариях



Основные элементы колесной пары

1 Ось	Соединяет движущиеся колеса и зубчатое колесо в единое целое – колесную пару
2 Колеса	Являются опорой
3 Зубчатые колеса	Имеются только на локомотивах и передают вращающий момент с тягового двигателя на колесную пару

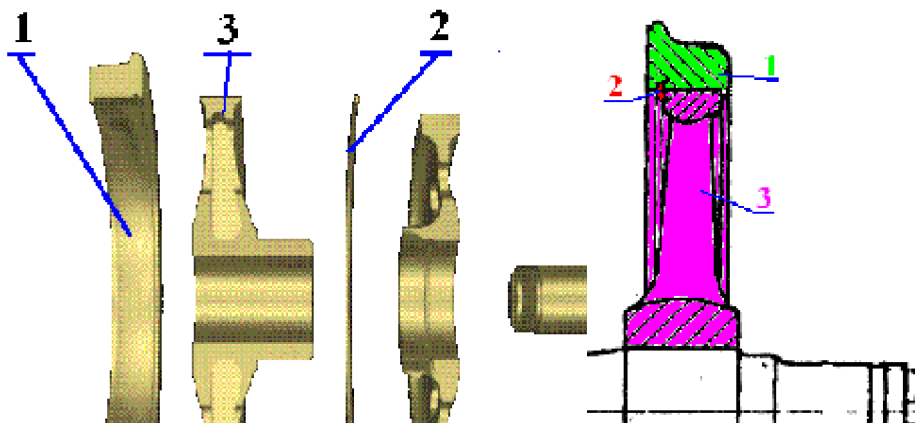


В зависимости от исполнения колеса колесных пар бывают:

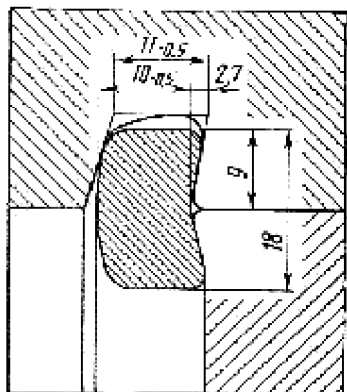
СОСТАВНЫЕ

ЦЕЛЬНОКАТАНЫЕ

Конструкция составного колеса

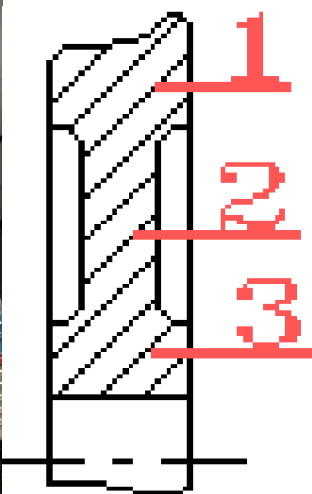


- 1 Бандаж
- 2 Бандажное кольцо
- 3 Колесный центр



Бандаж устанавливается на колесный центр горячей посадкой. После нагрева бандажа он заводится на колесный центр и с другой стороны фиксируется бандажным кольцом.

Цельнокатаное колесо



1. Обод
2. Средняя часть
3. Ступица

Цельнокатаные колеса применяются: на вагонах и на отдельных видах локомотивов, например на ЧС200

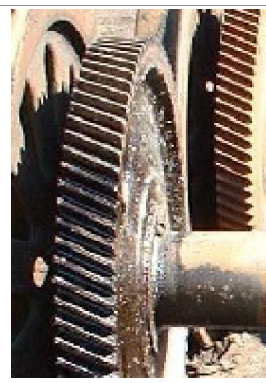
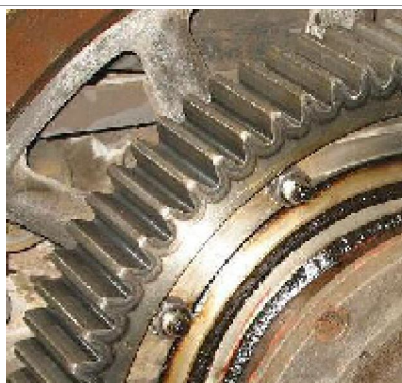
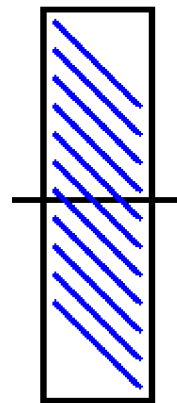
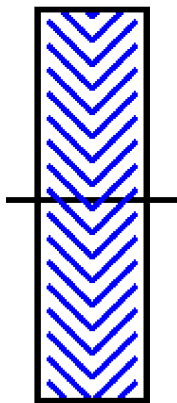
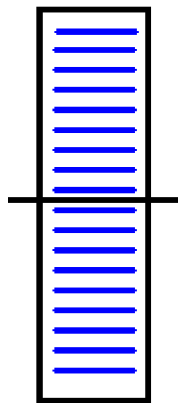


В зависимости от количества зубчатых колес КП локомотивов бывают:

<p>С односторонней зубчатой передачей</p>		<p>С двухсторонней зубчатой передачей</p>	

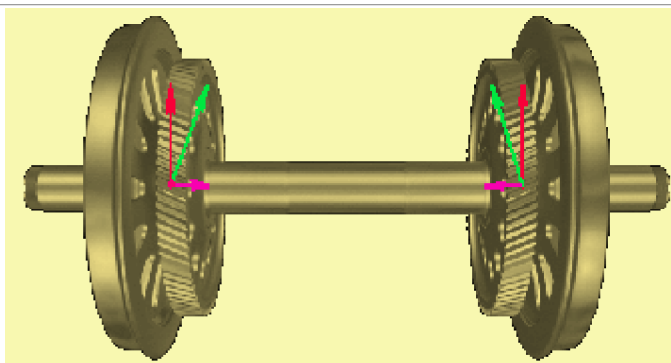
Виды зубчатых колес

Прямозубое колесо	Шевронное колесо	Косозубое колесо
-------------------	------------------	------------------



Косозубое зацепление

(почему наклон зубьев делают в разные стороны)



Сила приложенная от ТЭД, которая раскладывается на две составляющие:

Вращающая сила

Осевая сила, центрирующая вал якоря ТД относительно зубчатых колес

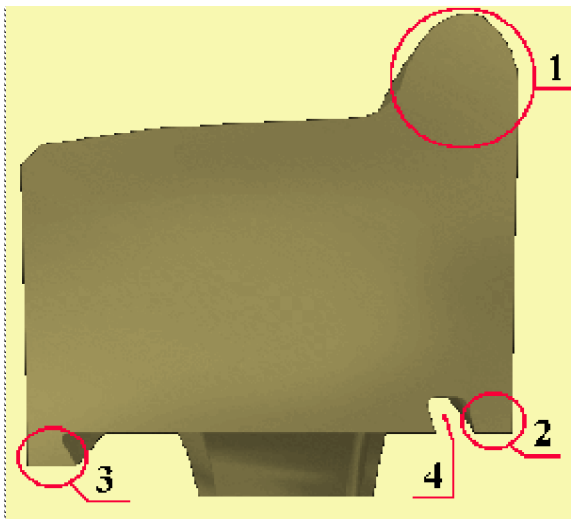
Наклон зубьев в разные стороны компенсирует осевую составляющую

Бандаж

Бандаж крепится горячей посадкой на колесный центр.

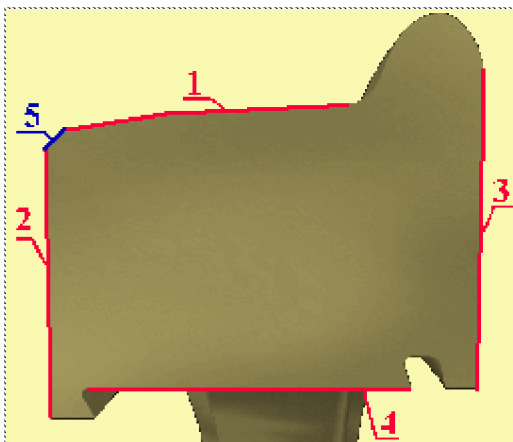
В поперечном сечении различают основные части

Препятствует выходу



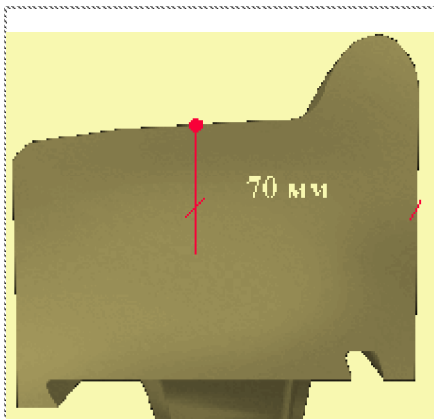
1	Гребень	колесной пары из рельсовой колеи
2	Обжимной бурт	Обжимает бандажное кольцо, для его фиксации
3	Упорный бурт	Фиксирует бандаж на колесном центре
4	Паз под бандажное кольцо	Для расположения бандажного кольца

Поверхности бандажа

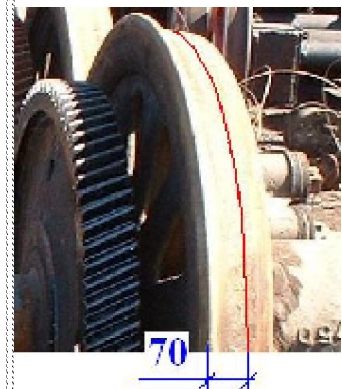


1. Поверхность катания
2. Наружная грань бандажа
3. Внутренняя грань бандажа
4. Посадочная поверхность
5. Фаска

Круг катания

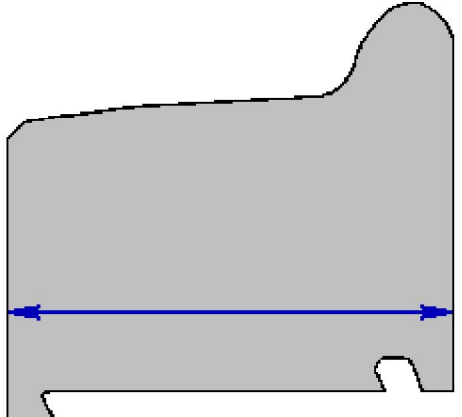
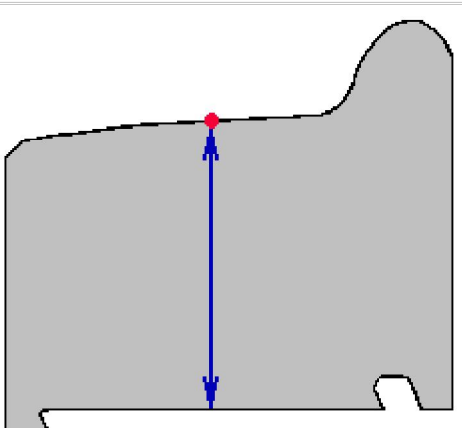
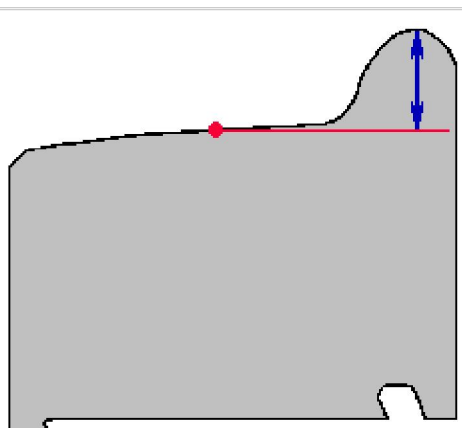
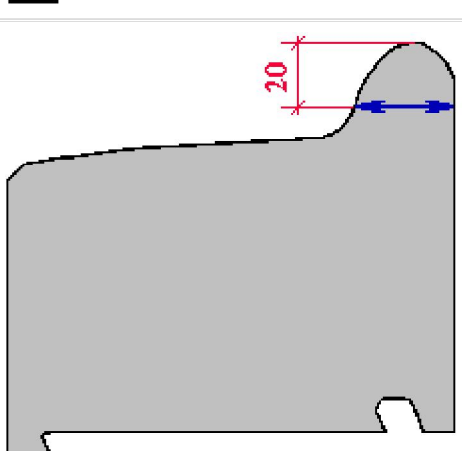


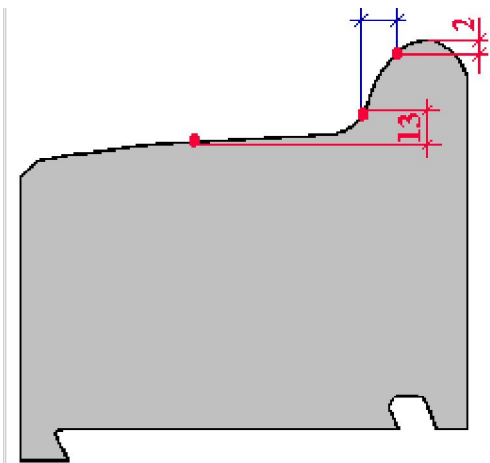
Круг катания – линия поверхности катания на расстоянии 70 мм от внутренней грани бандажа.
Круг катания - это условная линия, обеспечивающая единство измерений любого бандажа



Геометрические размеры бандажа:

Название	Определение	Для профиля бандажа по ГОСТу

	<p>Ширина бандажа</p>	<p>Расстояние от внутренней грани бандажа до наружной грани бандажа</p>	<p>Локомотивы – 140 мм МВС – 130 мм</p>
	<p>Толщина бандажа</p>	<p>Расстояние от посадочной поверхности до поверхности катания, измеренное по кругу катания</p>	<p>От 90 мм до 40 мм (35мм для моторных вагонов МВС и 30 мм прицепных вагонов МВС)</p>
	<p>Высота гребня</p>	<p>Расстояние от круга катания до вершины гребня измеренное по вертикали от круга катания у вновь обточенного профиля</p>	<p>Локомотивы – 30 мм МВС – 28 мм</p>
	<p>Толщина гребня</p>	<p>Расстояние измеренное от внутренней поверхности гребня до наружной поверхности гребня на высоте:</p> <ul style="list-style-type: none"> • 20 мм для локомотивов • 18 мм для МВС <p>от вершины гребня</p>	<p>25-33 при $V < 120$ км\ч 28-33 при $120 < V < 140$ км\ч;</p>



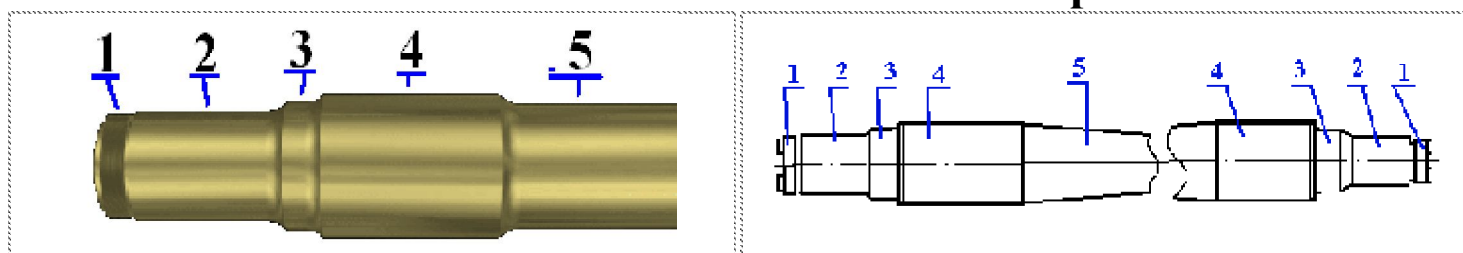
Крутизна гребня

Расстояние измеренное от точки, расположенной в 2-х мм от вершины гребня до точки расположенной на расстоянии 13мм от круга катания

Не менее 6,5

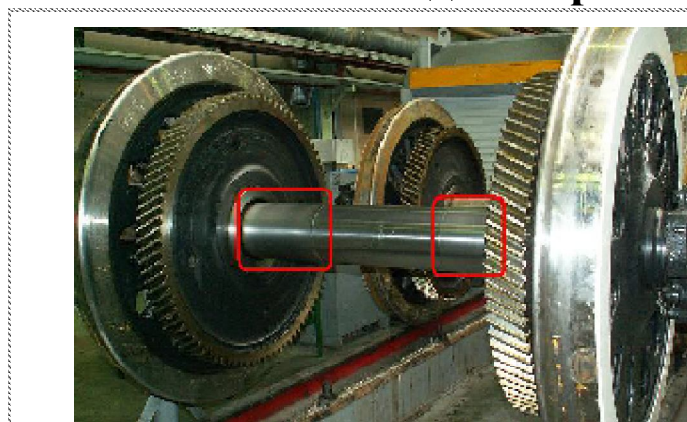
Ось колесной пары

Основные части оси колесной пары

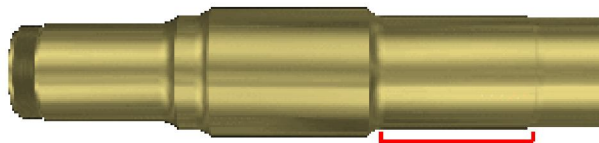


	Название части	Назначение
1	Резьбовая часть	Для накручивания корончатой гайки – фиксирующей буксовый узел на шейке
2	Шейка оси (буксовая)	Для расположения буксового узла
3	Предподступичная часть	Для посадки лабиринтного кольца буксового узла и уменьшения напряжений при переходе к шейке оси
4	Подступичная часть	Для посадки колесного центра
5	Средняя часть оси	Соединяет левую и правую части оси

Шейка под моторноосевые подшипники (МОП)

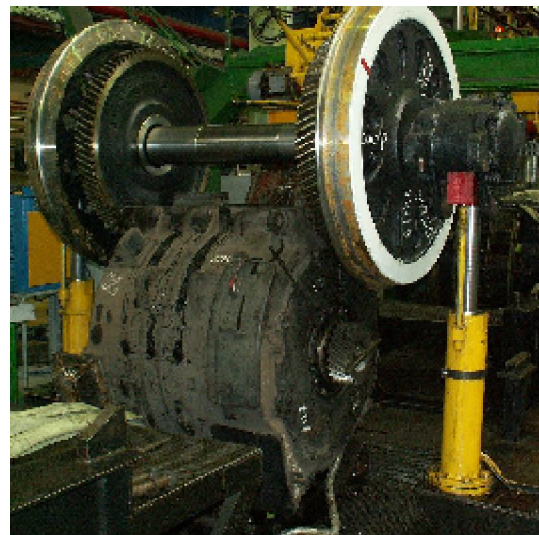
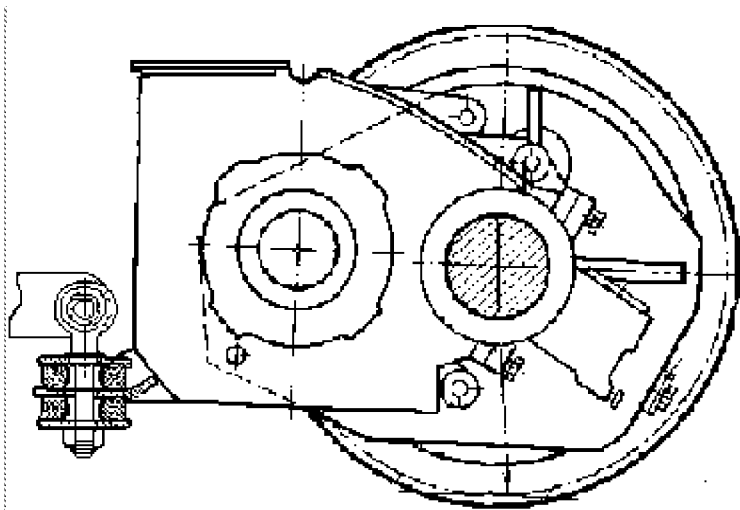


Данная часть имеется только на осях тех локомотивов, где тяговый двигатель опирается на ось, т.е. имеет опорно-осевое подвешивание.

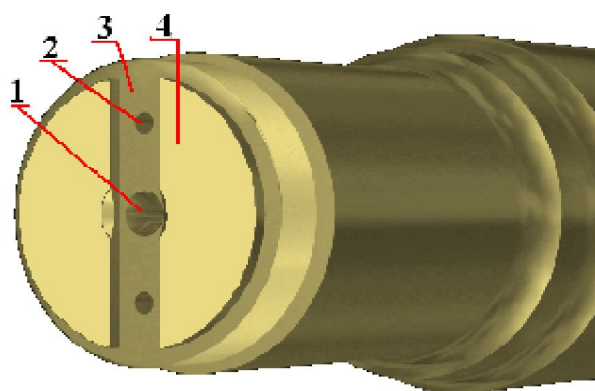


Опорно-осевое подвешивание ТД

Позиция сборки ТЭД с КП

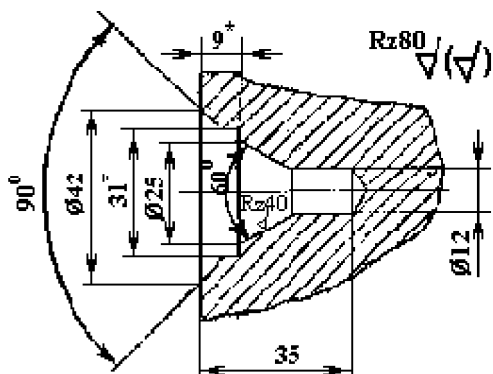


Торец оси

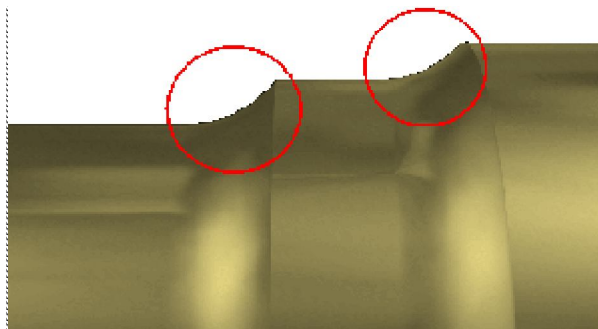


- 1 Центровое отверстие.** Технологическое отверстие применяется для центрирование колесной пары при ее обточке на токарном станке
- 2 Два резьбовых отверстия** для вкручивания болтов, фиксирующих стопорную планку
- 3 Паз для стопорной планки,** фиксирующая корончатую гайку от раскручивания
- 4 Место для нанесения клейм и знаков.**

Крепление буксового узла



Галтели

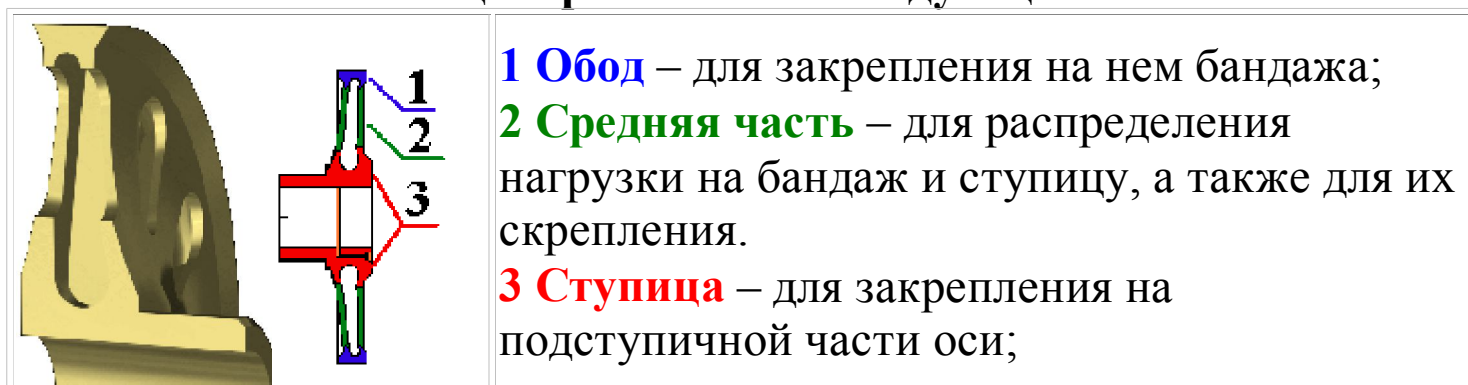


Галтель - плавный переход между частями оси, предназначен для плавного изменения внутренних напряжений в оси при изменении ее диаметра.

В процессе эксплуатации ось колесной пары испытывает знакопеременные изгибающие нагрузки

Колесный центр

Колесный центр состоит из следующих частей:

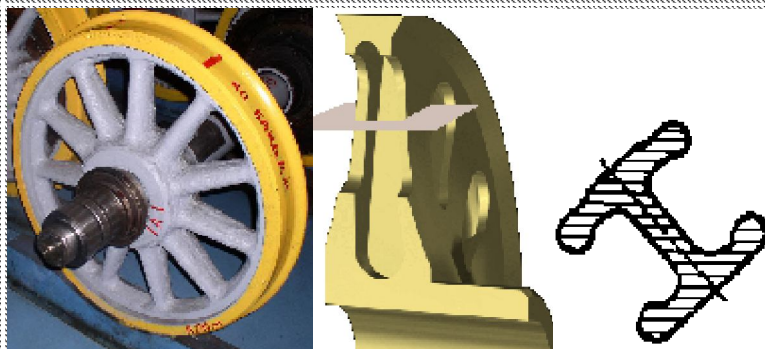


В зависимости от исполнения средней части колесные центры бывают:

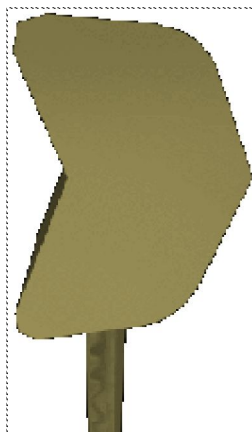
Дисковые



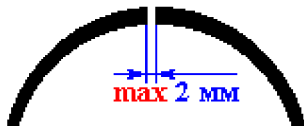
Спицевые



Бандажное кольцо

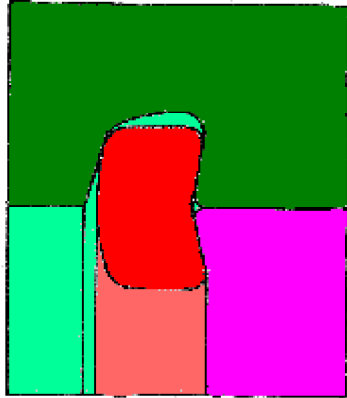


Деталь колесной пары, которая устанавливается в пазу бандажа и предназначена для его закрепления на колесном центре.

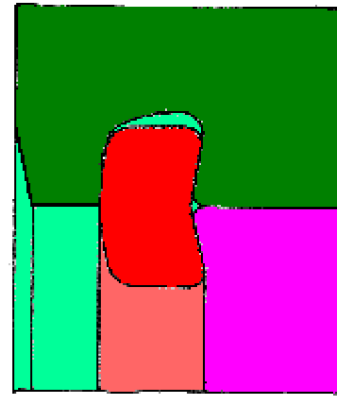


Кольцо по кругу не замкнуто.
После установки бандажного кольца оно фиксируется обжимным буртом.

Установка кольца

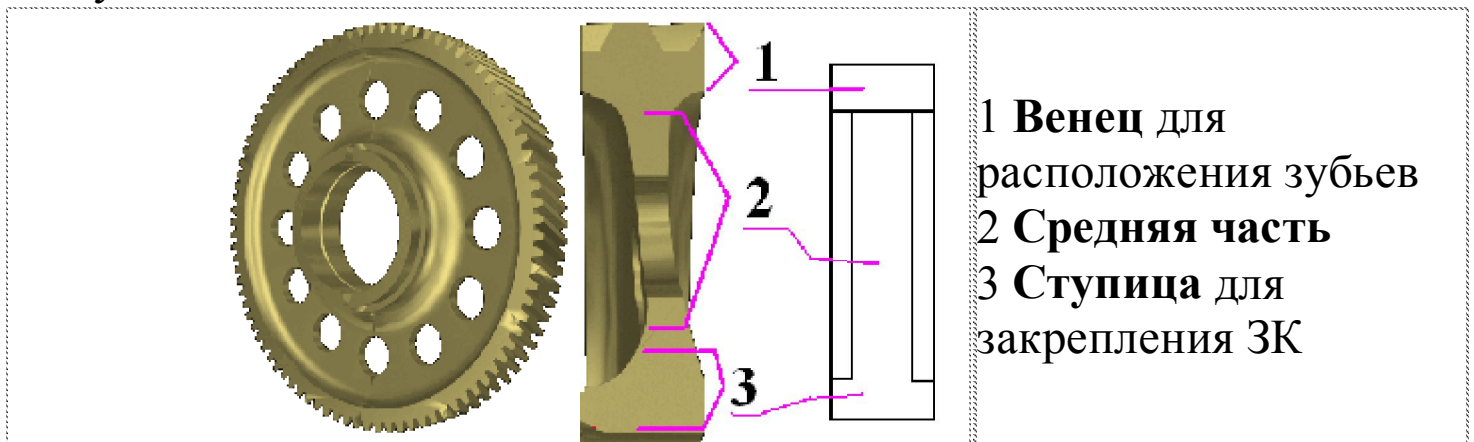


Кольцо обжатое буртом



Зубчатое колесо

ЗК передает вращающий момент от ТД на КП и состоит из следующих основных элементов:



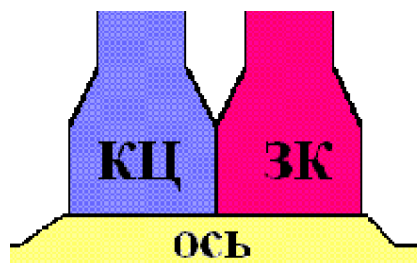
- 1 Венец для расположения зубьев
- 2 Средняя часть
- 3 Ступица для закрепления ЗК

В настоящее время существуют следующие способы установки зубчатых колес:

1 ЗК крепится на подступичную часть оси

Достоинства

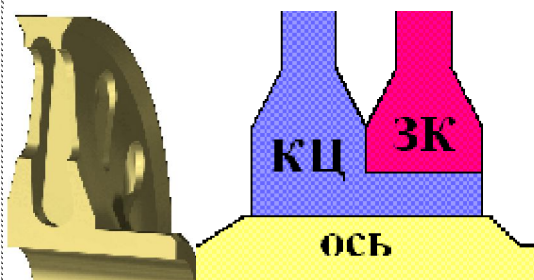
Недостатки



- Простота изготовления колесного центра
- Простота решения

- момент передается через ось
- Увеличенные внутренние напряжения в оси
- Необходимость точности посадки 2-ого зубчатого колеса

2 ЗК крепится на удлиненную ступицу КЦ



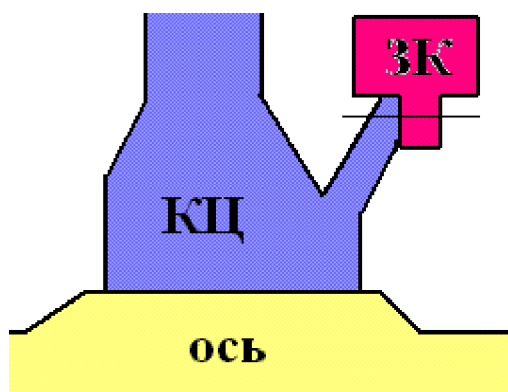
Достоинства

- Момент не передается через ось (при 2-х сторонней зубчатой передаче)

Недостатки

- Сложность изготовления колесного центра
- Большое количество и длина посадочных поверхностей

3 Венец ЗК крепится призонными болтами к удлиненной ступице КЦ

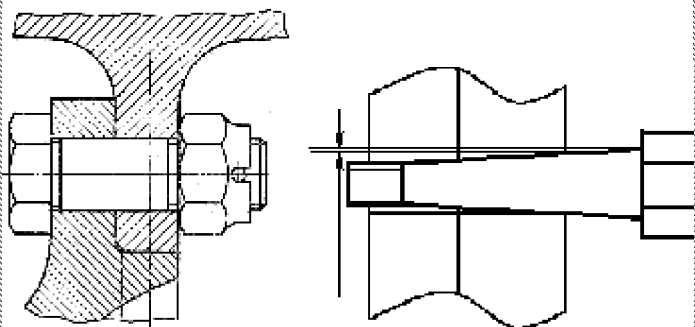


Достоинства

- Маленькая масса
- Маленькое число посадочных поверхностей

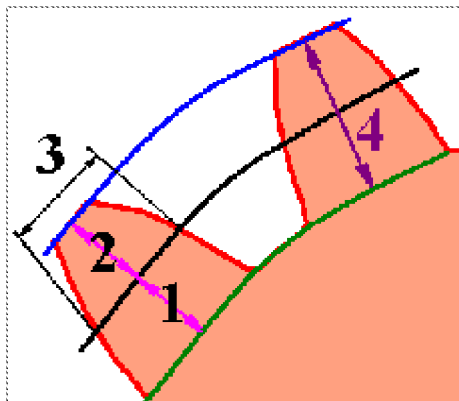
Недостатки

- Наличие дополнительных деталей (призонные болты – требующие специальной технологии установки)



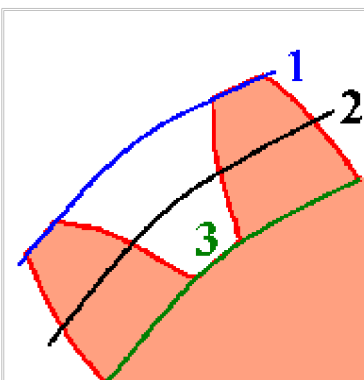
Призонный болт это деталь у которой между резьбовой частью и головкой имеется конусная поверхность, уменьшающаяся к резьбе. Конус выполнен так, чтобы его диаметр у головка был больше отверстия на величину натяга. После установки болт будет иметь прессовую посадку.

Части зубьев



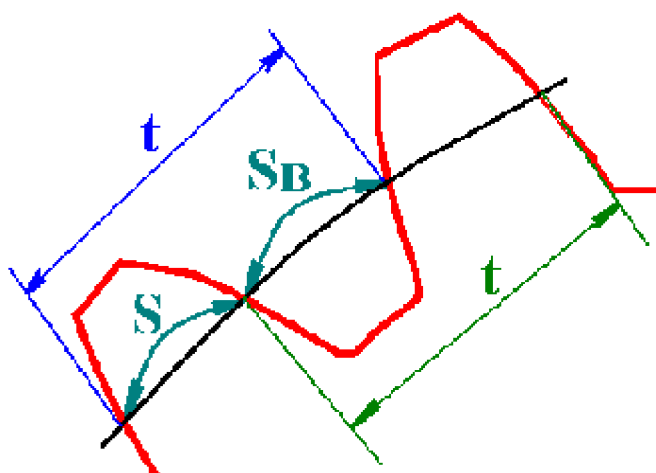
- 1 Высота ножки зуба
- 2 Высота головки зуба
- 3 Толщина зуба
- 4 Высота зуба

Геометрические размеры зубьев



- 1 Окружность выступов
- 2 Делительная окружность
- 3 Окружность впадин

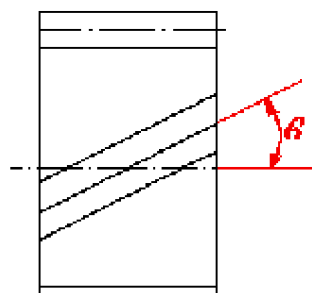
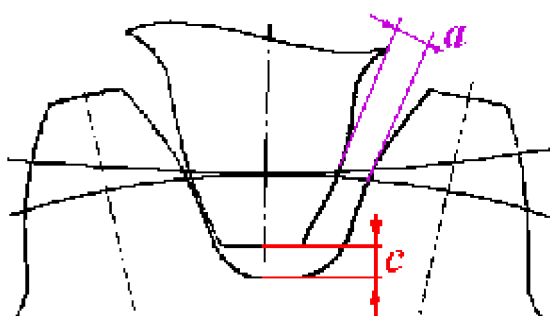
Геометрические параметры зубьев



- n - число зубьев
- t - шаг зацепления
- S - толщина зуба
- $S_{в}$ - ширина впадины
- m - модуль зацепления

$$m = \frac{t}{3,14} = \frac{S+S_{в}}{3,14}$$

Геометрические параметры зубчатого зацепления



- a - аксиальный (боковой) зазор
- c - радиальный зазор
- b - угол наклона зубьев
- μ - передаточное отношение

Формирование колесной пары

Это процесс изготовления КП из новых элементов. При формировании детали колесной пары соединяются в единый узел с помощью посадок – горячей (тепловой) или холодной (прессовой).

Крепление бандажа

Бандаж закрепляется на КЦ горячей посадки. Натяг - 1 мм на 1000 мм диаметра обода КЦ. Посадку осуществляют в следующей последовательности:

- Подготавливают сопрягаемые поверхности. После обточки - натяг, овальности, конусности, шероховатости сопрягаемых поверхностей должны быть в пределах нормы.
- Бандаж нагревают до температуры 250-350°С. Разность температуры бандажа в разных частях не должна превышать 50° С.
- Заводят в бандаж КЦ, или наоборот (в зависимости от технологии).
- В паз бандажа заводят бандажное кольцо так, чтобы зазор в стыке не превышал 2 мм.
- Завальцовывают бандажное кольцо путем обжатия обжимного бурта на специальном станке.
- Температура окончания операции не должна быть ниже 100°С.
- Остывание должно происходить в помещении не имеющего сквозняков.

Соединение колесного центра с осью

Как правило производится прессовой посадкой на специальном прессе в последовательности:

- **Подготовка сопрягаемых поверхностей.** Обтачивают так, чтобы - натяг, овальности, конусности, шероховатости сопрягаемых поверхностей были в пределах нормы. После обточки ось упрочняется накаткой роликами и проверяется магнитным дефектоскопом на наличие дефектов.
- **Запрессовывают** с усилием 95-140 тонн (в зависимости от диаметров) на специальном прессе. **В процессе запрессовки снимается индикаторная диаграмма** (зависимость усилия запрессовки от длины запрессовки). Индикаторная диаграмма снимается для выявления качества запрессовки.
- **После запрессовки производят опробование** - на прессе приложением обратной силы для определения качества выполненной работы.

Некоторые колесные пары допускают соединение КЦ с осью горячей посадкой. В этом случае подступичная часть оси перед посадкой обрабатывается антикоррозионными средствами (например полимер ГЭН-150).

Соединение ЗК с осью или КЦ производится в основном прессовым методом.

Клеймение КП

Все детали колесной пары подлежат клеймению.

Клейма отражают основные сведения о процессах изготовления и ремонта деталей.

Клейма ОСИ

Клейма на необработанной оси	Средняя часть оси	Условный номер предприятия изготовителя Месяц и год изготовления Номер плавки Клеймо приемки Порядковый номер оси
Клейма на обработанной оси	Правый торец оси	Дата изготовления необработанной оси Порядковый номер оси Клеймо приемки Условный номер предприятия, обработавшего ось

Клейма формирования

Правый торец оси	Метод формирования (Ф-прессовый, ФТ-тепловой) Условный номер предприятия сформировавшего КП Дата формирования Клеймо приемки Клеймо балансировки (Б-если производилась)
------------------	---

Клейма смены и ремонта деталей

Правый торец оси	Клеймо смены оси Номер предприятия сменившего ось Дата работ Клеймо приемки
Левый торец оси	СБ- при смене бандажей ЛД-при спрессовке левого колесного центра ПД- при спрессовке правого колесного центра Условный номер ремонтного пункта Дата полного освидетельствования колесной пары Клеймо приемки

Клейма бандажа – на наружной грани:

- год изготовления
- марка бандажа
- клеймо приемки
- номер плавки
- порядковый номер бандажа по системе предприятия изготовителя.

Колесные центры –на наружной грани ступицы:

- условный номер предприятия изготовителя
- дата изготовления
- порядковый номер колесного центра по нумерации завода
- марка стали
- клеймо приемки.

Зубчатые колеса – на наружной грани ступицы или на венце:

- товарный знак или условный номер предприятия изготовителя, порядковый номер ЗК (венца), марка стали, номер плавки, дата изготовления, клеймо приемки
- клеймо предприятия установившего ЗК, дата установки, клеймо приемки.

Требования ПТЭ к колесной паре

Приложение №5
к Правилам технической эксплуатации
железных дорог
Российской Федерации

ТЕХНИЧЕСКАЯ ЭКСПЛУАТАЦИЯ ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНОГО ПОДВИЖНОГО СОСТАВА

.....
12. Каждая колесная пара должна удовлетворять требованиям, установленным нормами и правилами, и иметь на оси четко поставленные знаки о времени и месте формирования и полного освидетельствования колесной пары, а также клейма о приемке ее при формировании.

Знаки и клейма ставятся в местах, предусмотренных нормами и правилами.

Колесные пары должны подвергаться осмотру под железнодорожным подвижным составом, обыкновенному и полному освидетельствованиям.

13. Расстояние между внутренними гранями колес у ненагруженной колесной пары должно быть 1440 мм. У локомотивов и вагонов, а также специального самоходного подвижного состава, обращающихся в поездах со скоростью свыше 120 км/ч до 140 км/ч, отклонения допускаются в сторону увеличения не более 3 мм и в сторону уменьшения не более 1 мм, при скоростях до 120 км/ч отклонения допускаются в сторону увеличения и уменьшения не более 3 мм, у железнодорожного подвижного состава, не имеющего выхода на железнодорожные пути общего пользования, отклонения допускаются в сторону увеличения и уменьшения не более 3 мм.

14. Не допускается выпускать в эксплуатацию и к следованию в поездах железнодорожный подвижной состав с трещиной в любой части оси колесной пары или трещиной в ободу, диске и ступице колеса, при наличии остrokонечного наката на гребне колеса, а также при следующих износах и повреждениях колесных пар, нарушающих нормальное взаимодействие пути и подвижного состава:

при скоростях движения свыше 120 км/ч до 140 км/ч:

- прокат по кругу катания у локомотивов, мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава, пассажирских вагонов более 5 мм;
- толщина гребня более 33 мм или менее 28 мм у локомотивов при измерении на расстоянии 20 мм от вершины гребня при высоте гребня 30 мм, а у железнодорожного подвижного состава с высотой гребня 28 мм - при измерении на расстоянии 18 мм от вершины гребня;

при скоростях движения до 120 км/ч:

- прокат по кругу катания у локомотивов, а также у мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава и пассажирских вагонов в поездах дальнего сообщения - более 7 мм, у мотор-вагонного железнодорожного и специального самоходного подвижного состава и пассажирских вагонов в поездах местного и пригородного сообщений - более 8 мм, у вагонов рефрижераторного парка и грузовых вагонов, а также у железнодорожного подвижного состава на железнодорожных путях необщего пользования - более 9 мм;
- толщина гребня более 33 мм или менее 25 мм у локомотивов при измерении на расстоянии 20 мм от вершины гребня при высоте гребня 30 мм, а у железнодорожного подвижного состава с высотой гребня 28 мм - при измерении на расстоянии 18 мм от вершины гребня, у железнодорожного подвижного состава на железнодорожных путях необщего пользования (горнорудных предприятий)

- менее 22 мм;
- вертикальный подрез гребня высотой более 18 мм, измеряемый специальным шаблоном;
- ползун (выбоина) на поверхности катания у локомотивов, мотор-вагонного железнодорожного и специального подвижного состава, а также у тендеров паровозов и вагонов с роликовыми буксовыми подшипниками более 1 мм, а у тендеров с подшипниками скольжения более 2 мм.

При обнаружении в пути следования у вагона, кроме моторного вагона мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава или тендера с роликовыми буксовыми подшипниками, ползуна (выбоины) глубиной более 1 мм, но не более 2 мм разрешается довести такой вагон (тендер) без отцепки от поезда (пассажирский со скоростью не свыше 100 км/ч, грузовой - не свыше 70 км/ч) до ближайшего пункта технического обслуживания, имеющего средства для замены колесных пар.

При величине ползуна у вагонов, кроме моторного вагона мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава, от 2 до 6 мм, у локомотива и моторного вагона мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава, а также специального самоходного подвижного состава от 1 до 2 мм допускается следование поезда до ближайшей железнодорожной станции со скоростью 15 км/ч, а при величине ползуна, соответственно, свыше 6 до 12 мм и свыше 2 до 4 мм - со скоростью 10 км/ч, где колесная пара должна быть заменена. При ползуне свыше 12 мм у вагона и тендера, свыше 4 мм у локомотива и моторного вагона мотор-вагонного железнодорожного подвижного состава разрешается следование со скоростью 10 км/ч при условии вывешивания или исключения возможности вращения колесной пары. Локомотив при этом должен быть отцеплен от поезда, тормозные цилиндры и тяговый электродвигатель (группа электродвигателей) поврежденной колесной пары отключены.



© Сафонов В.Г. 2013