

5. Для чего служат кондиционеры рабочей жидкости, какие устройства они включают? Охарактеризуйте их назначение, особенности устройства и принцип работы.

6. Для чего предназначены гидролинии? Как их классифицируют по функциональному признаку?

7. Изложите требования, предъявляемые к рабочим жидкостям гидроредукторов. Какие виды присадок применяют в рабочих жидкостях? Назовите марки масел, применяемых в качестве рабочих жидкостей.

8. Изложите принцип действия гидромолоты и гидротрансформатора. Для чего используют эти устройства в приводах строительных машин? Что такое коэффициент трансформации? Как определяется КПД гидротрансформатора?

9. В каких строительных машинах используют пневмопривод? Перечислите его преимущества и недостатки. Из каких составных частей состоит пневматическая передача?

10. Для чего предназначены компрессоры? Что входит в состав компрессорной станции? Приведите классификацию компрессорных станций по способу их передвижения. Перечислите типы компрессоров. Изложите принцип работы поршневого компрессора одноступенчатого сжатия. Что такое компрессор многоступенчатого сжатия?

11. Для чего предназначены воздухоотделители?

12. Какие аппараты включает система воздухоподготовки? Как они взаимосвязаны? Изложите принцип работы системы.

13. Какие виды пневмодвигателей применяют в пневморедукторах?

14. Какие виды распределительных и регулирующих аппаратов применяют в пневморедукторах?

Глава 6. Ходовое оборудование строительных машин.

6.1. Виды ходового оборудования и их характеристики.

Ходовое оборудование предназначено для передачи нагрузок на опорное основание и передвижения машин. Ходовое оборудование может быть активным и пассивным. Активным ходом оборудуют самоходные машины, а пассивным — машины, перемещаемые на буксире за тягачом, в качестве которого может быть использована любая самоходная машина.

Ходовое оборудование включает взаимодействующий с опорным основанием *двигатель, подвеску и опорную раму* или *оси*. В самоходных машинах, кроме того, имеется *механизм передвижения*. По типу двигателя ходовое оборудование подразделяют на гусеничное, шинноколесное, рельсоколесное и специальное.

Гусеничное ходовое оборудование применяют для передвижения по бездорожью, а также в машинах, для которых передвижение не является основной операцией как, например, в одноковшовых экскаваторах, где оно используется, в основном, для передвижения экскаватора на новую рабочую позицию в пределах одной и той же рабочей площадки. Для передвижения таких машин на большие расстояния обычно используют тягачи со специальными прицепами-трейлерами.

Пневмоколесное ходовое оборудование устанавливают на машинах, для которых транспортная операция занимает соизмеримую с другими операциями часть технологического цикла, как, например, у самоходных скреперов, перемещающих грунт в своем ковше на расстояния в несколько километров. Такой же вид ходового оборудования имеют машины, часто меняющие рабочие площадки, отстоящие одна от другой на значительных расстояниях. Особенностью такого вида ходового оборудования является возможность реализовать большие транспортные скорости, соизмеримые со скоростями грузовых автомобилей.

Рельсоколесным ходом оборудуют машины, работающие в ограниченной зоне с идентичными транспортными траекториями, например башенные краны, некоторые виды карьерных экскаваторов непрерывного действия и др. Всякое изменение размеров рабочей зоны этих машин связано с перекладкой путей и обосновано только в случае небольших затрат на эти работы.

Рельсоколесное ходовое оборудование как составная часть строительной машины отличается простотой устройства, невысокой стоимостью, достаточной долговечностью и надежностью. Оно представляет собой либо тележку, обычно оборудованную двумя

осями с металлическими одно-или двухребордными колесами, либо набор из трех или четырех двухколесных тележек велосипедного типа. Благодаря ограниченной рабочей зоне рельсоколесные машины обычно используют энергию внешней электросети.

Основными их недостатками являются: сложность перебазирования на новые строительные площадки, дополнительные затраты на устройство и техническую эксплуатацию рельсовых путей.

Рельсовый путь, не являющийся принадлежностью машины, обеспечивает последнее низкое сопротивление передвижению, постоянную траекторию движения и связанную с этим возможность машины выполнять технологический процесс с высокой точностью.

К специальному ходовому оборудованию относятся шагающие, вездеходные и другие устройства.

Гусеничный движитель изобретен Д.Загряжским в 30-х годах XIX в. Гусеничные движители (гусеницы) монтируют на раме, называемой также нижней, в отличие от верхней рамы, входящей в остов машины. Шинноколесные движители (ходовые колеса) устанавливают обычно на мостах. Нижние рамы (оси) соединяют с верхними рамами машины с помощью подвесок, которые бывают жесткими, полужесткими и мягкими. Соединение по жесткой схеме осуществляется на болтах и на пальцах, по мягкой схеме - с помощью пружин и рессор, в случае полужесткой схемы одну часть нижней рамы соединяют с верхней рамой по жесткой схеме, а вторую - по мягкой. При движении мягкая подвеска способствует снижению динамических нагрузок от неровностей дороги. Для этих же целей в состав мягких подвесок вводят гидравлические, работающие по принципу гидравлического дросселя, или гидропневматические амортизаторы.

Основными технико-эксплуатационными показателями ходового оборудования являются: скорость передвижения, проходимость — способность передвигаться в различных эксплуатационных условиях и маневренность — способность изменять направление движения гусеничного движителя в стесненных условиях. Эти свойства присущи гусеничным, шинноколесным и некоторым видам специальных ходовых устройств. Для рельсоколесных машин эти понятия теряют смысл, поскольку указанные эксплуатационные условия в этом случае будут всегда идентичными - рельсы укладывают на подготовленное основание с соблюдением норм уклонов и определенных радиусов закруглений на поворотах.

Проходимость машины характеризуется давлением на грунт - отношением веса машины и внешних сил к площади контакта движителя с опорной поверхностью, *дорожным просветом (клиренсом)* - расстоянием от наиболее низкой части машины (кроме движителя) до опорной поверхности *исцепенными качествами* ходового оборудования. Более высокой проходимостью обладает гусеничное ходовое оборудование, имеющее развитую опорную поверхность движителя, обеспечивающую удовлетворяющие условиям эксплуатации удельные давления на грунт и меньшую, чем у шинноколесных машин, осадку. Гусеничные движители не теряют своей транспортной способности даже при погружении в грунт до половины своей высоты. В то же время они уступают шинноколесным по скорости передвижения, которая для большинства гусеничных машин не превышает 10 км/ч.

Маневренность характеризуется минимальным радиусом разворота и шириной дорожного коридора. В зависимости от вида привода гусеничные машины могут разворачиваться относительно одной заторможенной гусеницы (при групповом приводе) и относительно собственной оси (при индивидуальном приводе движением гусениц во взаимно противоположных направлениях). Для большинства шинноколесных машин, имеющих одну пару управляемых колес, минимальные радиусы разворота оказываются большими чем у гусеничных машин. По этому показателю гусеничные машины более маневренны по сравнению с шинноколесными. Ширина дорожного коридора есть габаритная ширина следа разворачивающейся машины. Для гусеничных машин она меньше, чем для шинноколесных машин с одной парой управляемых колес. С увеличением базы машины при прочих прежних размерах ширина дорожного коридора также увеличивается. У шинноколесных машин также увеличивается и минимальный радиус разворота. Для работы в стесненных условиях обычно применяют короткобазовые пневмоколесные движители. Ширина дорожного коридора является важной технико- эксплуатационной характеристикой машины, определяющей ее вписываемость в ситуационную схему трассы передвижения.

6.2. Гусеничное ходовое оборудование.

В строительных машинах массой до 1000 т применяют, в основном, двухгусеничные движители, каждая гусеница которых состоит из ходовой рамы 6 (рис. 6.1), замкнутой гусеничной ленты 3, огибающей ведущее 1 и направляющее колеса, опорных 5 и поддерживающих 4 катков.

Различают гусеницы *гребневого* и *цевочного* зацеплений. У первых гусеничные ленты состоят обычно из литых звеньев, шарнирно соединенных между собой пальцами. С внутренней стороны лента имеет гребни, чередующиеся со впадинами, а с наружной - развитую в ширину гладкую поверхность, которой гусеница взаимодействует с опорным основанием. По периферии ведущего колеса имеются кулачки, входящие во впадины внутренней поверхности гусеничной ленты.

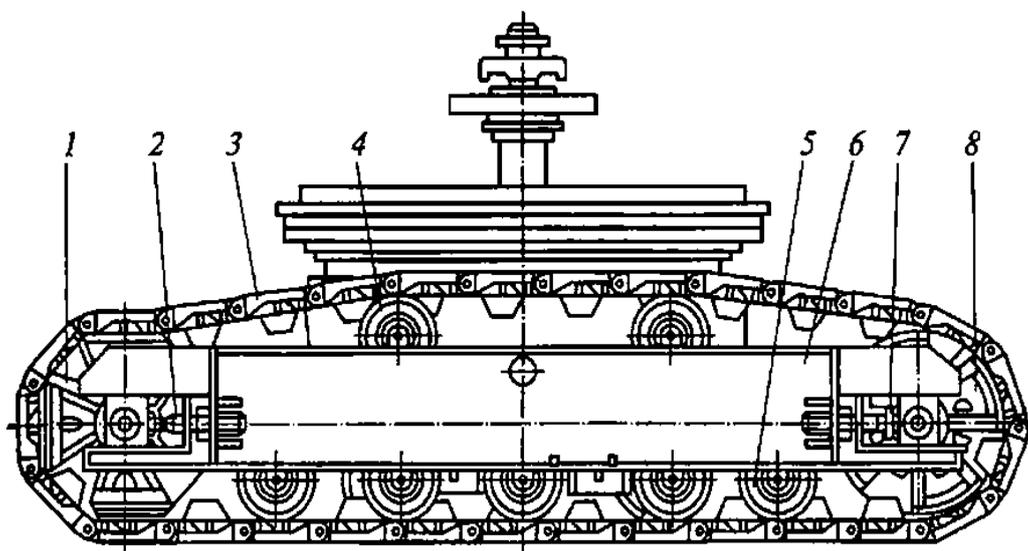


Рис 6.1. Гусеница одноковшового экскаватора.

В случае цевочного зацепления (рис. 6.2) гусеничная лента 1 состоит из соединенных пальцами со втулками отлитых звеньев гусеничной цепи, к которым с наружной стороны болтами с гайками прикреплены башмаки с ребрами (*грунтозацепами*) из стального проката.

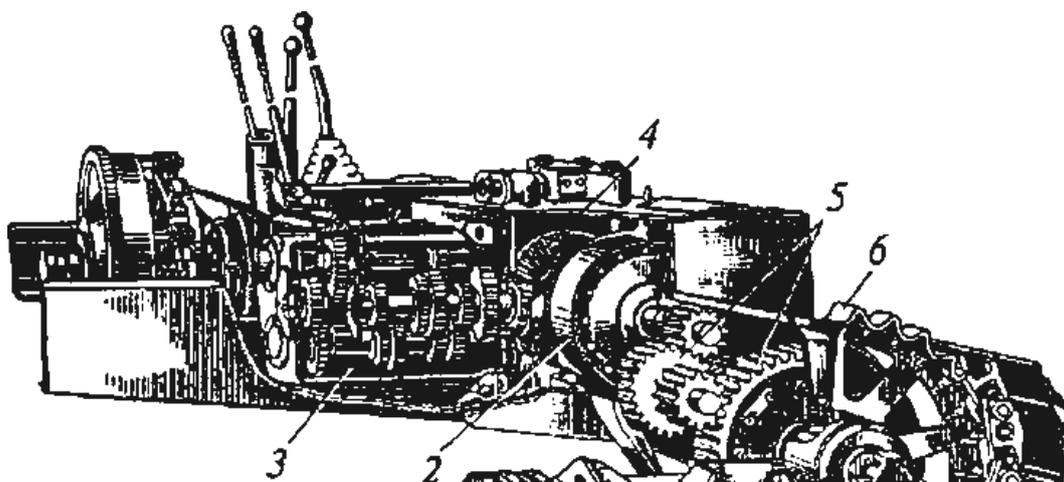


Рис. 6.2. Трансмиссия и гусеница трактора с цевочным зацеплением.

Ведущее колесо — звездочка 6 входит своими зубьями в промежутки между втулками гусеничной цепи. Такой движитель позволяет двигаться с большими скоростями. Благодаря наличию грунтозацепов гусеницы с цевочным зацеплением обладают лучшим сцеплением с податливым, например, фунтовым основанием, не утрачивают способности передвигаться при поломке отдельных башмаков, но имеют большую массу по сравнению с гусеницами гребневого зацепления. В последнее время цевочное зацепление находит все большее применение в гусеничном ходовом оборудовании строительных машин.

Направляющее колесо обычно выполняют как натяжное. Его устанавливают на оси, закрепленной в ползуне, перемещаемом во время натяжения в направляющих ходовой рамы винтом 7 (см. рис. 6.2) или гидроцилиндром. Устанавливаемое на некоторых гусеничных машинах, например на канатных одноковшовых экскаваторах, натяжные устройства 2 используют для натяжения приводных цепей ведущих звездочек. Оси опорных катков, обычно двухребордных для предотвращения бокового соскальзывания с них гусеничной ленты, закрепляют на ходовой раме непосредственно или через балансиры 1 с пружинами 2 (рис. 6.2). Гусеницы с непосредственным креплением опорных катков к ходовой раме называют *жесткими*. Они наиболее просты, обеспечивают более равномерное давление на грунт, но не амортизируют колебаний при езде по неровному жесткому основанию, в связи с чем их транспортные скорости не превышают 5 км/ч.

Гусеничное ходовое оборудование приводится в движение от ДВС через механическую, гидравлическую или электрическую транс-

миссии. В случае механической трансмиссии реализуется схема группового привода, в остальных случаях — индивидуального привода. В качестве примера группового привода на рис. 6.3 представлена трансмиссия гусеничного трактора, состоящая из коробки передач 3, главной конической передачи 4, двух (с каждой стороны от главной передачи) бортовых фрикционов (многодисковых фрикционных муфт) 2, двух бортовых редукторов 5 и двух ведущих колес 6.

Проходимость гусеничного движителя в значительной мере зависит от глубины погружения гусениц в грунт h (м), которую приближенно можно считать пропорциональной удельному давлению P (МПа):

$$h = P/K, \quad (6.1)$$

где K - коэффициент постели ($K = 0,1 \dots 0,5$ МПа/м для свеженасыпанного песка и мокрой размягченной глины, $K = 20 \dots 100$ МПа/м для мягких скальных грунтов, известняков, песчаников, мерзлоты).

В паспортных данных гусеничных машин обычно приводят средние удельные давления гусениц на основание, по которым оценивают проходимость машины. В действительности, из-за смещения равнодействующей всех внешних сил от центра опорного контура, это давление не постоянно как по длине гусениц, так и для каждой из двух гусениц гусеничной тележки.

6.3 Пневмоколесное и рельсовые ходовое оборудование.

Пневмоколесный движитель легче гусеничного, имеет большой ресурс работы (до 30 ... 40 тыс. км пробега, что примерно в 20 раз выше ресурса гусеничного движителя), позволяет машине перемещаться на больших скоростях (до 60 км/ч и более) и по сравнению с гусеничным движителем отличается большей долговечностью и ремонтпригодностью, а также более высоким КПД.

К его недостаткам относятся: большое удельное давление на основание в связи с малой контактной площадью и меньшая сила тяги по сцеплению движителя с грунтом. Для повышения сцепления при работе в трудно проходимой местности на колеса одевают цепи.

Пневмоколесный движитель состоит из колес с пневматическими шинами, надеваемых на мосты. Колеса приводятся ходовой трансмиссией.

Пневматические шины могут быть *камерными* (рис.6.3,*а*) и *бескамерными* (рис. 6.3, *б*). Камерная шина состоит из покрышки, камеры, ободной ленты и вентиля для накачивания воздуха в камеру. Бескамерные шины представляют собой покрышки, герметически прилегающие к ободьям. Покрышки изготавливают из резины, армированной тканевым и металлическим кордом. Утолщенную периферийную часть покрышки называют *протектором* с рифлениями определенной формы, называемыми *рисунком протектора*.

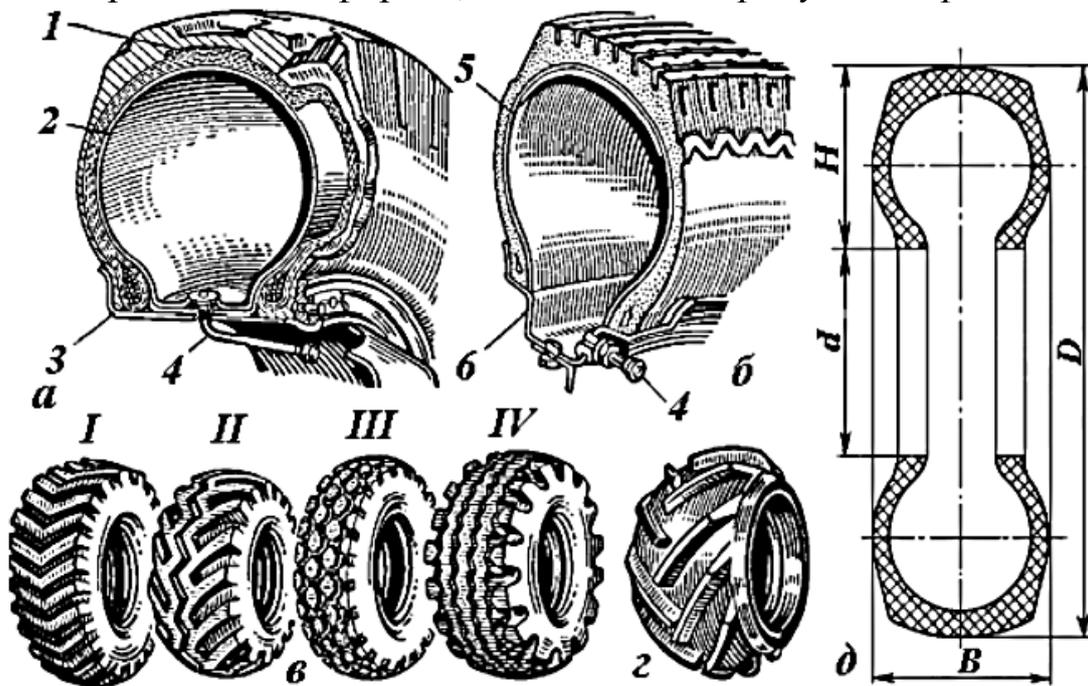


Рис. 6.3. Виды шины: *а* – камерные; *б* – бескамерные; *в* – типы протекторов; *г* – арочные шины; *д* – основные размеры шины.

Различают шины обычного профиля для землеройных машин (рис.6.3,*в*), для работы в каменных карьерах *II*, противобуксующие *III* и универсальные *IV*.

Для повышения проходимости при работе на слабых и рыхлых грунтах, а также по снегу используют широкопрофильные и арочные (рис. 6.3, *г*) шины с повышенной опорной поверхностью и развитыми грунтозацепами. При работе арочных шин на твердых грунтах и дорогах с твердым покрытием сопротивление передвижению машины увеличивается, а срок службы шин резко уменьшается.

Для повышения проходимости машин, снижения сопротивления передвижению и износа шин в современных строительных машинах давление воздуха в шинах регулируют на ходу из кабины машиниста (снижают при движении по рыхлому или влажному грунту и повышают при движении по дорогам с твердым покрытием). С

уменьшением давления воздуха в шинах увеличивается площадь опорной поверхности шин с грунтом, вследствие чего снижается удельное давление на грунт, повышается проходимость и улучшаются тяговые качества машины. С увеличением давления воздуха при движении по твердому основанию уменьшаются сопротивления движению и увеличивается долговечность шин.

В шинноколесном движителе различают *приводные* и *управляемые колеса*. Первые приводятся от ходовой трансмиссии, а вторыми управляют при изменении направления движения машины. Управляемые колеса могут быть одновременно и приводными.

Шинноколесное ходовое оборудование может быть *двухосным* с одной или двумя ведущими осями, *трехосным* с двумя или тремя ведущими осями, *четырёхосным* и т.д.

Эту структуру обозначают *колесной формулой* вида AxV . Первой цифрой обозначают общее число колес (колесо из двух шин считается за одно колесо), а второй - число приводимых колес. Наиболее распространены машины с колесными формулами $4x2$ и $4x4$. С увеличением числа приводных колес повышается проходимость и тяговые качества машины, но усложняется механизм передвижения.

Приводы шинноколесного ходового оборудования строительных машин могут иметь механическую, гидравлическую и реже - электрическую и комбинированную трансмиссии. В случае механических и гидромеханических трансмиссий ведущие колеса приводятся в движение попарно через *дифференциальные механизмы*, называемые также сокращенно дифференциалами и обеспечивающие высокие скорости движения без проскальзывания.

На рис. 6.4, *а* представлена схема устройства ведущего моста с дифференциалом, а на рис. 6.4, *б* и *в* - схема работы последнего. Дифференциал соединяет полуоси ведущих колес с главной конической передачей, давая возможность каждому колесу вращаться с различной скоростью. Это необходимо при повороте машины, когда колеса движутся по дугам окружностей различных радиусов, проходя разные пути, а также, например, при движении одного колеса по ровной, а второго - по неровной дороге.

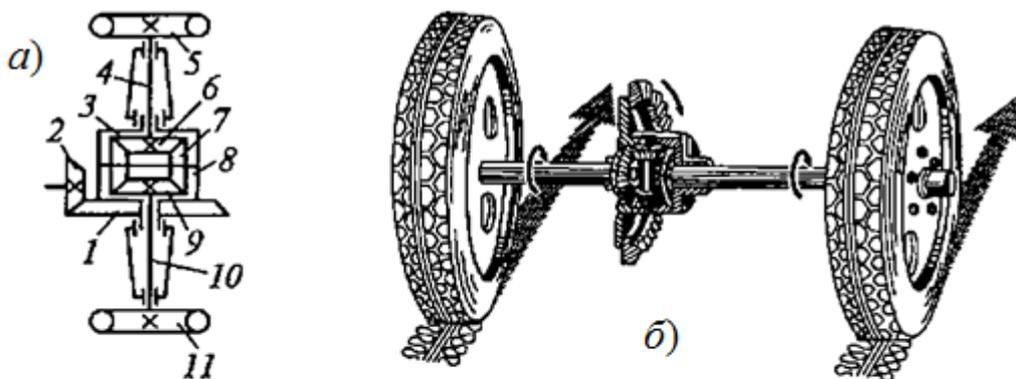


Рис. 6.4. Схема устройства ведущего моста с дифференциалом (а) и работа дифференциала (б и в).

Дифференциал состоит из главного конического колеса 1 (см. рис. 6.4, а), жестко соединенного с коробкой 3 и приводимого во вращение от силовой установки машины через шестерню 2, двух ведомых конических зубчатых колес 6 и 9, жестко посаженных на ведущие 4 и 10 ходовых колес 5 и 11, и двух сателлитов 7, свободно посаженных на ось 8 и находящихся в постоянном зацеплении с колесами 6 и 9. Крутящий момент от зубчатого колеса 1 передается на коробку 3, вместе с которой вращается ось 8 и сателлиты 7, передающие вращение зубчатому колесу 6 с полуосью 4 и колесу 9 с полуосью 10. При движении по прямой ровной дороге (см. рис. 6.4, б) все составные части дифференциала, а вместе с ними и полуоси с ходовыми колесами вращаются как одно целое. При повороте вправо (рис. 6.4, в) ходовые колеса, их полуоси и зубчатые колеса 6 и 9 будут вращаться с разными скоростями, а сателлиты 7 будут обкатываться относительно зубчатого колеса 6, одновременно вращаясь относительно оси 8, и, вследствие зацепления с колесом 9, будут увеличивать его скорость. При повороте влево отличие в работе дифференциала будет заключаться в обкатывании сателлитов относительно зубчатого колеса 9.

Описанный дифференциал обладает двумя свойствами: он распределяет крутящий момент между приводимыми им полуосями поровну, а сумма скоростей двух полуосей всегда пропорциональна скорости ведущего вала. Это означает, что с уменьшением скорости вращения одной полуоси на столько же увеличится скорость второй полуоси. В частности, при полной остановке одной полуоси, например,

при буксовании, когда одно ходовое колесо находится на сухой, а второе — на увлажненной поверхности, скорость второй полуоси удвоится.

Для устранения возможности буксования при движении в сложных дорожных условиях дифференциал блокируют специальными устройствами. Привод без дифференциала более прост, обеспечивает более высокие тяговые усилия, но при поворотах машины и при движении по неровной дороге увеличиваются расход энергии и износ шин.

В последние годы в строительных машинах получает развитие индивидуальный привод каждого колеса от собственного гидро-или электродвигателя, называемый *приводом с мотор-колесами*. Мотор-колесо представляет собой самостоятельный блок, обычно состоящий из двигателя, муфты, планетарного редуктора, тормоза и колеса. Применение гидропривода с высоким давлением позволяет при низкомомментных гидродвигателях создавать компактные, встроенные в обод колеса, конструкции, успешно конкурирующие с другими типами приводов. Применение мотор-колес упрощает компоновку машины, повышает ее маневренность и проходимость за счет того, что каждое колесо может служить одновременно приводным и управляемым (поворотным).

Рельсовое ходовое оборудование имеют башенные, козловые, мостовые и специальные стреловые самоходные краны, электротали — тельферы, сваебойные установки и др. (рис.6.5). Оно характеризуется простотой конструкции и небольшими сопротивлениями передвижению, но отличается малыми маневренностью и скоростью передвижения, за исключением железнодорожных кранов.

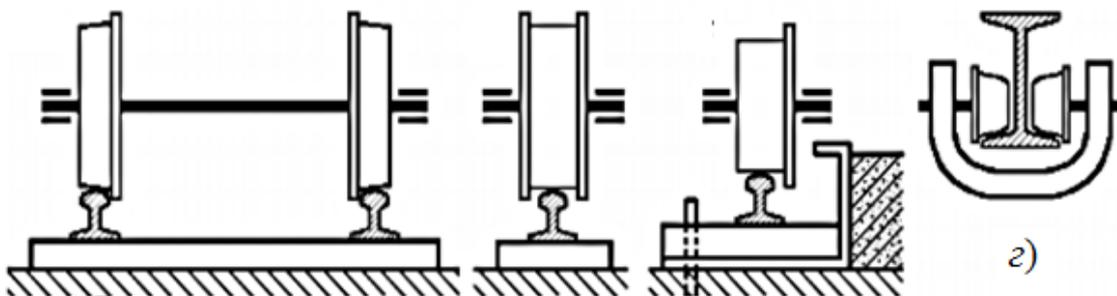


Рис. 6.5. Рельсовое ходовое оборудование: *а* — вагонная ось; *б* — двухребордное (крановое) колесо; *в* — рельсформа; *г* — монорельс.

Привод ведущих колес может быть общим от электродвигателя или двигателя внутреннего сгорания через систему валов и передач или от индивидуального электродвигателя через редуктор. Приводы

оборудуют управляемыми и автоматическими тормозами. Колеса с общей рамой, двигателем, редуктором и тормозом образуют приводную ходовую тележку. Количество колес в тележке определяется действующей нагрузкой. Приводные и неприводные ходовые тележки кранов шарнирно соединяются с опорной рамой и оборудуются противоугонными клещевыми захватами.

Шагающее оборудование применяют для машин значительного веса, работающих с опиранием на грунт небольшой плотности. К таким машинам относят одноковшовые экскаваторы–драглайны, применяемые на гидротехническом строительстве с ковшом емкостью 4 м³ и более, и частично стреловые краны, предназначенные к использованию в условиях перемещения по местности со слабой несущей способностью – до 25 кН/м. Шагающее оборудование драглайнов состоит из опорных башмаков, механизма, осуществляющего перемещение экскаватора на величину хода шагания, и привода. Опорные башмаки передают на грунт распределенную нагрузку от веса экскаватора во время его шагания. Механизмы шагания подразделяются на механические (эксцентрикковые) и гидравлические (плунжерно-шарнирные). Механические устройства для шагания применяют на экскаваторах, выпускаемых Краматорским заводом с ковшом емкостью 4...10 м³, а гидравлические – на экскаваторах с ковшом 15, 25 м³ и более.

Устройство шагающего ходового оборудования с гидравлическим приводом показано на рисунке 6.6.

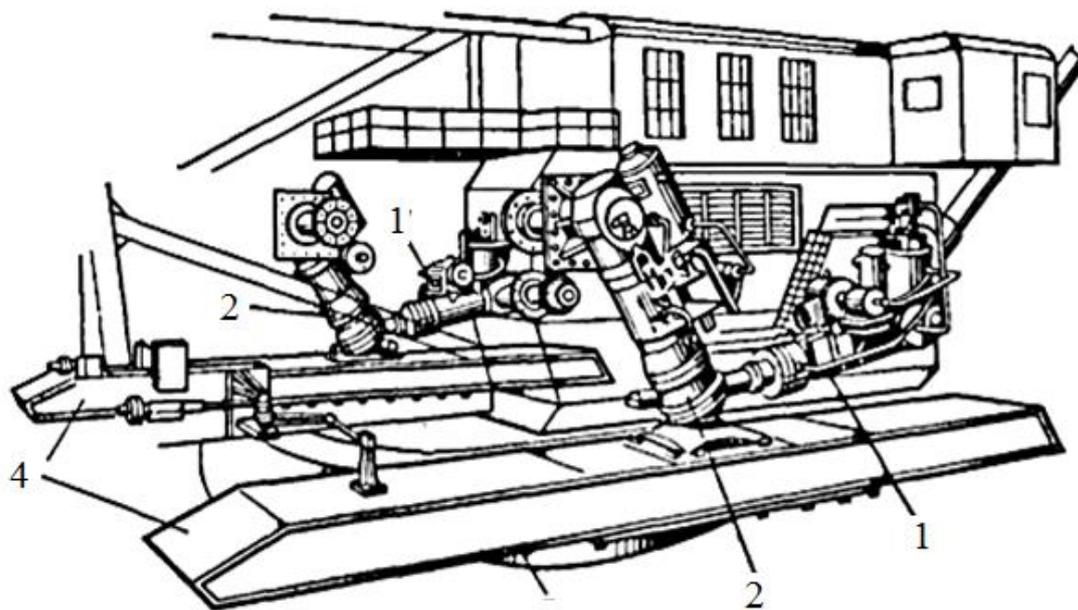


Рис. 6.6. Шагающее ходовое оборудование.

Опорные башмаки 4 присоединяются к корпусу экскаватора с помощью главного 2 и вспомогательного 1 гидроцилиндров. В рабочем положении поршни всех гидроцилиндров втянуты внутрь и опорные башмаки занимают крайнее верхнее положение, а экскаватор опирается на опорный круг 5. При передвижении опорные башмаки выдвигаются вперед и опускаются на грунт. Посредством главных цилиндров опорная рама приподнимается, а вспомогательными гидроцилиндрами смещается в сторону на величину шага. Башмаки поднимаются вверх в исходное положение, цикл передвижения на новый шаг повторяется. Давление (Па) шагающего ходового оборудования (при $e < D/8$);

$$P_{max,min} = \frac{4mg}{\pi \cdot D^2} \cdot \left(1 \pm \frac{8e}{D}\right) \quad (6.2)$$

где D - диаметр опорного круга, м; e - эксцентриситет, м.

Недостатки шагающего ходового оборудования — малая скорость передвижения, непригодность его для машин с большим выходом равнодействующей реакции (центра давления) за ядро сечения нижней рамы.

6.4. Тяговые расчеты.

В тяговых расчетах решается задача определения сопротивлений передвижению машины и ее тяговых возможностей.

Машины – орудия, выполняющие работу во время движения (бульдозеры, автогрейдеры, скреперы экскаваторы и т.п.), испытывают сопротивление обрабатываемой среды, т.е. рабочее сопротивление $F_{пер}$ по горизонтальному пути, повороту машины $F_{пов}$, уклона местности F_y , инерции при разгоне и торможении и ветрового давления F_v , силы инерции $F_{ин}$

$$\sum F = F_{ро} + F_{пер} + F_{пов} \pm F_y \pm F_v \pm F_{ин}. \quad Н. \quad (6.3)$$

Сопротивление передвижению $F_{пер}$ измеряемое в ньютонах, складывается из сопротивлений на рабочем органе машины $F_{ро}$ (*полезного сопротивления*), передвижению (перекатыванию) движителей $F_{пер}$ по горизонтальному пути, повороту машины $F_{пов}$ уклона местности F_y , инерции при разгоне и торможении и ветрового давления F_v :

Из этого набора сопротивлений удерживаются только те сопротивления, которые имеют место в конкретном транспортном режиме работы машины. Так, сопротивление F_{po} сохраняется в приведенной выше формуле только в случае тягового расчета рабочего процесса технологической машины, например бульдозера на операции послойной разработки грунта. Это сопротивление зависит от назначения и типа машины, характера выполняемых работ, конструкции рабочего органа и других факторов. Методы расчета этого сопротивления приводятся в разделах, посвященных конкретным типам технологических машин.

Сопротивление повороту колесных машин, передвигающихся по твердому основанию, обычно мало и в расчетах не учитывается. При езде по рыхлому грунту можно принять $F_{пов} = (0,25... 0,5)F_{пер}$. Сопротивление повороту гусеничных машин определяется затратами энергии на срезание и смятие грунта гусеницами и на преодоление сил трения гусениц о грунт. При движении по вязкому рыхлому грунту $F_{пов} = (0,4...0,7) F_{пер}$.

Сопротивление (Н) движению от уклона местности определяют по формуле:

$$F_y = m \cdot g \cdot \sin\alpha$$

(6.4)

где m - масса машины, кг; g - ускорение свободного падения ($g = 9,81 \text{ м/с}^2$); α - угол подъема пути машины.

Сопротивление сил инерции (Н) при разгоне и торможении в предположении равноускоренного (равнозамедленного) движения определяют по формуле:

$$F_{ин} = \frac{x \cdot G \cdot v_p}{(3600 \cdot g \cdot t_p)} \quad (6.5)$$

где x -коэффициент перехода $x = 1.1...1.3$; G -сила тяжести машины, Н; v_p – рабочая скорость машины, м/час; g - ускорение свободного падения; t_p -время затрачиваемое на ускорения вращающихся тел масс. $t_p = 3...4 \text{ с}$.

Сопротивление ветрового давления. Ветровая нагрузка (сила ветра, Н) определяют по формуле:

$$F_B = \gamma_B \cdot v_B^2 \cdot K_L \cdot A_B \cdot K_o (2g)^{-1}$$

(6.6)

где γ_B - удельный вес воздуха $\gamma_B = 1,25 \text{ Н/м}^3$; K_L - коэффициент лобового сопротивления (аэродинамический коэффициент),

зависящий от подветренной площади и скорости ветра, $K_L = 0,45 \dots 1,2$ (для почти сплошной подветренной площади при скорости ветра $\vartheta_B = 10 \dots 20$ м/с, $K_L \sim 1$); A_B - подветренная площадь, то есть площадь проекции машины на плоскость, перпендикулярную линии действия ветра, м²; K_O - коэффициент увеличения расчетного скоростного напора, $K_O = 1 + x'' \cdot K_d$; (x'' - коэффициент пульсации скоростного напора. На высоте 2...3 м от земли $x'' = 0$; K_d - коэффициент динамичности, $K_d = 1 \dots 2$).

Два последних сопротивления учитывают, в основном, в тяговых расчетах шинноколесных машин, передвигающихся со сравнительно большими скоростями. Гусеничные машины передвигаются с малыми скоростями и для них указанные сопротивления оказываются малыми, в связи с чем ими обычно пренебрегают. В проектных тяговых расчетах гусеничных машин из двух сопротивлений подъему и повороту учитывают лишь одно, имеющее большее значение, поскольку для этих машин одновременного подъема и поворота всегда можно избежать.

В действительности все эти сопротивления одновременно не возникают и при расчете учитываются только те сопротивления, которые могут возникнуть у рассматриваемой машины в конкретных расчетных условиях ее работы. Движение будет возможным при условии, когда окружная сила $P_{k,max} \geq \Sigma F$. Соблюдение этого условия необходимо, чтобы машина могла двигаться, однако одного этого условия недостаточно. Необходимо, чтобы между колесами (гусеницами) и дорогой (грунтом, рельсами) было достаточно хорошее сцепление, характеризующееся коэффициентом сцепления ϕ , который зависит от свойств дорожной поверхности, ее состояния, а так же, например, для пневмоколесного движителя от типа и состояния шин, от внутреннего давления в них. Сила сцепления $F_{сц}$ пропорциональна нагрузке на ведущие колеса (или на гусеницы) $G_{сц}$, называемой сцепным весом:

$$F_{сц} = G_{сц} \cdot \phi. \quad (6.7)$$

У машин, выполняющих технологические функции (копание грунта, уплотнение, очистку и т.п.), сцепной вес будет складываться из веса машины, приходящегося на ведущие колеса, и сил реакции от взаимодействия рабочего органа с обрабатываемой средой. У транспортных машин, а также скреперов и грейдер-элеваторов во время их транспортного перемещения нагрузка на колеса складывается из веса машины и веса транспортируемого груза.

Для машин со всеми ведущими колесами полный вес машины с грузом будет являться, сцепным весом машины. Чем больше нагрузка на ведущие колеса или чем выше коэффициент сцепления φ , тем выше сила сцепления, реализуемая на ведущих колесах самоходной машины.

Контрольные вопросы.

1. Для чего предназначено ходовое оборудование строительных машин? Что такое активное и пассивное ходовое оборудование? Из каких составных частей состоит ходовое оборудование?

2. Перечислите виды ходового оборудования по типу движителя. Дайте краткую характеристику каждого вида (назначение, особенности эксплуатации).

3. Что собой представляют гусеничные и шинноколесные движители? Как их соединяют с верхней рамой машины? Перечислите виды подвесок и охарактеризуйте их.

4. Назовите основные технико-эксплуатационные показатели ходового оборудования машин. Какими показателями они характеризуются?. Что такое дорожный коридор?

5. Изложите устройство гусеничного ходового оборудования. Чем отличаются мягкие гусеницы от жестких? Какими мерами повышают сцепление гусеничного движителя с грунтом? Какие виды трансмиссий применяют в приводах гусеничного ходового оборудования?

6. Что такое удельное давление? Как связаны между собой глубина погружения гусениц в грунт и удельное давление на его поверхности? Что такое коэффициент постели, каков его физический смысл?.

7. Каковы преимущества и недостатки шинноколесного ходового оборудования? Какие типы шин применяют в шинноколесных движителях?. Как устроены покрышки шин? Для чего применяют широкопрофильные и арочные шины? Каковы особенности их эксплуатации? Для чего и как регулируют давление воздуха в шинах?

8. Что такое приводное колесо, управляемое колесо? Приведите классификацию шинноколесного ходового оборудования по числу осей. Что такое колесная формула? Для чего применяют многоосные ходовые устройства?

9. Какие виды трансмиссий применяют в приводах шинноколесного ходового оборудования? Опишите привод с механической

трансмиссией. Как устроен и как работает дифференциал? Каковы его свойства? В каких случаях блокируют дифференциал?

10. Что такое мотор-колесо? Из чего оно состоит? На какие характеристики передвижения оно оказывает влияние?

11. Перечислите преимущества и недостатки рельсоколёсного ходового оборудования?

12. Какие задачи решаются в тяговых расчетах строительных машин? Охарактеризуйте внешние сопротивления передвижению машины. Объясните основное условие движения машины. Чем ограничено тяговое усилие? Что на практике означает невыполнение условия движения?

Глава 7. Транспортирующие машины и оборудование.

7.1. Ленточные, пластинчатые конвейеры и элеваторы.

Транспортирующими называют технические средства непрерывного действия для перемещения массовых сыпучих и штучных грузов по определенным линейным трассам. Их делят на конвейеры и устройства трубопроводного транспорта. Первыми перемещают грузы (сыпучие и кусковые материалы, штучные грузы, а также пластичные смеси бетонов и растворов) путем непосредственного механического воздействия на них тягового или транспортирующего органа. Конвейеры бывают ленточными, пластинчатыми, скребковыми, ковшовыми, винтовыми и вибрационными. Устройствами трубопроводного транспорта грузы перемещают в потоке жидкости или газа, а также в контейнерах.

Ленточные конвейеры служат для перемещения в горизонтальном и наклонном (до $18...22^\circ$) направлениях сыпучих, мелкокусковых и штучных грузов. Ленточные конвейеры изготавливают стационарными длиной до $150...200$ м, передвижными и переносными длиной 5, 10, 15 и 20 м. Основными частями ленточного конвейера (рис. 7.1, 7.2) являются: металлическая рама, на которой установлены роlikоопоры рабочей и холостой ветвей ленты 2. По концам конвейера лента огибает головной 4 и хвостовой 1 барабаны. Головной