

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего профессионального образования
«Кузбасский государственный технический университет
имени Т.Ф. Горбачева»

Горный институт

Кафедра горных машин и комплексов

Составители

Т. Ф. Подпорин

А. Ю. Захаров

КАРЬЕРНЫЕ АВТОСАМОСВАЛЫ
С ГИДРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИЕЙ

Инструкции к лабораторной работе

Рекомендовано учебно-методической комиссией
специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело»,
специализация «Горные машины и оборудование»,
в качестве электронного издания
для использования в учебном процессе

Кемерово 2015

Рецензенты

Юрченко В. М. – доцент кафедры горных машин и комплексов

Буялич Г. Д. – председатель учебно-методической комиссии специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», специализация «Горные машины и оборудование»

Т. Ф. Подпорин. Карьерные автосамосвалы с гидромеханической трансмиссией: инструкция к лабораторной работе по дисциплинам «Транспортные машины» и «Карьерные транспортные машины и оборудование» для студентов специальности 21.05.04 (130400.65) «Горное дело», образовательные программы «Горные машины и оборудование» и «Электрификация и автоматизация горного производства», всех форм обучения / сост.: Т. Ф. Подпорин, А. Ю. Захаров. – Электрон. дан. – Кемерово: КузГТУ, 2015. – Систем. требования: Pentium IV; ОЗУ 16 Мб; Windows XP; мышь. – Загл. с экрана

Приводятся конструктивные особенности основных узлов карьерного автосамосвала с гидромеханической трансмиссией на примере БелАЗ 7540. Достаточно подробно рассмотрено устройство коробки передач, гидротрансформатора, основные гидравлические системы, ведущего моста, подвеска автомобиля.

© КузГТУ, 2015
© Подпорин Т.Ф.,
Захаров А. Ю., 2015
составление, 2015

Карьерные автосамосвалы с гидромеханической трансмиссией

Цель: изучение конструкции и принцип работы основных узлов

1. НАЗНАЧЕНИЕ, НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ

Автомобили-самосвалы типа БелАЗ с гидромеханической трансмиссией предназначены для транспортирования горной массы и иных сыпучих грузов при открытых горных работах и сооружение крупных гидротехнических и других инженерных объектов.

Серии карьерных самосвалов с гидромеханической трансмиссией



[БЕЛАЗ 7540](#)

Грузоподъемность 30 тонн
Двигатель: ЯМЗ-240ПМ2, ЯМЗ-240М2-1,
ММЗ Д-280 (8437.10),
Cummins КТА 19-С
265–312 кВт
гидромеханическая
Модификации [7540А](#), [7540В](#), [7540С](#),
[7540Е](#), [7540К](#)



[БЕЛАЗ 7545](#)

Грузоподъемность 45 тонн
Двигатель: Cummins QSX 15-С,
Cummins QSM11-С
448 кВт
гидромеханическая
Модификации [75450](#), [75453](#)



[БЕЛАЗ 7547](#)

Грузоподъемность 42–45 тонн
Двигатель ЯМЗ-240НМ2, Cummins
КТА19-С



[БЕЛАЗ 7555](#)

Грузоподъемность 55–60 тонн
Двигатель Cummins КТТА 19-С, Cummins
КТТА 19-С, Cummins QSK 19-С, Cummins
QSK 19-С

368–448 кВт
гидромеханическая
Модификации [7547](#), [75473](#)

522–560 кВт
гидромеханическая
Модификации [7555B](#), [7555D](#), [7555E](#), [7555F](#)



[БЕЛАЗ 7557](#)

Грузоподъемность 90 тонн
Двигатель Cummins QST 30-C
783 кВт
гидромеханическая
Модификации [75570](#), [75571](#)

Модели самосвалов БЕЛАЗ 7540, 7545, 7547, 7555, 7557 являются базовыми. Каждая базовая модель имеет модификации, прежде всего по типу кузова (породовозы, углевозы, рудовозы), климатическому исполнению и другим особенностям.

Автомобили-самосвалы работают надежно и эффективно на дорогах с твердым покрытием, выдерживающим осевую нагрузку 500 кН, с продольным уклоном не более 80 ‰. В затруднительных ситуациях допустим уклон до 100 ‰ на одном-двух участках карьерной дороги, однако длина участка не должна превышать 50 м.

Не рекомендуется эксплуатировать автомобили на дорогах с мягким грунтом без твердого покрытия, с уклоном более 100 ‰ – это ведет к снижению надежности, экономичности и безопасности.

Максимальная рекомендуемая скорость движения автомобиля с полной нагрузкой в любых температурно-климатических условиях 50 км/ч.

Наибольшее расстояние (круговой рейс) транспортирования груза, па котором сохраняются высокие эксплуатационные показатели автомобиля равно 6 км.

При эксплуатации автомобилей на расстоянии больше рекомендуемого – до 15 км (круговой рейс) следует снижать скорость движения до 40 км/ч во избежание быстрого износа или

разрушения шин от нагревания. Расходы на шины составляют четвертую часть всех затрат на эксплуатацию автомобиля.

Автомобили БелАЗ изготавливаются и в северном исполнении для эксплуатации при низких температурах в районах крайнего Севера и Сибири, и Дальнего Востока. "Северные" автомобили отличаются конструкцией некоторых элементов: в приводе вентиляторов охлаждения двигателя установлены электромагнитные фрикционные муфты для отключения вентиляторов; стенки кабины дополнительно утеплены; стекла кабины двойные; в ветровое стекло вмонтирован электрический нагреватель; исключен забор наружного воздуха отопителем кабины; все уплотнительные резиновые детали и шины изготовлены из морозостойкой смеси

Автомобили БелАЗ выпускаются также для подземных условий эксплуатации

Машины для подземных работ



[Самосвалы шахтные МоАЗ-7529](#)

Грузоподъемность 22–25 тонн
ЯМЗ-238БН, Cummins QSL-C280
190–209 кВт
гидромеханическая
[75291](#), [75290](#)



[Самосвалы шахтные МоАЗ-75840](#)

Грузоподъемность 40 тонн
MTU S60
391 кВт
гидромеханическая
[75840](#)



[Машины погрузочно-доставочные МоАЗ-4055](#)

Грузоподъемность 9 тонн
ЯМЗ-238БН; DEUTZ F12413FW
190 кВт
гидромеханическая
[4055](#)



[Средства транспортные для перевозки людей МоАЗ-75292](#)

ЯМЗ-238БН
190 кВт
гидромеханическая
[75292](#)



[Автобетоносмесители МоА3-75296](#)

ЯМЗ-238БН
190 кВт
гидромеханическая
[75296](#)



[Самосвалы шахтные МоА3-74052-9586](#)

Грузоподъемность 25 тонн
ЯМЗ 238 БН
190 кВт
гидромеханическая
[74052-9586](#)



[Самосвалы шахтные МоА3-75850](#)

Грузоподъемность 50 тонн
MTU DD S60-6063HK32
410 кВт
гидромеханическая
[75850](#)



[Машины погрузочно-доставочные МоА3-4075](#)

Грузоподъемность 16 тонн
Cummins QSX15-C390
291 кВт
гидромеханическая
[4075](#)



[Средства транспортные для перевозки людей МоА3-59052](#)

DEUTZ F6L912W
69 кВт
гидромеханическая

2. УСТРОЙСТВО САМОСВАЛОВ

Основные части автосамосвала: двигатель, шасси и кузов. В качестве двигателя используется двигатель внутреннего сгорания с воспламенением от сжатия на тяжелом жидком топливе.

Шасси объединяет все части и механизмы для передачи вращающего момента от двигателя к ведущим колесам (трансмиссию), ходовую часть и механизм управления.

2.1. Трансмиссия

Трансмиссия автосамосвала служит для передачи крутящего момента от двигателя к ведущим колесам, а также для изменения его в зависимости от дорожных условий. Она состоит из карданного вала 4 (рис. 1), повышающего редуктора 5, гидромеханической передачи (см. рис. 2), карданного вала 19 и заднего моста, включающего главную 15 и дифференциальную 14 передачи, полуоси 13.

Примечание. На рис. 1 цифровые обозначения подшипников соответствуют названиям соответствующих деталей. Так цифрой 2 обозначены подшипники двигателя 2, цифрой 4 – подшипники карданного вала 4, цифрой 5 – подшипники повышающего редуктора 5.

2.1.1. Гидромеханическая передача

Гидромеханическая передача служит для:

1. Отсоединения двигателя от трансмиссии при запуске двигателя и работе на остановках.
2. Изменения скорости движения автомобиля и тягового усилия на ведущих колесах в зависимости от дорожных условий и для получения заднего хода.

Она состоит из следующих основных узлов: повышающего редуктора, гидротрансформатора, гидромеханической трехскоростной коробки передач.

Повышающий редуктор

Повышающий редуктор служит для приведения в соответствие характеристики двигателя и гидротрансформатора, т.е. для увеличения числа оборотов насосного колеса гидротрансформатора, с целью получения наиболее выгодных условий их совместной работы. Он состоит из трех цилиндрических прямозубых шестерен, установленных на валах в отдельном корпусе.

Гидротрансформатор служит для автоматического и бесступенчатого изменения крутящего момента, передаваемого от двигателя, в соответствии с изменениями нагрузки на ведомом валу,

в пределах 1:3,7. Он также сглаживает влияние динамических нагрузок, возникающих в трансмиссии, что способствует увеличению срока службы двигателя и трансмиссии.

Принципиальное устройство гидротрансформатора показано на рис. 2. Он состоит из насосного колеса 5, турбинного колеса 4, двух направляющих аппаратов (реакторов) 3 и двух муфт 6 свободного хода. Турбинное колесо 4 жестко связано с первичным валом 16 коробки передач своей ступицей 1. Конструкция его аналогична конструкции насосного колеса, и отличается только формой и наклоном лопаток.

Два реактора 3 (направляющие аппараты) соединены со ступицей гидротрансформатора через муфты 6 свободного хода. Реакторы служат для увеличения крутящего момента, передаваемого от насосного колеса. На реакторах имеются лопатки, равномерно расположенные по окружности. При попадании рабочей жидкости на лопатки реакторов, на последних возникают усилия, вызывающие появление реактивного момента, который через жидкость действует на лопатки турбинного колеса, дополнительно к моменту, передаваемому насосным колесом. Редукторы при этом не подвижны. Муфты 6 свободного хода – роликового типа.

Каждая муфта состоит из наружной обоймы, роликов и пружин. Внутренняя поверхность для обеих муфт является заклинивающей. Наличие муфт свободного хода позволяет реакторам вращаться только в одном направлении – в сторону вращения насосного и турбинного колес.

Гидротрансформатор, устанавливаемый на автомобиле – комплексного типа. Он увеличивает (трансформирует) крутящий момент, получаемый от двигателя при больших нагрузках на турбинном колесе, и передает его без изменений при малых нагрузках, т.е. имеет два режима работы: режим гидротрансформатора и режим гидромуфты.

При снижении нагрузки увеличивается число оборотов на ведомом валу и турбинном колесе, которое приближается к оборотам насосного колеса. Поток масла, выходящий из турбинного колеса, изменяет свое направление и ударяется о лопатки реакторов таким образом, что оба реактора увлекаются потоком масла и начинают свободно вращаться. В этом случае усилия, действующие на лопатки, а следовательно, и реактивный момент прибли-

жается к нулю. Гидротрансформатор начинает работать в режиме гидромукты, т.е. крутящий момент не изменяется.

При малейшем увеличении нагрузок на ведомом валу, частота вращения турбинного колеса сразу же уменьшается: поток масла, выходящий из турбинного колеса, уже имеет несколько другое направление и ударяет в лопатки реакторов в сторону вращения, противоположную вращению насосного и турбинного колес. Но так как реакторы установлены на муфтах свободного хода, которые позволяют им вращаться только в направлении насосного и турбинного колес, то реакторы заклиниваются роликами, останавливаются и вынуждены изменять направление потока масла, выходящего из турбинного колеса.

Появляющийся реактивный момент действует на турбинное колесо дополнительно к моменту, передаваемому насосным колесом, т.е. устанавливается режим гидротрансформатора. Таким образом, крутящий момент гидротрансформатора автоматически изменяется, в зависимости от дорожных условий.

Коробка передач (рис. 2) расширяет диапазон изменения крутящего момента гидротрансформатора. Она имеет три передачи вперед и одну назад. Крутящий момент от гидротрансформатора подводится к первичному валу 16 коробки передач. Он установлен в картере 7 на двух опорах: шарикоподшипнике 8 и цилиндрическом роликоподшипнике 15.

На первичном валу между опорами находятся ведущие шестерни 9 первой, 12 второй, 11 третьей передач и шестерня 14 заднего хода. Шестерни 9, 12 установлены на шарикоподшипниках. Кроме них, на валу установлены на шлицах фрикционы включения первой 10 и второй 13 передач. Шестерня третьей передачи неподвижно закреплена на барабане фрикциона 10 первой передачи. В валу 16 имеются каналы для смазки подшипников шестерен и для включения находящихся на валу фрикционов.

Вторичный вал 17 коробки передач расположен в нижней части картера и установлен на двух подшипниках. На нем установлены ведомые шестерни первой 25, второй 22, третьей 23 передач и шестерня заднего хода 20, а также фрикционы включения третьей передачи 24 и заднего хода 21. Шестерни 25 и 22 закреплены на барабанах фрикционов третьей передачи и заднего хода, которые установлены на валу на шлицах. Во вторичном валу то-

же имеются каналы для включения фрикционов и имеется продольный паз для подвода смазки к подшипникам шестерни. На заднем конце вторичного вала установлен на шлицах фланец 18 крепления карданного вала.

Переключение передач осуществляется путем поперечного соединения – шестерен с валом при помощи фрикционов. На каждой из передач включается только один из четырех фрикционов, а остальные разомкнуты. Все фрикционы одинаковы по своей конструкции и состоят из следующих основных элементов (рис. 3): корпуса фрикциона (барабана) 9, поршня 12, ведущих 5 и ведомых 6 дисков и отжимных пружин. 13.

Барабан фрикциона 9 и поршень 12 образуют между собой полость, называемую бустером фрикциона. Бустер уплотняется кольцами 11 и 14, которые помещены в выточках поршня и барабана.

В пазы барабана входят стальные ведущие диски 5, нажимной рычаг 10, нажимной 7 и упорный 2 диски.

Ведомые диски 6 тоже стальные, с металлокерамическими поверхностями трения, на которых имеются спиральные и радиальные канавки, способствующие быстрому удалению масла с поверхности дисков при включении фрикционов и уменьшению времени их пробуксовки. Диски 6 посажены на шлицах ступицы, которая своими внутренними шлицами соединяются с шестерней, установленной на подшипниках.

При включении фрикциона рабочая жидкость через каналы 16 подается под давлением в бустер и перемещает поршень 12, который через рычаги 10 сжимает ведомые и ведущие диски.

2.1.2. Гидравлическая система гидромеханической передачи

Гидравлическая система гидромеханической передачи служит:

- а) для переключения передач при движении автомобиля, т.е. для создания давления в одном из фрикционов коробки передач;
- б) для обеспечения циркуляции рабочей жидкости через гидротрансформатор;
- в) для обеспечения смазки подшипников шестерен и фрикционов в коробке передач.

Гидравлическая система имеет две основных масляных подсистем (магистралей):

- а) главную масляную подсистему (магистраль);
- б) подсистему (магистраль) питания гидротрансформатора.

Главная масляная подсистема (магистраль) служит для подвода масла к золотниковой коробке, при помощи которой осуществляется переключение передач, и далее в бустеры фрикционов. Она содержит (рис. 4) главный насос 1, редукционный клапан 12 и золотниковую коробку 14.

Золотники коробки связаны системой рычагов и тяг с рукояткой переключения передач, установленной в кабине водителя.

При включении рычага в кабине водителя в положении первой передачи нижний золотник в золотниковой коробке 14 перемещается вправо и открывает доступ маслу из главной подсистемы (магистралей) в бустер фрикциона первой передачи. При этом, под давлением масла, ведущие и ведомые диски сжимаются и жестко соединяют ведущую шестерню первой передачи с первичным валом. Подводимый от турбинного колеса 4 момент (рис. 2) в этом случае передается от ведущей шестерни 9 первичного вала на вторичный вал 17 и далее через карданный вал на главную передачу. Другие бустеры в это время соединены со сливом, и попавшее в них масло стекает в поддон.

При установке рычага переключения передач в положение второй передачи, третьей передачи и заднего хода, золотники в золотниковой коробке 14 перемещаются и открывают доступ маслу в бустер соответствующего фрикциона.

При нейтральном расположении рычага переключения передач, главная масляная подсистема (магистраль) соединяется через редукционный клапан 12 со сливом, и масло, нагнетаемое насосом 1 из поддона картера, сливается обратно в поддон.

Редукционный клапан 12 служит для обеспечения необходимого давления в бустерах фрикционов при переключении передач. При возрастании давления выше $10,5 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ (1,05 МПа) золотник редукционного клапана смещается и устанавливается в такое положение, при котором нагнетательная магистраль соединяется со сливом и часть масла отливается в картер коробки, поддерживая тем самым необходимое давление.

Подсистема (магистраль) питания гидротрансформатора состоит из последовательно включенных насоса 5 охлаждения масла в гидротрансформаторе и гидротрансформатора 9, масляных фильтров 7 и масляного радиатора 6, образующих замкнутый круг.

Прохождением масла через радиатор поддерживается нормальный тепловой режим масла в пределах 90–100 °С.

Клапан 10 поддерживает в магистрали смазки коробки передач давление в пределах $(9,8-10)10^5 \text{ Н/м}^2$ ((0,98–1,0) МПа). При возрастании давления выше допустимого под действием масла золотник клапана преодолевает упругость пружины и перекрывает магистраль смазки.

2.1.3. Гидродинамический тормоз-замедлитель

Гидродинамический тормоз-замедлитель служит для поддержания постоянной скорости движения на спусках: при этом сводится до минимума или исключается полностью использование колесных тормозов.

Тормозной эффект возникает при заполнении рабочей полости гидрозамедлителя 16 (рис. 4) маслом с помощью клапана включения 15.

Включение тормоза-замедлителя производится при помощи крана, расположенного в кабине и пневматического привода.

Эффект от гидрозамедлителя возникает только при включенной передаче. При этом, чем выше включенная передача, тем меньше тормозной эффект.

2.1.4. Карданная передача

Карданная передача состоит из двух валов: карданного вала трансмиссии и карданного вала заднего моста.

Карданный вал трансмиссии (рис. 5) служит для передачи вращения от коленчатого вала двигателя к повышающей передаче.

Карданный вал заднего моста служит для передачи вращения от ведомого вала коробки к заднему мосту.

Устройство шарниров обоих карданных валов одинаково.

Карданный вал трансмиссии состоит из двух направляющих вилок 2, соединенных шарнирно с фланец вилками 1, при помощи крестовин 8, на шипах которых установлены игольчатые подшипники 7, и подвижного соединения.

На автомобиле иногда устанавливается карданный вал трансмиссии, у которого передний шарнир (от двигателя) выполнен на резиновых втулках.

Шарнир состоит из четырех обоим 1 (рис. 6) с резиновыми втулками. В каждой обойме установлены по две резиновые втулки. Одна резиновая втулка крепится болтом с фланцем 2 крепления карданного вала к маховику, вторая – к переднему фланцу 3 скользящего соединения. Благодаря наличию резинового шарнирного соединения смягчаются ударные нагрузки, возникающие при резком изменении числа оборотов двигателя, что предохраняет от перегрузки шестерни, повышающей передачи.

2.1.5. Ведущий мост

Ведущий мост состоит из центрального редуктора, двух колесных передач планетарного типа и картера моста с полуосями.

Центральный редуктор служит для передачи крутящего момента под углом 90° к полуосям и планетарным передачам (рис. 7). Он состоит из конической главной пары и дифференциала).

Ведущая коническая шестерня 7 главной пары установлена на двух конических подшипниках 2 и 3, наружные обоймы которых запрессованы в корпус 4 подшипников и на цилиндрическом роликовом подшипнике 5, который крепится в корпусе 4 стопорным кольцом. Ведомая коническая шестерня 13 главной пары заклепками крепится к фланцу первой чашки 14 дифференциала. Между корпусом 4 подшипников 4 картером 22 редуктора устанавливаются регулировочные прокладки 6, служащие для регулировки зацепления шестерен при сборке редуктора.

Дифференциал состоит из двух чашек 14 и 19, скрепленных между собой болтами. В коробке, образуемой чашками, в плоскости их разъема установлена крестовина 16, на шипах которой на бронзовых втулках 17 свободно вращаются четыре сателлита 15. Сателлиты находятся в зацеплении с полу осевыми шестернями

20. Между поверхностями полуосевых шестерен и сателлитов с одной стороны, и опорными поверхностями чашек дифференциала с другой стороны установлены бронзовые опорные шайбы 18 и 21. При прямолинейном движении сателлиты 15 не вращаются вокруг осей крестовины 16, а на повороте внутреннее колесо (относительно центра поворота) начинает замедляться, поскольку увеличивается сопротивление его движения сателлит 15 начинает окатываться по соответствующей полу осевой шестерни 20 и разгонять противоположную осевую шестерню поэтому внешнее колесо (относительно центра поворота) начинает вращаться быстрее.

Колесные передачи планетарного типа расположены в ступицах задних колес (рис. 8). Ведущая (солнечная) шестерня 6 жестко связана с полуосью 28 и находится в зацеплении с тремя сателлитами 38. Сателлиты установлены в водиле 7, каждый из двух роликовых подшипниках 2. От осевого смещения подшипники зафиксированы стопорными кольцами 39. Подшипники устанавливаются на осях, закрепленных своими концами в стенках водила.

Сателлиты входят в зацепление с неподвижной опорной шестерней 14. Шестерня имеет внутренне зубья и крепится болтами и штифтами к ступице 15, установленной на шлицах на кожухе полуоси. Водило болтами крепится к ступице 20 колеса и вращается вместе с ней.

2.2. Ходовая часть

2.2.1. Подвеска автомобиля

Подвеска автомобилей пневмогидравлическая, зависимая (рис. 9). Передняя подвеска автомобилей состоит из двух цилиндров 2, двух нижних продольных и верхней продольной штанг 1, поперечной штанги 14 и двух буферов 13.

Штанги воспринимают продольные и поперечные усилия, передающиеся от передней оси на раму автомобиля. Цилиндры подвески воспринимают вертикальные усилия и выполняют роль упругих рессор и амортизаторов. Буферы, закрепленные на раме,

предотвращают жесткий удар осей о раму в случае неисправности цилиндров подвески.

Цилиндры и штанги соединены с кронштейнами рамы и передней оси через шарнирные подшипники, обеспечивающие необходимую подвижность соединений. Полости подшипников закрыты сальниками и смазываются через маслѐнки.

Поперечная штанга соединена одним концом с рамой, другим с передней осью.

Задняя подвеска автомобиля БелАЗ-7540А (рисунок не предусмотрен) состоит из двух цилиндров, двух продольных штанг, вилки и двух буферов. Вилка со штангами воспринимает продольные и поперечные нагрузки; функции цилиндров и буферов те же, что и в передней подвеске. Цилиндры и штанги соединены с рамой и задним мостом так же, как и в передней подвеске – пальцами с шарнирными подшипниками. Вилка соединена с рамой через звенья с шарнирными подшипниками, а с задним мостом – сферическим шарниром и шкворнем.

В задней подвеске автомобиля БелАЗ-7547А в отличие от задней подвески автомобиля БелАЗ-7540А не два, а четыре цилиндра. Все цилиндры и штанги подвески одинаковы по устройству и отличаются только длиной.

Цилиндр подвески – пневматическая рессора поршневого типа со встроенным гидравлическим амортизатором, состоит из основного цилиндра 11 и цилиндра противодействия 8 (рис. 10).

Цилиндр противодействия – поршень с пустотелым штоком.

Поршневая полость 1 через зарядный клапан 16 заряжается сжатым газом – азотом. В эту же полость заправляется масло (высота слоя масла над поршнем 20 мм) для предотвращения утечки газа через подвижное соединение поршня с цилиндром и смазывания поверхностей этого подвижного соединения.

Штоковая полость II и нижняя часть полости противодействия III также заполнены маслом. Полости II и III сообщаются между собой через две трубки 6. Верхняя часть полости III через зарядный клапан 43 заряжается сжатым газом, давление которого через жидкость передается на кольцевую площадь поршни в полости II.

Таким образом, поршень находится под давлением газа сверху – основное давление и снизу – противодействие.

Для предотвращения утечек масла и газа из цилиндра неподвижные соединения уплотнены резиновыми кольцами круглого сечения. Во избежание перетекания масла из одной полости в другую подвижные соединения поршня и штока уплотнены специальными фторопластовыми манжетами.

Фторопластовые манжеты 28 и 32 устанавливаются в цилиндр с натягом, благодаря разжатию кромок распорными кольцами 27 и 31. Натяг регулируют подбором толщины пакета прокладок 25 и 34. Для поддержания натяга манжет при их износе служат пружины 24 и 35.

Принцип работы цилиндра подвески. При ходе сжатия поршень перемещается в цилиндре вверх и сжимает газ в полости I. За счет увеличения давления газа над поршнем ход сжатия упруго ограничивается.

В полости III в этот момент уменьшается давление газа, так как масло при ходе сжатия перетекает в штоковую полость II и объем увеличивается.

При ходе отбоя поршень перемещается в обратном направлении, давление газа в полости I уменьшается, а в полости III — увеличивается, за счет чего, упруго ограничивается ход отбоя.

Для гашения колебаний, возникающих при движении автомобиля по неровной дороге, цилиндр подвески имеет гидравлический амортизатор, функцию которого выполняют трубки 6. В одной трубке установлен шарик 9 амортизатора, который позволяет рабочей жидкости проходить только в одном направлении. При ходе сжатия рабочая жидкость проходит в штоковую полость II по обеим трубкам, а в момент отбоя — только через калиброванное отверстие одной трубки, что обеспечивает необходимое сопротивление перетеканию рабочей жидкости и способствует гашению колебаний.

Обозначения к цилиндру подвески

1 — нижняя крышка; 2 — шарнирный подшипник; 3 — стопорная шайба; 4-38, 30 — уплотнительные резиновые кольца; 5 — защитный чехол; 6 — трубка амортизатора; 7 — крышка маслосборника; 8 — цилиндр противодавления; 9 — шарик амортизатора; 10 — упор клапана амортизатора; 11 — основной цилиндр; 12 — заглушка; 13 — корректирующая трубка; 14 — гайка; 15 — верхняя крышка; 16,

43 – зарядные клапаны; 17, 42 – заправочные штуцеры; 18, 21, 22 – уплотнительные шайбы; 19, 20 – крышки; 23, 36 – прижимные диски; 24, 35 – нажимные пружины; 25-34 – регулировочные прокладки; 26, 33 – нажимные кольца; 27, 31 – распорные резиновые кольца; 28, 32 – уплотнительные фторопластовые манжеты; 29 – направляющая; 37 – защитные фторопластовые шайбы; 39 – сальник; 40 – зарядная труба; 41 – пробка контрольного отверстия; I – поршневая полость; II – штоковая полость; III – полость противодействия; IV – защитная полость.

2.2.2. Передняя ось

Передняя ось (рис. 11) служит для восприятия нагрузки от передней части автомобиля. На балку передней оси напрессованы литые кожухи, имеющие кронштейны для крепления цилиндров подвески и проушин, в отверстия которых вставляется шкворни 15 поворотных кулаков 4. Шкворни устанавливаются под углом 6° и для лучшей затяжки имеют коническую форму. На поворотный кулак 4 устанавливаются рычаг 12 рулевой трапеции – и ступица 5 переднего колеса с тормозным барабаном 6. Ступица устанавливается на двух конических роликовых подшипниках 3 и от смещения крепится при помощи гайки и контргайки.

Для посадки обода 7 колеса с наружной стороны ступицы 5 имеется конус. Обод колеса прижимается к ступице при помощи прижимов 1 и затягивается гайками.

2.2.3. Колеса и шины (рис. 11)

Колесо состоит из обода 7 и шины. С одной стороны обод имеет приваренное бортовое кольцо, а с другой стороны свободно вставляется такое же бортовое кольцо 8, которое запирается замковым кольцом.

2.3. Рулевое управление

Рулевое управление предназначено для придания направления движению автомобиля. Рулевое управление состоит из следующих основных узлов и деталей: рулевого механизма (рис. 12);

системы гидроусилителя руля (рис. 13, 14); продольных и поперечных рулевых тяг и поворотных рычагов рулевой трапеции.

Рулевой механизм (рис. 12) предназначен для приведения в действие рулевого управления. Картер рулевого механизма 1 крепится болтами к кронштейну, находящемуся на раме. Передача движения от рулевого колеса к сошке осуществляется через карданный вал, винт 3 и гайку 6, на одной стороне которой нарезаны зубья в виде рейки, зацепляющиеся с зубьями сектора 7 вала 13 рулевой сошки. Для уменьшения трения в рулевом механизме между винтом 3 и гайкой 6 помещено, 110 шариков 9. При повороте в ту или иную сторону рулевого колеса, вращение передается сектору 7 посредством шипа 3 и гайки-рейки 6.

Сектор через вал 13 приводит в движение сошку 1, которая перемещает золотник 2 гидроусилителя руля (рис. 13). Золотник 2 направляет жидкость, подаваемую насосом из бака гидравлической системы в ту или иную полость цилиндра 3 гидроусилителя, придавая цилиндру гидроусилителя продольно-поступательное движение. Перемещаясь, цилиндр гидроусилителя через шаровой шарнир 5 воздействует на продольную рулевую тягу 17 (рис. 11) и приводит в движение рулевую трапецию, которая через рычаги 12 поворачивает в ту или иную стороны поворотные кулаки 4 и, следовательно, передние колеса.

Если происходит повышение давления масла свыше $70\text{--}10^5 \text{ Н/м}^2$ (7 МПа), то срабатывает предохранительный клапан, встроенный в гидроусилитель и происходит сброс в масляный бак.

2.4. Объединенная гидравлическая система усилителя руля и подъемного механизма платформы (рис. 14)

Гидравлическая система усилителя рулевого управления и гидравлическая система опрокидывающего механизма на автомобиле объединены.

Объединенная гидравлическая система выполнена таким образом, что при подъеме платформы в цилиндры 10 опрокидывающего механизма нагнетается одновременно двумя насосами 3 и 4, т.е. в момент подъема к нагнетательной магистрали опрокидывающего механизма подключается нагнетательная магистраль

рулевого управления. Это достигается при помощи автомата переключения насосов 11.

Принцип работы гидравлической системы следующий.

1. Нейтральное положение ручки крана 2 управления. Масло из бака 14 поступает к насосу 4 гидроусилителя и к насосу 3 опрокидывающего механизма. При этом от насоса 4 масло нагнетается в полость золотника 12 автомата 11 переключения насосов. Золотник постоянно (кроме момента подъема платформы) соединяет нагнетательную магистраль насоса 4 с гидроусилителем 1 рулевого управления, и от него масло поступает в бак. От насоса 3 масло нагнетается к золотнику распределительного крана 5, который в нейтральном положении подает масло на слив. В этом случае насос 3 работает в холостую.

2. Подъем платформы.

Для этого ручка крана 2 управления поворачивается в положение "подъем" платформы. При этом соединяется насос 4 с золотником распределительного крана 5, и масло поступает в правую полость 1 золотника распределительного крана 5. Золотник перемещается влево и соединяет нагнетательную магистраль насоса 3 с поршневой полостью цилиндров 10 опрокидывающего механизма.

Нагнетаемое колесом 3 масло идет кроме этого направления еще к торцу золотника 12 автомата II переключения насосов. С увеличением давления масла золотник перебрасывается вправо, преодолевая сопротивление пружины, и подсоединяет насос 4 через обратный клапан 6 к подъемным цилиндрам.

При высыпании части груза и, следовательно, уменьшения давления масла в нагнетательной магистрали до значения ниже $30 \cdot 10^5 \text{ Н/м}^2$ (3 МПа) золотник 12 под действием правой пружины смещается влево и отключает насос 4 от опрокидывающего механизма и подключает к системе гидроусилителя руля. В связи с этим скорость движения платформы в конце подъема уменьшается.

В крайнем положении штоков цилиндров открываются сливные клапаны цилиндров, и масло из нагнетательной магистрали поступает в сливную магистраль от цилиндров к автомату, где проходит через дроссель 8 и клапан 9 автомата.

3. Опускание платформы.

При установке ручки крана управления 2 в положение "опускание" масло от насоса 4 через кран 2 управления поступает в левую полость II золотника распределительного крана 5. Под давлением масла золотник перебрасывается вправо и соединяет насос 3 через обратный клапан 7 и дроссель 8 со штоковой полостью цилиндров опрокидывающего механизма.

После вдвигания штока, давление в магистрали опускания начинает возрастать. При увеличении давления клапан 9 автомата II перемещается вправо, магистраль от распределительного крана 5 к автомату II соединяется со сливной магистралью 3, и масло, минуя цилиндр, сливается в бак 14. После установки платформы ручки крана управления устанавливается в положение "нейтраль".

На автомобиле БелАЗ-7540Л цилиндры подъемного механизма платформы трехзвенные, а на автомобиле БелАЗ-7547Л – четырехзвенные. На рис. 15 изображен цилиндр подъемного механизма автомобиля БелАЗ-7547А. Цилиндр состоит из четырех подвижных труб 6, 23, 24, 25 и неподвижного поршня 22. Сопряжения подвижных звеньев уплотнены кольцами 26 круглого сечения, которые предохранены фторопластовыми защитными шайбами 27 от выдавливания жидкостью при работе цилиндров. Перед защитными шайбами и уплотнительными кольцами в канавки труб и втулки 5 установлены предохранительные кольца 28 специального профиля, снимающие пыль с наружных поверхностей труб.

3. Контрольные вопросы

1. Перечислите все базовые модели карьерных автосамосвалов с гидромеханической трансмиссией и их грузоподъемность.
2. Какие автотранспортные средства используются при подземной разработке полезных ископаемых?
3. Как передается вращающий момент от двигателя на приводные колеса?
4. Назначение карданного вала.
5. На рис. 1 показать все карданные валы.
6. Назначение повышающего редуктора?

7. Режимы работы гидротрансформатора, параметры трансформации.
8. Способ крепления шестерен коробки передач на первичном и вторичном валах.
9. Что в трансмиссии вращается при запуске двигателя?
10. Принцип включения передачи.
11. Включение передачи заднего хода.
12. Как работает фрикцион?
13. Назначение пружин фрикциона.
14. С чем соединяются диски фрикциона?
15. Назначение золотниковой коробки.
16. Назначение радиатора.
17. Принцип работы гидрозамедлителя.
18. Что происходит с карданным валом при изменении его угла наклона?
19. Какой элемент карданного вала смягчает ударные нагрузки?
20. Назначение шлицевой части карданного вала.
21. Назначение заднего моста?
22. Работа дифференциала при прямолинейном движении и на повороте.
23. Тип подшипника между чашей дифференциала и полуосевой шестерней.
24. Устройство колесной передачи планетарного типа.
25. Как передается вращающий момент от ведущего моста к колесам?
26. Как водило крепится к ступице?
27. Устройство передней подвески.
28. Покажите на рисунке, где находится газ, а где – жидкость пневмогидравлической подвески.
29. Как работает подвеска при наезде колеса на камень?
30. Как работает подвеска при наезде колеса на яму?
31. Назначение шарика в подвески.
32. Что предотвращает утечку газа и масла в пневмогидравлической подвеске.
33. Что выполняет функцию амортизатора в подвески?
34. Что выполняет функцию демпфера в подвески?
35. Устройство передней оси.

36. При повороте руля управления на какой элемент водитель прикладывает собственное усилие?

37. За счет чего предотвращается самопроизвольный поворот колес управления?

38. Как осуществляется подъем платформы?

39. Как осуществляется опускание платформы?

40. Устройство цилиндра подъема.

4. Список используемой литературы.

1. Анистратов, Ю. И. Справочник по открытым горным работам / Ю. И. Анистратов, К. Ю. Анистратов, М. И. Щадов – М.: НТЦ «Горное дело», 2010. – 700 с.

2. Карьерные самосвалы БЕЛАЗ серии 7555. – Жодино: Производственное объединение «БЕЛАЗ», 2001. – 8с.

СОДЕРЖАНИЕ:

| | |
|---|----|
| 1. НАЗНАЧЕНИЕ, НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ, ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ | 3 |
| 2. УСТРОЙСТВО САМОСВАЛОВ | 6 |
| 2.1. Трансмиссия | 7 |
| 2.1.1. Гидромеханическая передача | 7 |
| 2.1.2. Гидравлическая система гидромеханической передачи | 10 |
| 2.1.3. Гидродинамический тормоз-замедлитель | 12 |
| 2.1.4. Карданная передача | 12 |
| 2.1.5. Ведущий мост | 13 |
| 2.2. Ходовая часть | 14 |
| 2.2.1. Подвеска автомобиля | 14 |
| 2.2.2. Передняя ось | 17 |
| 2.2.3. Колеса и шины | 17 |
| 2.3. Рулевое управление | 17 |
| 2.4. Объединенная гидравлическая система усилителя руля и подъемного механизма платформы | 18 |
| 3. Контрольные вопросы | 20 |