

Занятие 50-51.**Общее устройство трансмиссии автомобиля. Особенности различных видов трансмиссий автомобилей.**

Система деталей и узлов, передающая энергию двигателя ведущим колесам (звездочкам) и другим рабочим органам машин, называется трансмиссией. **Трансмиссия** *изменяет частоту вращения ведущих органов машин и подводимого к ним крутящего момента в заданных пределах по величине и направлению.* Передаточное число изменяется с помощью передач, по типу которых классифицируются трансмиссии. Существуют трансмиссии с механическими, гидравлическими и электрическими передачами (рис. 1).



Рисунок 1 - Классификация трансмиссий

В механических трансмиссиях изменение передаточного числа может быть как ступенчатым, так и бесступенчатым, а в гидравлических и электрических – всегда бесступенчатым. Однако в чистом виде две последние передачи обычно не применяются. Наряду с электрическими и гидравлическими агрегатами в трансмиссии автомобилей и тракторов, как правило, имеются дополнительные коробки передач, зубчатые редукторы, включенные последовательно или параллельно с бесступенчатыми передачами. Поэтому существующие автотракторные трансмиссии делят на механические, гидромеханические, гидрообъемные и электромеханические.

*Электрические передачи находят применение в основном на машинах большой мощности.* При малых мощностях они получаются переутяжеленными и имеют низкий КПД. Применяются электромеханические трансмиссии постоянного и переменного тока. Электрическая передача преобразует крутящий момент бесступенчато. Кроме свойства бесступенчато, плавно изменять крутящий момент электромеханические трансмиссии обладают рядом преимуществ при использовании их на многоприводных автомобилях высокой грузоподъемности и проходимости: свободный выбор колесной формулы и простота общей компоновки; более простая возможность привода прицепных

звеньев (сравнительно с механической передачей); упрощенная механическая часть привода, меньшая масса трансмиссии на единицу массы машины для автомобилей с двигателем мощностью более 700...800 кВт.

Несмотря на ряд преимуществ, электропередача пока не получила широкого распространения на автомобилях и тракторах из-за следующих недостатков: больших масс агрегатов трансмиссии, превышающих массы механических и гидромеханических трансмиссий (8...15 кг/кВт); сравнительно низкого КПД; большого расхода дорогостоящих цветных металлов; высокой стоимости изготовления; относительно больших величин неподрессоренных масс.

В последнее время ведутся работы по разработке и внедрению **гибридных силовых установок**, суть которых состоит в том, что на автомобиле установлен двигатель внутреннего сгорания, который заряжает тяговые литий-ионные аккумуляторные батареи. Привод колес осуществляется электродвигателем, получающим энергию от заряженных аккумуляторов. Возможно также использование электродвигателей, установленных в колесах (мотор-колесо). Существует кинематическая схема гибридной силовой установки, в которой привод колес производится как при помощи ДВС, так параллельно и при помощи электродвигателя, с различной интенсивностью, в зависимости от степени разрядки тяговых батарей. Преимуществом таких силовых установок является минимальная токсичность выбросов ДВС, экономия топлива, возможность зарядки тяговых батарей при торможениях (рекуперация) и полное отключение ДВС при полностью заряженных тяговых батареях. Недостатки гибридной силовой установки аналогичны электрическим трансмиссиям.

Наибольшее распространение на современных отечественных и зарубежных лесных автомобилях и тракторах, получили механические, гидромеханические и гидрообъемные трансмиссии.

**Механические трансмиссии** отличает простота конструкции, надежность, высокий КПД (0,9...0,95), низкая стоимость. Удельная масса таких трансмиссий 3...6 кг/кВт, что значительно ниже, чем у других типов передач. Недостатками механической трансмиссии являются: ступенчатое регулирование передаточного числа, разрыв силового потока и ударные нагрузки при переключении передач, трудность управления, сложность компоновки на многоприводных автомобилях.

Тем не менее, перечисленные положительные качества механических трансмиссий обуславливают их повсеместное применение на современных лесных автомобилях и тракторах.

В гидравлических передачах энергия двигателя передается через бесступенчатый гидравлический преобразователь замкнутым потоком рабочей жидкости. Если при этом используется кинетическая энергия жидкости, то такие передачи называются гидродинамическими, давление жидкости в них до 0,3...0,8 МПа при скорости потока 20...30 м/с.

Перечень агрегатов и компоновочные схемы механических трансмиссий лесных машин с различными колесными формулами и типом движителя приведены на рис. 2.

Гидрообъемными называются передачи, в которых энергия передается за счет изменения статического напора (10...40 МПа), а скорость потока при этом не выше 5 м/с.

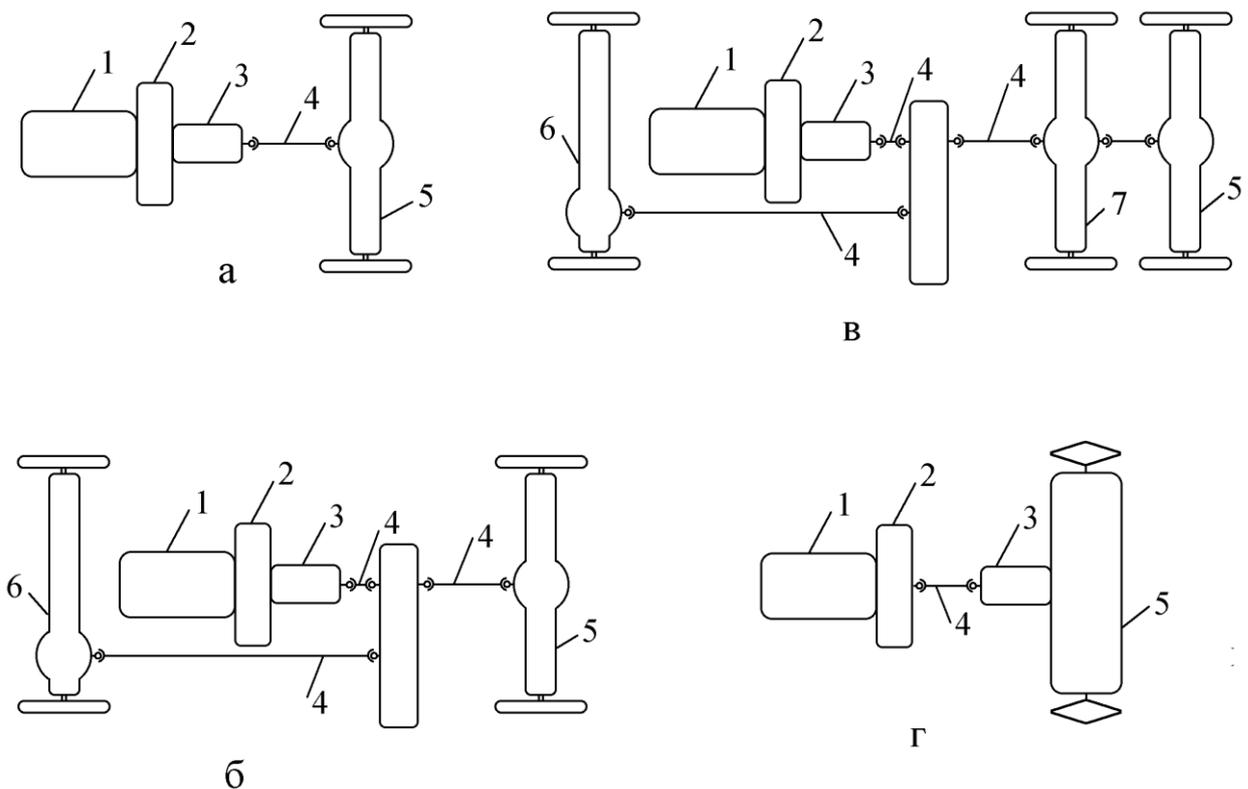


Рисунок 2 - Компоновочные схемы механических силовых передач:

а – колесная формула 4\*2; б – колесная формула 4\*4; в – колесная формула 6\*6; г – гусеничный трактор: 1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – коробка передач; 4 – карданная передача; 5 – задний ведущий мост; 6 – передний ведущий мост; 7 – средний ведущий мост

### Сцепление.

Сцепления тракторов и автомобилей служат для передачи крутящего момента двигателя, временного отсоединения двигателя от трансмиссии и плавного их соединения. Такая необходимость возникает при трогании с места, переключении передач, кратковременной остановке машины, а также при получении малых (ползучих) скоростей. Сцепления устанавливают между двигателем и коробкой передач.

Конструкция сцеплений должна обеспечивать следующие основные требования: надежно передавать крутящий момент двигателя ведущему валу трансмиссии; обеспечивать полное (чистое) включение и выключение сцепления; ведомая часть сцепления должна обладать небольшим моментом инерции, чтобы максимально снижать ударные нагрузки на зубья шестерен; поддерживать допустимый тепловой режим работы во избежание перегрева и обгорания поверхностей трения; надежно предохранять детали трансмиссии от перегрузок; обеспечивать гашение высокочастотных крутильных колебаний, вызываемых работой двигателя; быть легким и удобным в управлении.

По способу передачи крутящего момента сцепления делятся на *фрикционные, гидравлические и электрические*. В практике современного лесного автотракторостроения распространение получили первые два типа сцеплений. Электрические муфты не получили распространения, так как из-за остаточного магнетизма в них трудно обеспечить чистоту выключения. Механические дисковые сцепления тракторов и автомобилей делятся по некоторым основным признакам (рис. 3).

По роду трения дисковые сцепления делятся на «сухие» и «мокрые». Диски первых работают в сухих корпусах без смазки, а диски «мокрых» сцеплений работают в масле. Они сложнее, но имеют больший моторесурс. Для тракторов с мощностью двигателя до 100 кВт целесообразно применять «сухие» сцепления, а свыше 100 кВт «мокрые».



Рисунок 3 - Классификация автотракторных сцеплений

По числу ведомых дисков сцепления разделяются на *однодисковые, двухдисковые и многодисковые*. На сухих муфтах применяют не более двух дисков, а на мокрых – не более пяти. Это объясняется неравномерностью распределения давления по поверхности дисков.

По типу нажимного устройства различают сцепления *постоянно замкнутые*, если нажимной механизм пружинного типа, и *непостоянно замкнутые*, когда нажимной механизм рычажно-пружинного типа. В первых

давление создается пружинами, постоянно прижимающими диски друг к другу. В рычажно-пружинных сцеплениях давление на диски создается нажимным механизмом и сохраняется за счет сил упругих деформаций рычажной системы механизма включения.

Редко встречающиеся полуцентробежные муфты, в которых давление создается нажатием пружин и центробежными силами специальных грузов, также относятся к постоянно замкнутым сцеплениям. В настоящее время непостоянно замкнутые муфты в качестве главных сцеплений не применяются.

Выбор сцепления определяется типом и назначением машины в целом и условиями ее эксплуатации. Важным фактором надежности работы сцепления является тепловой режим. Для отвода и рассеивания тепла применяют массивные ведущие диски, вентиляционные отверстия, оребрение поверхностей, предохранение трущихся деталей от попадания абразива.

### **Коробки передач.**

*Коробка передач (КП) предназначена для изменения передаваемого крутящего момента и частоты вращения в заданном диапазоне, реверсирования выходного вала, длительного отсоединения двигателя от ведущих колес.*

*Изменение величины крутящего момента и частоты вращения выходного вала КП осуществляется включением соответствующей пары шестерен, чем устанавливается определенное значение передаточного числа трансмиссии.*

*Реверсирование выходного вала КП производится при помощи дополнительной шестерни, которая изменяет направление вращения ведомого вала. Длительное отсоединение двигателя от ведущих колес получается за счет нейтрального положения КП, когда вообще отсутствует передача крутящего момента от ведущего вала к ведомому.*

Коробка передач должна обеспечивать максимальную загрузку двигателя на всех режимах работы, иметь высокие значения КПД, быть удобной в управлении, обеспечивать быстрое и безударное включение и выключение передач. Классификация коробок передач приведена на рис. 4.

Наибольшее распространение получили механические шестеренчатые коробки передач, ступенчато изменяющие передаточное число трансмиссии. Основными их достоинствами являются высокий КПД (0,96...0,98), малые размеры и масса, высокая надежность и простота в эксплуатации, невысокая стоимость. Шестеренчатые ступенчатые КП могут быть с неподвижными в пространстве осями валов и планетарные. Первые принято называть вальными. Вальные коробки передач широко применяют как в механических,

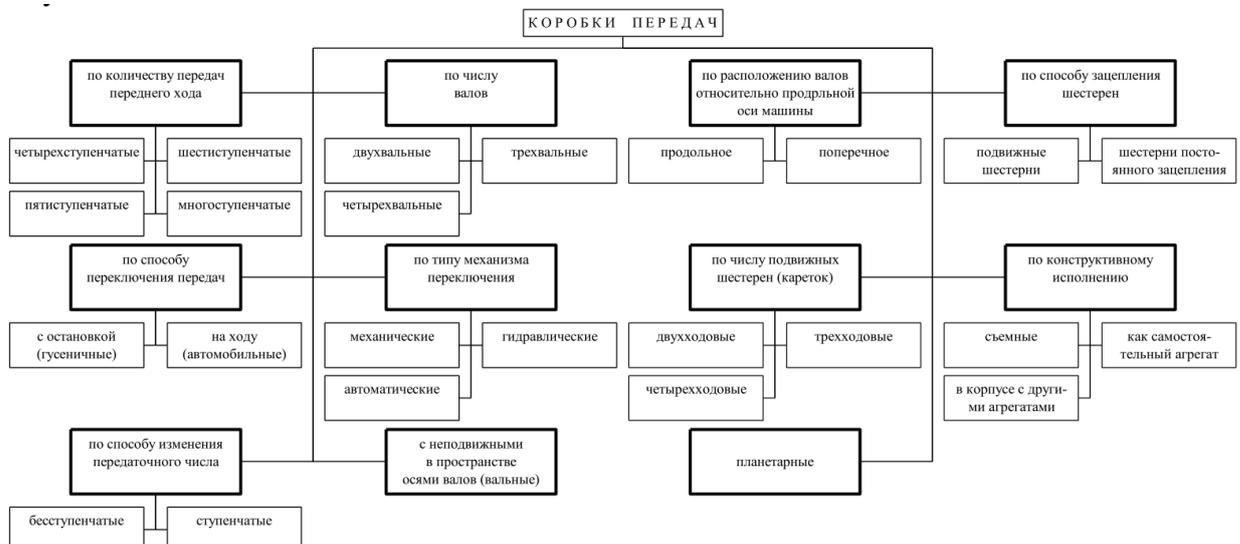
так и в гидромеханических трансмиссиях, а планетарные чаще используют как механический ступенчатый преобразователь крутящего момента в гидромеханических трансмиссиях.

Первый тип КП как правило имеет принудительное управление. Планетарные КП иногда оснащают частичным или полностью автоматизированным управлением. Получившие широкое распространение вальные коробки передач с фрикционным включением при необходимости также могут иметь автоматизированные системы управления.

Автотракторные коробки передач имеют число ступеней от 5 до 16. В редких случаях на многоцелевых колесных тракторах устанавливаются коробки передач с 24 ступенями. Диапазон скоростей движения современного колесного трелевочного трактора находится в пределах от 0,03 до 9,5 м/с (0,1...34 км/ч).

Базовые коробки передач с двумя степенями свободы в нейтральном положении выполняются с числом передач от трех до шести. Чтобы получить нужную передачу, в такой коробке достаточно включить один элемент управления. Для получения большего числа ступеней применяют составные и многовальные коробки передач, которые называются многоступенчатыми.

По способу зацепления шестерен различают коробки с подвижными шестернями (включение перемещением шестерен) и с шестернями постоянного зацепления (переключение зубчатыми муфтами или синхронизаторами). Отдельную группу образуют коробки передач с фрикционным включением, их называют коробки передач с переключением на ходу. По взаимному расположению ведущего и ведомого валов коробки разделяют на соосные и несоосные. Соосными являются трехвальные коробки, имеющие прямую передачу, несоосными – двухвальные.



## Рисунок 4 - Классификация коробок передач

Большинство коробок передач механических трансмиссий устроены так, что каждая работающая зубчатая пара передает весь крутящий момент, идущий от двигателя. Получают распространение на гусеничных машинах многовальные коробки передач с двумя индивидуальными потоками к левой и правой гусеницам. Эти коробки передач одновременно выполняют функции механизмов поворота.

### **Раздаточные коробки.**

*Для обеспечения высокой проходимости лесной машины или трактора в тяжелых дорожных условиях они выполняются полноприводными. Передачу крутящего момента между ведущими мостами обеспечивают раздаточные коробки (РК). Как правило, используются двухступенчатые РК – одна передача прямая, вторая понижающая, либо обе передачи понижающие.* Также раздаточные коробки выполняют роль дополнительного редуктора, расширяя диапазон изменения крутящего момента и увеличивая вдвое число передач КП. Раздаточные коробки разделяются на коробки с заблокированным и дифференциальным приводом к ведущим мостам.

### **Карданные передачи.**

Валы агрегатов трансмиссий лесных машин и тракторов часто бывают не соосны относительно друг друга. Это объясняется как погрешностями изготовления, так и конструктивными особенностями транспортного средства. Так, ведущие мосты автомобиля подрессорены, и положение оси их валов постоянно меняются во время движения. В ряде случаев валы агрегатов находятся в разных плоскостях. В процессе эксплуатации транспортного средства происходит его старение и, как следствие, нарушение соосности валов.

*Для компенсации не соосности на лесных машинах и тракторах применяются соединительные валы с упругими муфтами и **карданные передачи.***

Соединительные валы с упругими муфтами состоят из двух фланцев с четырьмя резиновыми втулками каждый. Одна пара втулок каждого фланца с помощью пальцев соединена с фланцами, например вала муфты сцепления и первичного вала коробки передач.

Соединительные валы с упругими муфтами обладают рядом существенных недостатков: допустимые углы перекаса соединительных валов не более  $7^\circ$ ; возникают дополнительные нагрузки на соединительные валы вследствие деформации резины; большая металлоемкость по сравнению

с карданными передачами; повышенный дисбаланс; пониженный КПД; ресурс не превышает 4000 моточасов.

В связи с перечисленными недостатками соединительные валы с упругими муфтами в настоящее время на тракторах заменяются карданными передачами.

### **Ведущие мосты.**

*Ведущие мосты лесных машин и тракторов предназначены для изменения крутящего момента и передачи его к ведущим колесам.* На гусеничных тракторах ведущий мост также обеспечивает повороты трактора при маневрировании. У полноприводных лесовозных автопоездов различают передний ведущий мост (ПМ), задний ведущий мост (ЗМ), в случае колесной формулы 6\*6 – средний ведущий мост (СМ). В настоящее время на автомобилях с колесной формулой 6\*6 используются проходные средние ведущие мосты, т.е. подводимый к нему крутящий момент распределяется между ведущими колесами самого моста и задним ведущим мостом. В конструкцию ведущего моста гусеничного трактора встраиваются механизмы поворота.

### **Главная передача.**

*Главная передача (в тракторах центральная) предназначена для постоянного увеличения крутящего момента, передаваемого от двигателя к ведущим колесам, и поворота крутящего момента на 90°.* Главная передача относится к наиболее нагруженным узлам автомобилей и тракторов.

Чаще всего применяются шестеренчатые главные передачи. Червячные передачи встречаются редко, а цепные практически не используются. Ввиду того, что оси вращения вала двигателя и ведущих колес перпендикулярны, для главной передачи используют конические и гипоидные зубчатые пары. Основными преимуществами гипоидных главных передач являются повышенная несущая способность по контактным напряжениям, большая плавность работы и бесшумность. В этой передаче оси валов не пересекаются, а скрещиваются, что расширяет компоновочные возможности. Недостатком такой передачи является наличие скольжения зубьев вдоль линии контакта, что снижает КПД. С этой же целью необходимо применять для смазки передачи специальное гипоидное масло.

Конические пары главных передач лесных машин имеют круговые зубья обычно с нулевым углом спирали (зерольное зацепление). Главные передачи с цилиндрическими шестернями применяются на тракторах и автомобилях, у которых валы коробок передач расположены перпендикулярно продольной оси машины. Классификация главных передач в зависимости от числа и расположения зубчатых колес приведена на рис. 5

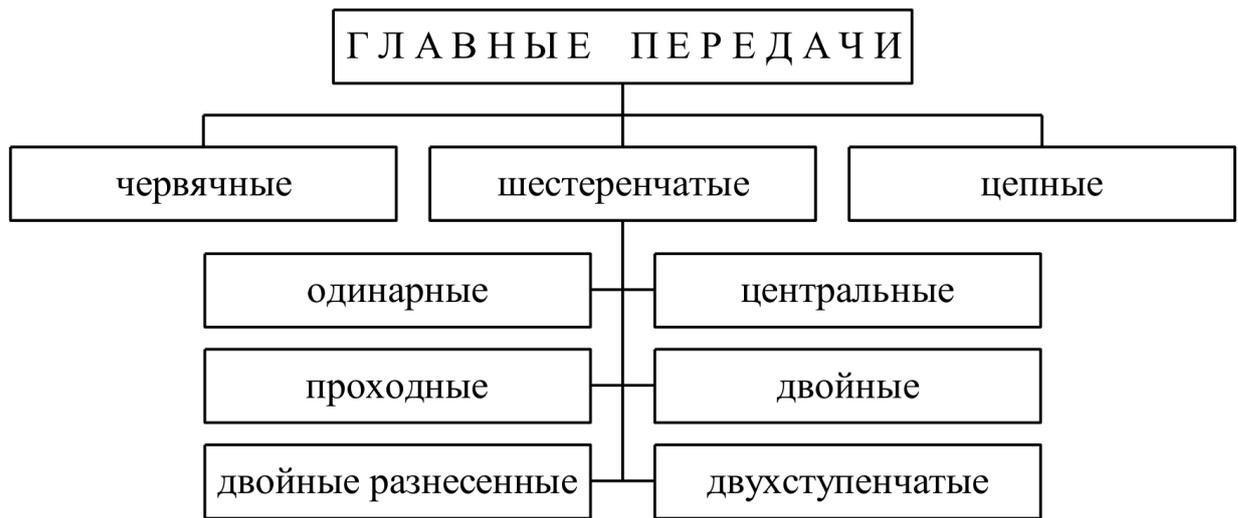


Рисунок 5 - Классификация главных передач

### Дифференциалы.

*При движении автомобиля по неровной дороге или при повороте колеса должны проходить различные по величине пути. Механизм, который осуществляет распределение крутящих моментов между колесами и мостами автомобиля в соответствующей пропорции и позволяет им вращаться с различной угловой скоростью, называется **дифференциалом**.*

Если колеса или мосты заблокировать, то угловые скорости колес будут равны. Разность путей, проходимых колесами будет компенсироваться проскальзыванием или пробуксовыванием их относительно дороги, вызывая интенсивный износ шин и деталей, связывающих ведущие колеса и мосты, перерасходом топлива в связи с затратой дополнительной мощности двигателя на пробуксовку колес. При этом затрудняется поворот машины и снижается ее боковая устойчивость.

Различают дифференциалы с коническими и цилиндрическими шестернями. Наибольшее распространение, как более простые по конструкции, получили конические дифференциалы. На автомобилях повышенной проходимости широкое распространение получили самоблокирующиеся дифференциалы высокого трения.

Помимо межколесных дифференциалов в ведущих мостах у автомобилей повышенной проходимости (с двумя или тремя ведущими мостами) используются межосевые дифференциалы. Они выполняют по отношению к соединяемым ведущим мостам ту же роль, что и межколесный дифференциал по отношению к правому и левому колесам, позволяя передним и задним ведущим колесам вращаться с различной угловой скоростью. Наибольшее распространение на лесовозных автопоездах с колесной формулой 4\*4 получили несимметричные межосевые

дифференциалы, которые позволяют распределять крутящий момент между передней и задней ведущими осями пропорционально приходящемуся на них весу.

### **Полуоси.**

*Крутящий момент от дифференциала передается к ведущим колесам с помощью валов, называемых **полуосями**.*

Весь комплекс деталей от главной передачи и дифференциала до ступиц ведущих колес монтируется в полой балке, называемой ведущим мостом. Балки ведущих мостов могут быть штампованными и литыми, цельными и составными. Составные балки более прочны, чем цельные, при меньшей массе, но составные балки более трудоемки в изготовлении и их жесткость зависит от надежности соединения. На балке крепят рессоры, толкающие и реактивные штанги.

Балка ведущего моста является несущей и через нее вес машины передается на колеса. При независимой подвеске балка ведущего моста делается разрезной, что дает возможность колесам перемещаться независимо одно от другого. В зависимости от того управляемые или неуправляемые ведущие колеса, а также наличия колесного редуктора крутящий момент может передаваться валом и шарниром равных угловых скоростей; валом и колесным редуктором; полуосью, соединяющей ведущее колесо с дифференциалом. Конструкция подшипникового узла ведущего колеса определяется характером и степенью нагружения полуоси. В зависимости от этого полуоси делят на полуразгруженные, разгруженные на три четверти и полностью разгруженные.