

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ-  
МСХА ИМЕНИ К.А. ТИМИРЯЗЕВА

---

Журавлева Л.А., Карпов М.В.

**ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА  
ПРИРОДООБУСТРОЙСТВА И ЗАЩИТЫ В  
ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЯХ**

**Учебное пособие**

для обучающихся по направлению подготовки  
23.03.02 Наземные транспортно-технологические комплексы,  
20.03.01 Техносферная безопасность

Москва 2022

УДК 614.846  
ББК 38.96

Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для обучающихся по направлению подготовки Наземные транспортно-технологические комплексы, Техносферная безопасность / Сост.: Л.А. Журавлева, М.В. Карпов, Т.Ю. Карпова // ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. – Москва, 2022. – 328 с.  
ISBN 978-5-00140-989-2

Учебное пособие «Технические средства природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях»: составлено в соответствии с программами дисциплин и предназначено для студентов направления подготовки Наземные транспортно-технологические комплексы и Техносферная безопасность. Учебное пособие содержит краткое описание современных технических средств природообустройства и защиты в чрезвычайных ситуациях. Направлено на формирование у студентов знаний по использованию их при механизации строительных, гидромелиоративных, аварийно-спасательных, восстановительных и предупреждающих аварийю работ, овладение инженерными методами решения задач, расчета, выбора и эксплуатации машин и оборудования.

ISBN 978-5-00140-989-2

© Журавлева Л.А., 2022  
© ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, 2022

## ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время в строительной и мелиоративной отрасли Саратовской области сложилась ситуация необходимого проведения значительных объемов строительных, мелиоративных и эксплуатационно-ремонтных работ. При этом имеющийся парк отечественной техники на 80% состоит из машин, отслуживших свой нормативный срок. Большинство работающих машин старого образца из-за низкого технического уровня и надежности, длительного срока эксплуатации не удовлетворяют современным требованиям.

Распределение машин по производственным объектам осуществляется не эффективно, что приводит к снижению качества строительных, мелиоративных и эксплуатационно-ремонтных работ и повышению их стоимости.

Необходимо применять современные машины и оборудования способные вследствие своей универсальности и высокой производительности выполнять заданные объемы работ в короткое время.

Одним из главных факторов, влияющих на эффективность проведения аварийно спасательных работ, работ по ликвидации последствий аварий и стихийных бедствий также является оснащенность современной аварийно-спасательной техникой.

Знание устройства, технических и тактико-технических характеристик, особенностей эксплуатации машин для природообустройства, защиты в чрезвычайных ситуациях и тушения пожаров способствует их эффективному и безотказному использованию, содержанию в постоянной боевой готовности.

# 1 МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ

## Общие понятия машины, механизма, сборочной единицы, детали

Любая машина (механизм) состоит из деталей.

**Деталь** является такой частью машины, которую изготавливают без сборочных операций. Детали могут быть простыми (гайка, шпонка и т. п.) или сложными (коленчатый вал, корпус редуктора, станина станка и т. п.).

Детали (частично или полностью) объединяют в узлы.

**Узел** представляет собой законченную сборочную единицу, состоящую из ряда деталей, имеющих общее функциональное назначение (подшипник, муфта, редуктор и т. п.). Сложные узлы могут включать несколько простых узлов (подузлов); например, редуктор включает подшипники, валы с насаженными на них зубчатыми колесами и т. п.

Среди большого разнообразия деталей и узлов машин можно выделить такие, которые встречаются почти во всех машинах (болты, валы, муфты, механические передачи и т. п.). Эти детали (узлы) называют деталями общего назначения. Все другие детали (поршни, лопатки турбин, гребные винты и т. п.), встречающиеся только в одном или нескольких типах машин, относят к деталям специального назначения и изучают в соответствующих курсах.

### **Основные требования, предъявляемые к конструкции деталей машин**

Совершенство конструкции детали оценивают по ее *надежности* и *экономичности*. При этом под надежностью понимают вероятность безотказного выполнения определенных функций в течение заданного срока службы без внеплановых ремонтов. Экономичность определяется стоимостью материала, затратами на производство и эксплуатацию.

#### **Основные критерии работоспособности**

Работоспособность деталей оценивают по *прочности, износостойкости, жесткости, теплостойкости, вибрационной устойчивости*.

**Прочность** является *главным критерием работоспособности* для большинства деталей. Непрочные детали не могут работать. Следует помнить, что поломки частей машины приводят не только к простоям, но и к несчастным случаям.

Различают *статические и усталостные* поломки деталей.

*Статические* поломки происходят тогда, когда величина рабочих напряжений превышает предел статической прочности материала.. Это связано обычно со случайными перегрузками, не учтенными при расчетах, или со скрытыми дефектами деталей (раковины, трещины и т. п.).

*Усталостные* поломки вызываются длительным действием переменных напряжений, величина которых превышает характеристики усталостной прочности материала.

Усталостная прочность деталей значительно понижается при наличии концентраторов напряжений, связанных с конструктивной формой детали

(галтели, канавки, резьбы и т. п.) или с дефектами производства (царапины, трещины и пр.).

**Износ** - процесс постепенного уменьшения размеров деталей в результате трения. При этом может изменяться и форма деталей.

Износ деталей не должен превышать некоторой допустимой для данной машины величины. Детали, изношенные больше нормы, бракуют и заменяют при ремонте.

Различают несколько видов изнашивания деталей: *абразивный износ*, *износ при заедании*, *износ при коррозии* и др. Основное значение имеет абразивный износ, происходящий вследствие царапающего действия неровностей поверхностей или твердых посторонних частиц (пыль, грязь и т. п.).

Для повышения износостойкости деталей широко используют смазку трущихся поверхностей, применяют антифрикционные материалы, специальные виды химико-термической обработки поверхностей и т. д.

**Жесткость** наряду с прочностью является одним из основных критериев расчета. Во многих случаях именно по условиям жесткости определяют размеры деталей.

Расчет на жесткость предусматривает ограничение упругих деформаций деталей в пределах, допустимых для конкретных условий работы. Такими условиями могут быть, например:

а) условия работы сопряженных деталей (правильность зацепления двух зубчатых колес нарушается при больших прогибах валов; изогнутый вал может заклинить в подшипнике и т. д.);

б) технологические условия (точность и производительность обработки на металлорежущих станках в значительной степени определяются жесткостью станка и детали и т. д.).

**Теплостойкость** - нагрев деталей машин может вызвать следующие вредные последствия:

1) понижение прочности материала и появление ползучести. Ползучесть материала наблюдается главным образом в энергетических машинах с очень напряженным тепловым режимом (в газовых турбинах);

2) понижение защищающей способности масляных пленок, а следовательно, увеличение износа деталей;

3) изменение зазоров в сопряженных деталях (заклинивание, задиры и пр.);

4) в некоторых случаях понижение точности работы машины.

**Виброустойчивость** - вибрации вызывают дополнительные переменные напряжения и, как правило, приводят к усталостному разрушению деталей. В некоторых случаях вибрации снижают качество работы машин. Например, вибрации в металлорежущих станках снижают точность обработки и ухудшают качество поверхности обрабатываемых деталей. Особенно опасными являются резонансные колебания.

## Материалы, применяемые в машиностроении

Выбирая материал, учитывают в основном следующие факторы:

- 1) соответствие свойств материала главному критерию работоспособности (прочность, жесткость, износостойкость и др.);
- 2) весовые и габаритные требования к детали и машине в целом;
- 3) другие требования, связанные с назначением детали и условиями ее эксплуатации (противокоррозионная стойкость, фрикционные свойства, электроизоляционные свойства и т. д.);
- 4) соответствие технологических свойств материала конструктивной форме и намечаемому способу обработки детали (штампруемость, свариваемость, литейные свойства, обрабатываемость на станках и т. д.);
- 5) стоимость и дефицитность материала.

Для изготовления деталей машин применяют различные материалы.

**Черные металлы**, подразделяемые на чугуны и стали, имеют наибольшее распространение. Это объясняется прежде всего их высокой прочностью и жесткостью, а также сравнительно невысокой стоимостью.

Основными недостатками черных металлов являются большой удельный вес и слабая коррозионная стойкость.

**Цветные металлы** - медь, цинк, свинец, олово, алюминий и некоторые другие применяют главным образом в качестве составных частей сплавов (бронз, латуней, баббитов, дюралюминия и т. д.). Эти металлы значительно дороже черных и используются для выполнения особых требований: легкости, антифрикционное, антикоррозионности и др.

**Неметаллические материалы** - дерево, резина, кожа, асбест, металлокерамика и пластмассы - находят в машиностроении широкое применение.

**Пластмассы** являются новыми материалами, применение которых в машиностроении все более расширяется. Современное развитие химии высокомолекулярных соединений позволяет получить материалы, которые обладают ценными свойствами: легкостью, прочностью, тепло- и электроизоляцией, стойкостью против действия агрессивных сред, фрикционностью или антифрикционностью и т. д.

Общим для всех пластмасс является способность формироваться вследствие пластических деформаций при сравнительно невысоких температурах и давлениях. Это позволяет получать из пластмасс изделия почти любой сложной формы высокопроизводительными методами: литьем под давлением, штамповкой, вытяжкой, выдуванием и т. д.

Вторым преимуществом пластмасс, которое следует подчеркнуть, является сочетание легкости и высокой прочности. По этому показателю некоторые виды пластмасс могут успешно конкурировать с лучшими сортами стали и дюралюминия.

Технико-экономическая эффективность применения пластмасс в машиностроении определяется в основном значительным снижением веса

машин и повышением их эксплуатационных качеств, а также экономией цветных металлов и сталей.

## Соединения, используемые в машиностроении

Детали, составляющие машину, связаны между собой тем или иным способом. Эти связи можно разделить на подвижные, к которым относятся различного рода шарниры, подшипники, зацепления, и неподвижные – резьбовые, сварные, шпоночные и др.

Наличие подвижных связей в машине обусловлено ее кинематической схемой. Неподвижные связи (жесткие или упругие) вызываются потребностью расчленения машины на узлы и детали. Это делают для того, чтобы упростить производство машины, облегчить ее сборку, ремонт, транспортировку и т. д.

*Неподвижные связи в технике называют соединениями.*

По признаку разъемности все виды соединений можно разделить на **разъемные и неразъемные**.

**Разъемные** соединения позволяют разбирать узлы без повреждения деталей. К ним относятся резьбовые, штифтовые, клиновые, клеммовые, шпоночные, шлицевые и профильные соединения.

**Неразъемные** соединения не позволяют разбирать узлы без разрушения или повреждения деталей. Применение неразъемных соединений обусловлено в основном технологическими и экономическими требованиями. К этой группе соединений относятся: заклепочные, сварные и прессовые.

По типу соединяемых деталей можно выделить:

а) *соединения деталей типа вал и ступица*: шпоночные, шлицевые, профильные и прессовые;

б) *соединения всех других деталей* (корпусных, листовых, трубчатых и т. д.): резьбовые, сварные, заклепочные.

## РЕЗЬБОВЫЕ СОЕДИНЕНИЯ

Соединения деталей с помощью резьбы являются одним из старейших и наиболее распространенных видов разъемного соединения. К ним относятся соединения с помощью болтов, винтов, винтовых стяжек и т. д.

**По форме профиля** резьбы разделяют на *треугольные, прямоугольные, трапецеидальные, круглые* и др.

**Профиль резьбы** - контур сечения резьбы в плоскости, проходящей через ось цилиндра

**По направлению винтовой линии** различают *правую и левую резьбы*. У правой резьбы винтовая линия идет слева направо и вверх, у левой — справа налево и вверх. Наиболее распространенной является правая резьба. Левую резьбу применяют только в специальных случаях.

**По числу заходов** резьбы делят на однозаходную, двухзаходную и т. д.

Наиболее распространенной является однозаходная резьба. Все крепежные резьбы однозаходные. Многозаходные резьбы применяют преимущественно в винтовых механизмах. Число заходов больше трех применяется редко.

### **Методы изготовления резьбы**

Резьбу можно изготавливать следующими способами:

1. Нарезкой вручную метчиками (плашками). Способ малопроизводительный. Его применяют в индивидуальном производстве и ремонтных работах.

2. Нарезкой на токарно-винторезных или специальных станках.

3. Методом фрезерования на специальных резьбофрезерных станках. Применяют для нарезки винтов больших диаметров с повышенными требованиями к точности резьбы (ходовые и грузовые винты, резьбы на валах и т. д.).

4. Методом накатки на специальных резьбонакатных станках-автоматах. Этим высокопроизводительным и дешевым методом изготавливают большинство резьб стандартных крепежных деталей (болты, винты и т. д.).

5. Методом отливки. Этим методом изготавливают резьбы на литых деталях из чугуна, стекла, пластмассы, металлокерамики и др.

6. Методом выдавливания. С помощью этого метода изготавливают резьбу на тонкостенных давленных и штампованных изделиях из жести, пластмассы и т. д.

### **Резьбы разделяют по назначению и форме профиля.**

1. **Резьбы крепежные:** *метрическая* с треугольным профилем — является основной крепежной резьбой; *трубная* треугольная со скругленными вершинами и впадинами; *круглая*; *резьба винтов для дерева*).

2. **Резьбы винтовых механизмов** (ходовые резьбы): *прямоугольная*; *трапецеидальная симметричная*; *трапецеидальная несимметричная* или *упорная*.

## **ЗАКЛЕПОЧНЫЕ СОЕДИНЕНИЯ**

Заклепочное соединение является неразъемным. В большинстве случаев его применяют для соединения листов и фасонных прокатных профилей. Соединение образуют расклепыванием стержня заклепки, вставленной в отверстие деталей.

**Заклепка** представляет собой стержень круглого поперечного сечения с головками по концам, одна из которых, называемая *закладной*, изготавливается одновременно со стержнем, а другая, называемая *закрывающей*, выполняется в процессе клепки.

Недостатки - большой расход металла, большая трудоемкость их изготовления и высокая стоимость.

Достоинства - более стабильными и контроль их качества осуществляется проще и надежней, то их применяют в особо ответственных конструкциях, воспринимающих интенсивные вибрационные или большие



повторные ударные нагрузки (самолеты, уникальные мосты и т. п.), а также в некоторых специальных случаях, как, например, прикрепление ленты к сережке ленточного тормоза и т. п.

По назначению различают *прочные заклепочные швы* для восприятия внешних нагрузок (применяются в металлических конструкциях машин и строительных сооружениях) и *прочноплотные*, обеспечивающие герметичность соединения при восприятии значительных усилий (встречаются в некоторых паровых котлах, резервуарах и трубопроводах для газов и жидкостей при больших давлениях).

**По роду материала** различают *стальные, алюминиевые, латунные, медные* и другие заклепки.

**Основные виды** заклепок общего назначения стандартизованы. Из них широкое применение имеют: *заклепки с полукруглой головкой, заклепки с потайной головкой; заклепки с полупотайной головкой*. Как в прочных, так и в прочноплотных заклепочных швах чаще всего применяют заклепки с полукруглой головкой, как наиболее технологичные.

**По конструкции различают заклепочные швы:** *нахлесточные однорядные, двухрядные и многорядные; стыковые с одной накладкой — однорядные, двухрядные и многорядные; стыковые с двумя накладками — однорядные, двухрядные и многорядные*.

**По расположению заклепок** двухрядные и многорядные заклепочные швы различают: с рядовым и шахматным расположением заклепок.

**По числу сечений заклепок**, работающих на срез, заклепочные швы различают: *односрезные, двухсрезные и многосрезные*.

**Сварка** - это технологический процесс соединения металлических деталей, основанный на использовании сил молекулярного сцепления и происходящий при сильном местном нагреве их до расплавленного (сварка плавлением) или пластического состояния с применением механического усилия (сварка давлением).

Затвердевший после сварки металл, соединяющий сваренные детали, называется *сварным швом*.

**Достоинства** обеспечивают существенную экономию металла и значительно снижают трудоемкость процесса изготовления. Поэтому сварные конструкции в большинстве случаев гораздо дешевле клепаных и литых.

**К недостаткам** сварных конструкций относятся: появление остаточных напряжений в свариваемых элементах после окончания процесса сварки, коробление, плохое восприятие переменных и особенно вибрационных нагрузок, сложность и трудоемкость контроля качества сварных швов.

Из большого разнообразия существующих *видов сварки* в машиностроении применяют: ручную дуговую сварку плавящимся электродом, автоматическую дуговую сварку плавящимся электродом под флюсом, электрошлаковую сварку и контактную сварку — стыковую,

шовную и точечную. Первые три способа относятся к сварке плавлением, последний — к сварке плавлением или давлением.

*Ручная дуговая сварка плавящимся электродом*, при которой подача электрода и перемещение дуги вдоль свариваемых кромок осуществляются вручную. Нагрев производится электрической дугой между изделием и электродом. Электрод, расплавляясь при сварке, служит присадочным материалом для образования сварного шва.

## 2 СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЕ В МАШИНАХ ПРИРОДООБУСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ

### Передачи, используемые в машиностроении

**Передачей** называется устройство для передачи энергии на расстояние. В зависимости от способа осуществления передачи энергии различают механические, электрические, пневматические и гидравлические передачи.

К передачам относятся *фрикционная, зубчатая и червячная, ременная и цепная.*

В зависимости от способа передачи движения от ведущего тела вращения ведомому различают *передачи трением и передачи зацеплением.*

### ФРИКЦИОННЫЕ ПЕРЕДАЧИ

Простейшая фрикционная передача состоит из двух соприкасающихся между собой колес (катков, роликов, дисков); вращение одного из колес преобразуется во вращение другого за счет сил трения, возникающих в месте контакта колес. Необходимая сила трения между колесами фрикционной передачи достигается прижатием одного из них к другому.

*По конструкции и назначению различают фрикционные передачи нескольких видов это цилиндрическая и коническая передача.*

Цилиндрическая и коническая фрикционные передачи характеризуются условно *постоянным передаточным отношением.* Если одно из колес (или оба колеса) фрикционной передачи имеет переменный диаметр вращения, то такая передача, называемая *вариатором,* характеризуется *переменным передаточным отношением.*

**Фрикционные вариаторы по конструкции** весьма разнообразны: лобовые, конусные, шаровые, многодисковые, торовые и клиноременные.

Различают фрикционные вариаторы без промежуточного звена и с промежуточным звеном.

**НЕДОСТАТКИ:** большая сила прижатия колес друг к другу и отсюда повышенный износ колес и подшипников;

- пониженным к. п. д. передачи;

- непостоянством передаточного отношения из-за проскальзывания колес и соответственно невозможностью применения передачи в тех случаях, когда передаточное отношение должно быть точным;

- необходимостью применения специальных прижимных устройств для взаимного прижатия колес.

**ДОСТОИНСТВА:** возможность бесступенчатого регулирования угловой скорости ведомого вала;

- равномерность вращения колес, вследствие чего передачи работают без шума и могут применяться при высоких скоростях, предохранение деталей машины от поломок из-за возрастания сопротивления на ведомом валу, так

как колеса при этом проскальзывают (пробуксовывают) одно относительно другого.

## **РЕМЕННАЯ ПЕРЕДАЧА**

Ременная передача в наиболее общем виде состоит из ведущего и ведомого шкивов, расположенных на некотором расстоянии друг от друга и соединенных ремнем, надетыми на шкивы с натяжением.

Вращение ведущего шкива преобразуется во вращение ведомого благодаря трению, развиваемому между ремнем и шкивами.

**По форме поперечного сечения** различают *плоские, клиновые, поликлиновые и круглые*

*Плоские ремни* в поперечном сечении имеют форму прямоугольника шириной, значительно превосходящей толщину.

*Клиновые ремни* в сечении представляют собой трапецию.

*Поликлиновые ремни* — плоские ремни с продольными клиновыми выступами-ребрами на рабочей поверхности, входящими в клиновые канавки шкивов.

**Соответственно форме поперечного сечения** ремня различают *плоскоременные, клиноременные, поликлиновые и круглоременные* передачи.

Виды плоскоременных передач: открытая, перекрестная.

По виду материала ремней: прорезиненные, кожаные, хлопчатобумажные, шерстяные, полульняные, шелковые и полиамидальные, кордтканевые.

**К достоинствам** ременных передач, определяющим области их применения, относятся: возможность осуществления передачи между валами, расположенными на относительно большом расстоянии;

- плавность и безударность работы передачи, так как внезапное увеличение момента на одном из валов приводит лишь к увеличению скольжения ремня на шкивах; предельность нагрузки, т. е. способность ремня передать лишь определенную нагрузку, выше которой происходит буксование (скольжение) ремня по шкиву, благодаря чему машина с данной передачей предохраняется от вредного влияния перегрузок и поломок;

- простота устройства, небольшая стоимость и легкость ухода за передачей.

**Недостатки** ременных передач: громоздкость;

-непостоянство передаточного отношения передачи из-за проскальзывания ремня;

- повышенные силы давления на валы и подшипники, так как суммарное натяжение ветвей ремня значительно больше окружной силы передачи.

## **ЗУБЧАТЫЕ ПЕРЕДАЧИ**

Простейшая зубчатая передача состоит из двух колес с зубьями, посредством которых они сцепляются между собой вращение ведущего

зубчатого колеса преобразуется во вращение ведомого колеса путем нажатия зубьев первого на зубья второго. Меньшее зубчатое колесо передачи называется *шестерней*, большее — *колесом*.

Зубчатые передачи могут преобразовывать вращательное движение между валами с *параллельными, пересекающимися и перекрещивающимися геометрическими осями*.

По форме различают *цилиндрические, конические, эллиптические, фигурные* зубчатые колеса и с неполным числом зубьев.

По форме и расположению на зубчатом колесе различают *прямые, косые, шевронные, круговые* и другие *криволинейные* зубья.

В зависимости от взаимного расположения валов передачи формы зубчатых колес и формы зубьев передачи бывают:

*цилиндрические* — прямозубые, *косозубые* и *шевронные*;

*конические* — прямозубые, с тангенциальными зубьями или косозубые и с круговыми зубьями

*винтовые*, состоящие из двух цилиндрических косозубых колес, установленных на перекрещивающихся валах;

*гипоидные* или *конические* винтовые состоящие из двух конических косозубых или с криволинейными зубьями колес, которые установлены на перекрещивающихся валах.

В зависимости от взаимного расположения зубчатых колес различают зубчатые передачи с *внешним* и *внутренним зацеплением*.

Разновидностью зубчатой передачи служит *реечная передача*, преобразующая вращательное движение шестерни в возвратно-поступательное движение рейки или наоборот.

**достоинств**, из которых важнейшие: компактность, высокий к. п. д., постоянство передаточного числа, большая долговечность и надежность в работе, возможность осуществления передачи практически любых мощностей при практически любых скоростях и передаточных отношениях, простота обслуживания.

Зубчатые колеса с повышенной твердостью рабочих поверхностей зубьев изготавливают: *закаленные* — из углеродистых и легированных сталей со средним содержанием углерода (45, 35X, 40X, 40XН, 30XНЗА, 40XН2МА и т. п.); *цементированные* — из углеродистых и легированных сталей с низким содержанием углерода (15, 20, 15X, 20X, 12XНЗА, 15XФ, 18ХГТ, 18X2Н4А и т. п.); *азотированные* — из легированных сталей 38X2Ю, 38X2МЮА; *цианированные* — из среднеуглеродистых сталей.

**Планетарными** называют зубчатые передачи, содержащие зубчатые колеса с перемещающимися геометрическими осями. Эти зубчатые колеса, называемые планетарными или сателлитами, движутся подобно планетам Солнечной системы, от чего и получили свое наименование. Зубчатые колеса, с которыми сцепляются сателлиты, называются *центральными*. Оси сателлитов закрепляются в звене передачи, называемом *водителом*, которое, так

же как и центральное колесо, вращается вокруг центральной, или основной, геометрической оси передачи.

Одно из центральных колес планетарной передачи установлено неподвижно. Ведущим (или ведомым) валом передачи служит вал подвижного центрального колеса, а ведомым (или ведущим) — вал водила. Если в планетарной передаче сделать подвижным все зубчатые колеса и водило, то такая передача называется **дифференциальной** или **дифференциалом**. В дифференциале два основных звена ведущие (или ведомые), а третье — ведомое (или ведущее).

## ЧЕРВЯЧНАЯ ПЕРЕДАЧА

Червячная передача состоит из винта, называемого червяком, и червячного колеса, представляющего собой разновидность косозубого - колеса.

*Различают два основных вида* червячных передач: *цилиндрические*, или просто *червячные, передачи* (с цилиндрическими червяками) и *глобоидные* (с глобоидными червяками).

*В зависимости от формы профиля резьбы* цилиндрических червяков различают червяки: архимедовы, конволютные, эвольвентные и с вогнутым профилем витков.

*Архимедов червяк* в осевом сечении имеет трапецеидальный профиль резьбы. В торцовом сечении витки резьбы очерчены архимедовой спиралью, откуда этот червяк и получил свое название.

*Конволютный червяк* имеет трапецеидальный профиль резьбы в нормальном сечении витков.

*Эвольвентный червяк* характеризуется эвольвентным профилем резьбы в сечении.

**Недостатки:** КПД передачи значительно меньше;

- склонность витков резьбы червяка и зубчатого колеса к заеданию.

**ДОСТОИНСТВА:** бесшумность работы; передача больших передаточных чисел при малых габаритах.

## ЦЕПНАЯ ПЕРЕДАЧА

Цепная передача в самом распространенном виде состоит из расположенных на некотором расстоянии друг от друга двух колес, называемых звездочками, и охватывающей их цепи.

Цепи в цепных передачах называют приводными. Приводные [цепи по конструкции различают: *втулочные, роликовые, зубчатые* и *фасоннозвенные*.

Приводные роликовые цепи по различают *однорядные нормальные (ПР), однорядные длиннозвенные облегченные (ПРД), однорядные усиленные (ПРУ), двух (2ПР)-, трех (3ПР)- и четырехрядные (4ПР) и с изогнутыми пластинками (ПРИ)*.

Фасоннозвенные цепи различают двух типов: крючковые и штыревые.

**Достоинства цепных** передач по сравнению с ременными — отсутствие проскальзывания, компактность (они занимают значительно меньше места по ширине), меньшие нагрузки на валы и подшипники (нет необходимости в большом начальном натяжении цепи). К. п. д. цепной передачи довольно высокий, достигающий значения  $\eta = 0,98$ .

**Недостатки цепных передач:**

-удлинение цепи вследствие износа ее шарниров и растяжения пластин, в результате чего она имеет беспокойный ход;

-наличие в элементах цепи переменных ускорений, вызывающих динамические нагрузки тем большие, чем выше скорость движения цепи и чем меньше зубьев на меньшей звездочке;

-шум при работе;

-необходимость внимательного ухода при ее эксплуатации.

### **ПЕРЕДАЧА ВИНТ-ГАЙКА**

Передачи винт - гайка применяют в различных машинах и механизмах для преобразования вращательного движения в поступательное; в ряде случаев эти передачи используют для получения большого выигрыша в силе.

**Достоинства** передач винт - гайка: возможность получения медленного движения и высокой точности перемещений при простой и недорогой конструкции передачи, большая несущая способность и компактность.

**Недостаток** передачи - низкий к. п. д.

### **Классификация и общее устройство силовых установок применяемых в машинах**

**Приводом** называют энергосиловое устройство, приводящее в движение машину. Привод состоит из источника энергии (силовой установки), передаточного устройства (трансмиссии) и системы управления для приведения в действие механизмов машины, а также для их отключения.

**Силовой установкой** называют комплект, состоящий из двигателя и обслуживающих его устройств. Например, в случае двигателя внутреннего сгорания — топливного бака, устройств для охлаждения, отвода выхлопных газов и т. п.

**Трансмиссии** могут быть механическими, электрическими, гидравлическими, пневматическими и смешанными.

Источником энергии является двигатель (тепловой, электрический и др) и системы, обслуживающие его.

Наиболее распространенными энергетическими установками на строительных машинах являются двигатели внутреннего сгорания, которые подразделяют на двух – и четырехтактные карбюраторные, работающие на легких топливах, и дизели, работающие на тяжелых дизельных топливах.

Двигатели внутреннего сгорания могут быть одно- и многоцилиндровыми. По расположению цилиндров двигатели бывают

рядные, V-образные, звездообразные, двухрядные горизонтальные (оппозитные).

Отличие карбюраторных двигателей от дизелей в том, что они имеют внешнее смесеобразование в специальном приборе – карбюраторе и принудительное воспламенение от электрической искры. Дизели имеют внутреннее смесеобразование с самовоспламенением горючей смеси под воздействием сжатия и высокой температуры.

Дизели более экономичны, допускают большую перегрузку, но имеют большую массу, запуск затруднен при температуре ниже 5°C.

Рабочий процесс четырехтактного двигателя внутреннего сгорания состоит из следующих операций: наполнение цилиндров горючей смесью или воздухом; сжатие с воспламенением рабочей смеси от электрической искры в конце сжатия (карбюраторные двигатели) или сжатие и впрыск топлива с его воспламенением (дизели); сгорание рабочей смеси и ее расширение; выпуск отработанных газов.

У двухтактных двигателей рабочий процесс проходит за два такта или за один оборот коленчатого вала: такт сжатия с продувкой камеры сгорания в начале сжатия и с воспламенением рабочей смеси от электрической искры или самовоспламенением впрыскиваемого топлива в конце сжатия; рабочий такт – сгорание рабочей смеси и ее расширение и выпуск отработанных газов в конце рабочего хода.

Применяемые в качестве силовых установок электродвигатели могут быть постоянного и переменного тока. Электродвигатели постоянного тока имеют мягкую характеристику, поэтому они более применимы на машинах циклического действия, работающих с переменным нагрузочным режимом. Недостатком их является невозможность непосредственного подключения к общей сети переменного тока; для них требуются генераторы постоянного тока, работающие от двигателя внутреннего сгорания или электродвигателя переменного тока. Это увеличивает массу и размеры привода.

Изменение нагрузок отрицательно влияет на электродвигатели переменного тока, поэтому их применяют на стационарных установках с постоянными режимами и с возможностью подключения к общей сети.

Достоинствами электродвигателей являются возможность реализации индивидуального многодвигательного привода без сложных и громоздких трансмиссий, независимость от внешних условий и постоянная готовность к работе, возможность реверсирования. Недостатками является зависимость от источника энергии, повышенная опасность поражения током.

Гидравлический привод состоит из насоса, системы распределения, трубопроводов, рабочих цилиндров и рабочих гидродвигателей. Достоинства гидропривода: для изменения скоростей по величине и направлению не требуются механические передачи; может работать при больших усилиях, прост в управлении, надежен.



Пневматический привод. Работает от энергии сжатого воздуха, вырабатываемого в компрессорах. Преимущество – плавность включения механизмов; недостаток: низкий к.п.д.

Комбинированный привод используют в случаях, когда характеристика основного двигателя не соответствует режиму работы машины. Это дизель-электрический, дизель-пневматический и т.д. Недостатки -высокая стоимость, большие габариты и масса.

## Производительность машин

Производительность машины определяет ее способность выполнять в единицу времени те или иные рабочие операции, связанные с изготовлением изделий, переработкой материалов, транспортированием грузов и т.п. Чем меньше времени затрачивает машина на выполнение таких операций, тем выше ее производительность.

Различают теоретическую, техническую и эксплуатационную производительность.

Теоретическая производительность – выработка машины в единицу времени в условиях непрерывной работы при расчетных скоростях движения рабочих органов, расчетных нагрузках и определенных условиях работы.

По характеру рабочего процесса машины бывают циклического и непрерывного действия. У машин циклического действия рабочий процесс состоит из периодически повторяемых отдельных операций, выполняемых последовательно или с совмещением. У машин непрерывного действия все операции рабочего процесса выполняются непрерывно и одновременно.

Теоретическая производительность машины непрерывного действия:

$$P_p = 3600 F_p v_p, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $F_p$  – расчетное поперечное сечение срезаемой стружки или потока материала на ленте конвейера,  $\text{м}^2$ ;

$v_p$  – расчетная скорость движения машины или ленты конвейера,  $\text{м}/\text{с}$ .

Для машин периодического действия

$$P_p = \frac{3600q}{T_{\text{ц}}}, \text{ м}^3/\text{ч},$$

где  $q$  – геометрическая емкость ковша,  $\text{м}^3$ ;

$T_{\text{ц}} = t_1 + t_2 + \dots + t_n$  – продолжительность цикла, с; складывается из всех операций цикла.

Для машин непрерывного действия, осуществляющих процесс порционно

$$P_p = \frac{3600qv}{a}, \text{ м}^3/\text{с}, \text{ кг}/\text{с}.$$

где  $q$  – объем одной порции,  $\text{м}^3$ , т;

$v$  – скорость движения рабочего органа,  $\text{м}/\text{с}$ ;

$a$  – шаг между отдельными порциями, м.

Техническая производительность определяется за один час непрерывной работы с учетом фактических скоростей движения рабочих органов или машины, т.е. максимально возможная производительность для данной машины в конкретных производственных условиях, при правильно выбранных режимах работы и нагрузках на рабочие механизмы.

$$П_T = П_P k_T,$$

где  $k_T$  – коэффициент, учитывающий конкретные условия работы.

Эксплуатационная производительность – это фактическая выработка машины за единицу времени, определяемая для конкретных условий работы с учетом времени всех простоев, перерывов и задержек (заправка топливом, смазка, регулировочные работы), состояния системы управления, квалификации оператора, его утомляемости.

$$П_Э = П_T k_B k_Y,$$

где  $k_B$  – коэффициент использования машины по времени за расчетный период;

$k_Y$  – коэффициент, учитывающий техническое состояние машины и системы управления, квалификацию и утомляемость машиниста.

Одной из главных задач конструкторов и эксплуатационников является сокращение разрыва между теоретической и эксплуатационной производительностью. Эта задача решается путем совершенствования конструкций рабочих органов, позволяющих наиболее полно использовать грузовые или тяговые качества машин и добиться минимальной потери материала при его переработке; выбора оптимальных значений основных технических параметров машин (объема ковша, ширины захвата и т.д.), наилучшим образом соответствующих их назначению и условиям работы; рациональной эксплуатации машин, которая позволила бы свести к минимуму непроизводительные простои и потери рабочего времени.

### **3 БАЗОВЫЕ МАШИНЫ**

#### **Классификация и тяговый класс тракторов**

Трактор – это самоходная машина, которая используется в качестве базовых машин для прицепных, полуприцепных и навесных строительных и мелиоративных машин, а также для транспортных перевозок.

Современные тракторы классифицируются:

По назначению:

Сельскохозяйственные (общего назначения, пропашные, болотные, специализированные);

Промышленные (общего назначения, мелиоративные, карьерные);

Специальные.

По типу движителя: пневмоколесные, гусеничные, полугусеничные и резинометаллическая.

Основным классификационным признаком тракторов является его тяговый класс.

Тяговый класс характеризует силу тяги на крюке при скорости движения гусеничного – 5,5...7 км/ч., колесного – 8...12 км/ч с буксованием движителей не более 7% гусеничного и 15% колесного.

Сельскохозяйственные: 0,2; 0,6; 0,9; 1,4; 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 8,0

Промышленные: 6...10; 9...15; 15...25; 25...35.

#### **Классификация и основные параметры автомобилей, тягачей и прицепов**

Автомобили предназначены для перевозки грузов и пассажиров.

Они классифицируются:

По назначению: пассажирские, грузовые (общего назначения, седельные тягачи), специализированные.

По приспособляемости к дорожным условиям: нормальной и повышенной проходимости.

Основной эксплуатационный параметр грузового автомобиля это его грузоподъемность т.е. наибольшая масса полезного груза, который можно перевозить в условиях нормальной эксплуатации.

#### **Системы управления**

Управление машиной заключается в контроле за фактическим состоянием объекта управления (двигательной установки, рабочего оборудования или рабочих органов, тормозов, а в мобильных машинах – также их ходовых устройств) и формировании на этой основе управляющих воздействий для обеспечения требуемого состояния или режима работы объекта управления, а также в их реализации. Системы управления классифицируют по следующим признакам:

по **назначению** (управление тормозами, муфтами, двигателями, положением рабочего органа, движителями и т.п.);

по **способу передачи энергии** (механические, электрические, гидравлические, пневматические и комбинированные);

по **степени автоматизации** (неавтоматизированные, полуавтоматические и автоматические).

### **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 *движитель, подвеску и опорную раму* или *оси*. В самоходных машинах, кроме того, имеется *механизм передвижения*. По типу движителя 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.

***Бывает гребневого и цепочного зацепления.***

**Шинноколесное 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.

***Бывают камерные и безкамерные.***

**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.

### Основы тягового расчета машин

Тяговый баланс представляет собой уравнение, определяющее сумму всех сопротивлений возникающих при работе машины.

$$\Sigma F = F_k + F_f \pm F_h \pm F_j,$$

где:  $F_k$  – сопротивление грунта копанию, зависит от вида грунта и машины и будет определяться при рассмотрении машин;

$F_f$  – сопротивление перемещению машины

$$F_f = fG \cos \alpha,$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления качения колес и гусениц;

$G$  – полный вес машины;

$\alpha$  – угол наклона поверхности движения к горизонту.

$F_h$  – сопротивление при движении на подъем.

$$F_h = G \sin \alpha,$$

$F_j$  – сопротивление преодолению сил инерции.

$$F_j = \chi G d U_{\partial} / g dt,$$

где  $\chi$  – коэффициент учета вращающихся масс;

$dU_{\partial} / dt$  – поступательное ускорение машины;

$g$  – ускорение свободного падения.

## 4 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

### Назначение, классификация и производительность машин непрерывного транспорта

Машины непрерывного транспорта предназначены для перемещения сыпучих, кусковых, пластичных и штучных грузов непрерывным потоком.

К ним относятся ленточные, ковшовые, скребковые, пластинчатые, винтовые и другие конвейеры, установки пневматического транспорта и самотечные устройства.

Конвейеры являются основным оборудованием транспортирующих машин непрерывного действия.

По характеру приложения движущей силы машины подразделяются на машины имеющие тяговый элемент (цепи, ленты, канаты, штанги) и машины без тягового элемента

Особенностью машин с тяговым элементом – движение груза осуществляется вместе с тяговым элементом на рабочей ветви.

В машинах без тягового элемента поступательное перемещение транспортируемого груза осуществляется вращающим, колебательным или вибрационным движением рабочих органов машины.

Среди конвейеров наибольшее распространение получили ленточные конвейеры.

Производительность ленточных конвейеров определяется по формуле:

$$P_{\text{э}} = a \cdot B^2 \cdot U \cdot \rho \cdot K_{\text{с}} \cdot K_{\text{п}} \cdot K_{\text{н}} \cdot K_{\text{в}},$$

где  $a$  – коэффициент для плоской ленты 200, для желобчатой 400;

$B$  – ширина ленты;

$U$  – скорость ленты;

$\rho$  – плотность транспортируемого материала;

$K_{\text{с}}$  – коэффициент разрыхления, крупность породы, наполнение ленты по поперечному сечению,

$$K_{\text{с}} = K_{\text{р}} \cdot K_{\text{л}} \cdot K_{\text{кр}},$$

где  $K_{\text{р}}$  – коэффициент разрыхления;

$K_{\text{л}}$  – коэффициент наполнения ленты по поперечному сечению;

$K_{\text{кр}}$  – коэффициент крупности породы;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент равномерности питания;

$K_{\text{н}}$  – коэффициент зависящий от угла подъема ленты транспортера;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования по времени

### Погрузо – разгрузочные машины

Погрузо – разгрузочные машины предназначены для забора материала из штабеля сыпучих, мелкокусковых материалов и штучных грузов и погрузки их в транспортные средства или разгрузки на складах строительства.

Они классифицируются по принципу действия : машины непрерывного и циклического действия; по ходовому оборудованию: гусеничные и пневмоколесные; по силовому оборудованию: на машины с электрическим или дизель – электрическим приводом, с двигателем внутреннего сгорания.

Для погрузчиков циклического действия производительность определяется по формуле:

$$\Pi_3 = 3600 \cdot V_k \cdot K_n \cdot K_b \cdot \rho / t_{\text{ц}},$$

где  $V_k$  - вместимость ковша;

$K_n$  – коэффициент наполнения ковша;

$K_b$  – коэффициент использования по времени;

$\rho$  – плотность материала;

$t_{\text{ц}}$  - продолжительность рабочего цикла:

$$t_{\text{ц}} = t_n + t_{\text{п.тр}} + t_{\text{п. выг.}} + t_b + t_{\text{р.х.}} + t_{\text{х.х.}} + t_{\text{п.п.}}$$

где  $t_n$  – время наполнения ковша,

$t_{\text{п.тр}}$  – время на подъем ковша в транспортное положение,

$t_{\text{п. выг.}}$  – время на подъем ковша на высоту выгрузки,

$t_b$  – время на выгрузку,

$t_{\text{р.х.}}$  – время на передвижение к месту выгрузки,

$t_{\text{х.х.}}$  – время на обратное движение к месту загрузки ковша,

$t_{\text{п.п.}}$  – время на переключение рычагов управления.

Производительность погрузчиков непрерывного действия – шнекового

$$\Pi_T = 60 \cdot \pi \cdot d^2 / 4 \cdot L_{\text{ш}} \cdot K_{\text{н.ш.}},$$

где  $d$  – диаметр шнека,

$L_{\text{ш}}$  – шаг винта,

$K_{\text{н.ш.}}$  – коэффициент наполнения шнека.

## Простейшие грузоподъемные механизмы

К простейшим грузоподъемным механизмам относятся блоки, палиспасты, тали, домкраты, лебедки и подъемники.

**Блоки** различают: подвижные и неподвижные.

С помощью неподвижного блока изменяют направление подъемного каната, однако, усилие на подъем несколько превышает вес груза из-за к.п.д. блока.

При использовании подвижного блока масса груза приходится не на одну, а на две ветви каната. Усилие в канате без учета потерь в блоке равно  $Q / 2$ .

Сочетание неподвижных и подвижных блоков позволяет одновременно использовать положительные стороны обеих приспособлений,

При нескольких неподвижных и подвижных блоков массу груза можно распределить на большее число вервей каната, то есть получить выигрыш в силе. Такие системы называются **палиспастами**, рис. 4.1.

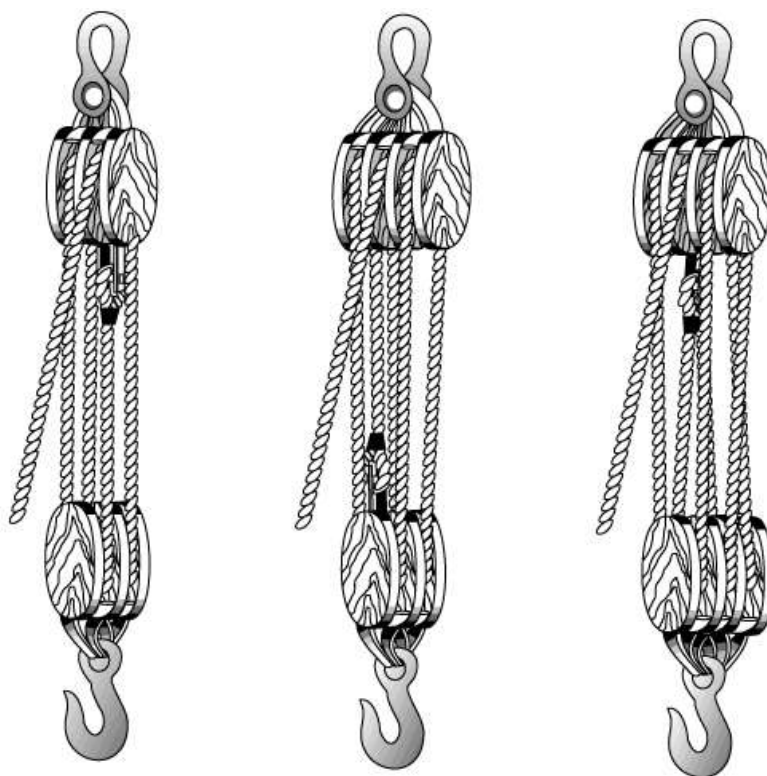


Рисунок 4.1 -Палиспаст

Характеристикой палиспаст является его кратность. Кратность палиспаст это есть величина показывающая во сколько раз уменьшается усилие, необходимое для подъема груза, и снижается его скорость.

**Тали** – разновидность палиспаста – состоят из системы неподвижных и подвижных блоков соединенных гибким элементом. Тали бывают ручные и с механическим приводом. По механизму действия тали подразделяются на шестеренные и червячные.

**Домкраты** – переносные устройства для подъема штучных грузов на небольшую высоту. Домкраты имеют различные конструкции и бывают винтовые, рычажно-реечные, реечные с зубчатой передачей, гидравлические.

**Лебедки** – грузоподъемные машины, представляющие собой механический ворот и служат для выбирания тягового каната при подъеме или подтягивании груза. По способу установки лебедки различают на стационарные и передвижные, по способу приведение в действие – на ручные и приводные, по конструкции передач – зубчатые, червячные, фрикционные и комбинированные.

**Подъемники** – механические устройства предназначенные для вертикального подъема грузов на большую высоту. Они могут быть мачтовые, шахтные или в виде крана-укосины, скиповые.



## Назначение, основные параметры, индексация и производительность кранов

Грузоподъемные машины (краны) относятся к машинам циклического действия, которые перемещают грузы в вертикальном и горизонтальном направлении в радиусе действия.

Под стреловым самоходным краном общего назначения понимают краны с собственным приводом для свободного перемещения по местности, предназначенные для выполнения строительно-монтажных и погрузо-разгрузочных работ с помощью одного из видов сменного рабочего оборудования.

Стреловые краны классифицируют: по грузоподъемности: легкие – до 10т, средние – 10 ...25т, тяжелые – более 25т.

По конструкции ходового оборудования: автомобильные, пневмоколесные, гусеничные, на шасси автомобильного типа, на короткобазовых и вездеходных шасси.

По типу привода: одноmotorные и многоmotorные.

По конструктивному исполнению подвески: с гибкой и жесткой системой подвески.

К основным параметрам относятся:

**Грузовой момент** – произведение грузоподъемности на максимальный вылет стрелы.

**Грузоподъемность** – способность поднимать определенную массу груза при минимальном вылете стрелы.

**Вылет** это расстояние от центра вращения платформы крана до оси груза.

Стреловые самоходные краны имеют следующую индексацию состоящую из буквенной и цифровой частей.

Буквенная означает принадлежность машины к группе кранов: К – кран, МКГ, МКП, МКА – монтажный кран, ДЭК – дизель – электрический кран, СКГ – специальный кран гусеничный, КС – кран самоходный.

Первая цифра означает размерную группу, вторая – тип ходового оборудования. Третья – характер подвески стрелы. Четвертая – порядковый номер модели.

Эксплуатационная производительность крана определяется:

$$P_{э.ч.} = Q \cdot n \cdot k_r \cdot k_b,$$

где Q – грузоподъемность крана при данном вылете стрелы;

n – число циклов  $n = 60 / T_{ц}$ ;  $T_{ц} = T_{маш.} + T_p$ ,

$k_r$  – коэффициент использования крана по грузоподъемности;

$k_b$  – коэффициент использования рабочего времени;

$T_{маш.}$  – машинное время;

$T_p$  – время на выполнение ручных операций.

Наряду с самоходными кранами существуют следующие виды: башенные, козловые, порталные и мостовые.

## 5 ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ МАШИНЫ

### Общая классификация строительных машин

Отличительной особенностью строительных машин является их универсальность в использовании рабочих органов, выпуск большими сериями, отсутствие связи между видом сооружения и параметрами рабочего органа.

Основным классификационным признаком строительных машин является – внешняя среда с которой взаимодействуют рабочие органы. Поэтому признаку строительные машины делятся на классы, а в каждом классе имеются группы машин подразделяющиеся по способу выполнения работ и виду рабочего органа.

Классификация строительных машин:

**Первый класс** – машины для земляных работ:

Одноковшовые экскаваторы,

Экскаваторы непрерывного действия,

Землеройно-транспортные и землеройно-фрезерные машины,

Оборудование для гидромеханизации,

Грунтоуплотняющие машины,

Машины рыхлящие и разрабатывающие мерзлые и прочные грунты.

**Второй класс** – машины для свайных работ:

Копры;

Молоты и вибропогрузжатели.

**Третий класс** – машины для производства нерудных строительных материалов:

Машины для дробления материалов;

Машины для помола материала;

Машины для сортировки материала;

Машины для промывки материала.

**Четвертый класс** – машины для бетонных и железобетонных работ:

Машины для приготовления бетонной смеси или раствора;

Машины для транспортирования бетонной смеси или раствора;

Машины для укладки и уплотнения бетонной смеси;

Станки для арматурных работ.

**Пятый класс** – машины для погрузо-разгрузочных работ:

Грузоподъемное оборудование;

Краны;

Погрузчики.

**Шестой класс** – машины для механизации ручного труда (ручные машины):

Электро и пневмомашины:

Машины с ДВС и взрывного действия.

**Седьмой класс** – машины для отделочных работ.

Так же строительные машины классифицируются: по способу передвижения: передвижные и стационарные, по характеру рабочего процесса циклического и непрерывного действия.

### **Одноковшовые экскаваторы (классификация, индексация, производительность)**

Экскаваторами называются землеройные машины, предназначенные для копания и перемещения грунта. Все экскаваторы в зависимости от использования рабочего времени для собственно копания грунта делят на две большие группы: непрерывного действия — многоковшовые и периодического (циклического) действия — одноковшовые, рис.5.1-5.4. Многоковшовые экскаваторы обе операции — копание грунта и его перемещение — выполняют одновременно; одноковшовые эти операции выполняют последовательно, прерывая копание на время перемещения грунта. Таким образом, рабочее время машины, в течение которого выбирают грунт, и производительность многоковшовых экскаваторов выше, чем одноковшовых.



Рисунок 5.1- Одноковшовый экскаватор с прямой лопатой, канатно-блочной системой управления

Несмотря на это, одноковшовые экскаваторы распространены шире вследствие их универсальности, т. е. возможности применять их как на земляных, так и на погрузочно-разгрузочных работах в самых тяжелых, в том

числе скальных (с предварительным взрыванием), грунтах. Применение многоковшовых экскаваторов ограничено: в основном их используют при рытье траншей и добыче нерудных материалов в карьерах с однородными грунтами без каменных включений.



Рисунок 5.2 – Одноковшовый экскаватор с обратной лопатой



*По способу перемещения экскаваторы бывают сухопутные и плавучие.*

*По конструкции ходового устройства сухопутные экскаваторы подразделяют на гусеничные, колесные и шагающие (последнее применяют только в одноковшовых экскаваторах).*



Рисунок 5.3 –Одноковшовый экскаватор неполноповоротный



Рисунок 5.4 –Многоковшовый экскаватор

*По типу применяемого основного (первичного) двигателя* современные экскаваторы бывают дизельными или электрическими.

Выбор двигателя определяется условиями, в которых будет работать экскаватор. Так, дизели используют на экскаваторах там, где машину нужно сравнительно часто перевозить с места на место, например на строительстве нефте- и газопроводов, железных и шоссейных дорог, гражданском строительстве и т. п.

На экскаваторах, постоянно работающих в одном месте, например в карьерах по добыче нерудных материалов, выгодно применять электродвигатели, которые проще и дешевле в эксплуатации.

*По приводу механизмов* различают экскаваторы одномоторные, у которых рабочие механизмы приводятся одним или несколькими двигателями, работающими на один вал, и многомоторные, у которых рабочие механизмы приводятся несколькими двигателями, независимо работающими друг от друга. В России все строительные одноковшовые экскаваторы с механическим приводом выпускают одномоторными. Многомоторный привод применяют на строительных гидравлических экскаваторах.

*По типу силовых передач движения* от двигателя к рабочим механизмам строительные экскаваторы делятся на механические и гидравлические.

У *механических* экскаваторов движение передается непосредственно от первичного двигателя ко всем механизмам с помощью валов, шестерен, червячных пар, цепных и других механических передач (механическая трансмиссия). У *гидравлических* экскаваторов роль трансмиссии выполняют гидронасос (один или несколько), трубопроводы и гидродвигатели (гидромоторы или гидроцилиндры). В трубопроводах циркулирует рабочая жидкость, передающая энергию от насосов к гидродвигателям, которые приводят рабочие механизмы в движение.

Кроме перечисленных признаков классификации, экскаваторы каждой из групп отличаются друг от друга назначением, размерами и мощностью.

*Одноковшовые экскаваторы по назначению делят на три основные группы:*

*строительные универсальные*, предназначенные для земляных и погрузочно-разгрузочных работ в строительстве;

*карьерные* — для работы в карьерах на разработке рудных и угольных месторождений, а также скальных пород, рис. 5.5;

*вскрышные* — для разработки полезных ископаемых (угля, руды) открытым способом. К последней группе относятся также и мощные шагающие экскаваторы — драглайны, используемые на горных работах для перекидки верхних слоев пород в выработанное пространство, а также на строительстве крупных гидротехнических сооружений.

Кроме этих основных групп выпускают еще специальные экскаваторы, предназначенные для использования в определенных специфических условиях: подземные — для подземной разработки полезных ископаемых

при большой мощности пласта, туннельные — для погрузки взорванной породы при проходке туннелей, торфяные — для добычи торфа и др.

Одноковшовый экскаватор состоит из следующих основных частей: ходового устройства, поворотной части и рабочего оборудования. Ходовое устройство воспринимает и передает на основание (грунт) нагрузки от массы машины и нагрузки, возникающие при работе, а также обеспечивает передвижение экскаватора.



Рисунок 5.5 – Карьерный экскаватор

*В зависимости от угла поворота поворотной платформы в горизонтальной плоскости экскаваторы называют полноповоротными или неполноповоротными.*

Поворотная часть полноповоротного экскаватора может вращаться вокруг вертикальной оси на неограниченный угол. У машин этого типа на поворотной платформе установлены двигатель и основные рабочие механизмы, а также укреплено рабочее оборудование.

Неполноповоротными изготовляют лишь небольшие экскаваторы на базе тракторов. У этих экскаваторов отсутствует поворотная платформа, а рабочее оборудование укреплено с помощью поворотной колонки непосредственно на ходовом устройстве, относительно которого оно вращается на ограниченный угол.

Рабочим оборудованием называется комплекс узлов экскаватора, содержащий рабочий орган (например, ковш, крюк или грейфер, с помощью

которого копают грунт, поднимают груз, захватывают сыпучие и кусковые материалы) и обеспечивающий его действие в зоне работы экскаватора.

Основной рабочий орган экскаватора — ковш — предназначен для копания, удерживания при перемещении и разгрузки грунта или другого материала.

Копанием называется одновременное срезание грунта и заполнение им ковша. Срезаемая часть грунта называется стружкой.

По виду конструктивного исполнения рабочего оборудования экскаваторы бывают с гибкой подвеской, жесткой и телескопической стрелой.

Производительность

$$P_o = \frac{3600qK_n K_v}{K_p T_{\text{ц}}},$$

где  $q$  - объем ковша экскаватора, м<sup>3</sup>;

$K_n$  - коэффициент наполнения ковша;

$K_v$  - коэффициент использования времени смены машины;

$T_{\text{ц}}$  - продолжительность цикла, с;

$K_p$  - коэффициент разрыхления грунта.

### **Экскаваторы непрерывного действия (классификация, индексация и производительность)**

Экскаваторами непрерывного действия называют землеройные машины с активными рабочими органами, непрерывно разрабатывающие и одновременно транспортирующие грунт в отвал или транспортное средство.

Наиболее широко применяют в строительстве экскаваторы непрерывного действия для получения протяженных выемок прямоугольного (траншеи) и трапецеидального (каналы) сечений. Экскаваторы непрерывного действия позволяют разрабатывать траншеи глубиной 0,5...4,5 м (в отдельных случаях и до 6м) при ширине 0,14...2,1 м, каналы глубиной 0,5 ... 2,5 м при ширине по дну 0,25 ... 2 м с заложением откосов от 1:1 до 1:2. Траншеи могут быть отрыты этими экскаваторами как в талых грунтах I ... IV категорий, так и в сезонно-мерзлых, а в отдельных случаях, и в вечномерзлых грунтах; канала отрываются, как правило, в талых грунтах до IV категории включительно.

Экскаваторы непрерывного действия, рис. 5.6-5.8, классифицируют по характеру перемещения рабочего органа в пространстве, типу рабочего органа и назначению.

По характеру перемещения рабочего органа в пространстве различают экскаваторы *продольного* (плоскости перемещения рабочего органа и движения экскаватора совпадают), *поперечного* (плоскость перемещения рабочего органа перпендикулярна к направлению движения экскаватора) и



*радиального* (рабочий орган перемещается, поворачиваясь относительно вертикальной оси) копания;

**по типу конструкции рабочего органа** — цепные, роторные, шнекороторные, плужно-роторные и двухроторные (двухфрезерные);

**по назначению**—траншейные (прокладка траншей), дренажукладочные (строительство дренажных систем), мелиоративные и канальные (разработка, ремонт и очистка каналов), карьерные (вскрышные и добычные работы).



Рисунок 5.6 –Экскаватор непрерывного действия с баровым рабочим оборудованием

Для экскаваторов непрерывного действия принята буквенно-цифровая индексация. Для экскаваторов траншейных (ЭТР и ЭТЦ) первые две цифры обозначают глубину копания (дм), третья — порядковый номер модели; для экскаваторов роторных стреловых первые три цифры—вместимость ковша (л), четвертая — порядковый номер модели; для экскаваторов поперечного копания первые две цифры — вместимость ковша (л), третья — порядковый номер модели. При модернизации после цифрового обозначения добавляют буквы по порядку русского алфавита.

Например, индекс ЭТЦ-252А обозначает: экскаватор траншейный цепной с глубиной копания до 25 дм, вторая модель, первая модернизация ЭМ-251А — экскаватор поперечного копания с ковшом вместимостью 25 л, первая модель, первая модернизация.



Рисунок 5.7- Экскаватор непрерывного действия с ковшовым рабочим оборудованием



Рисунок 5.8- Экскаватор непрерывного действия цепной

Техническая производительность цепных траншейных экскаваторов для ковшового рабочего органа

$$П_{т} = \frac{3,6qv_{p}k_{н}}{i_{кp}}$$

для скребкового

$$P_T = 3600bhv_p k_H / k_p$$

где  $q$  – вместимость ковша, л;

$v_p$  – скорость резания грунта, м/с;

$k_H$  – коэффициент наполнения ковша или скребка;

$i$  – шаг установки ковшей на цепном рабочем органе, м;

$b$  и  $h$  – соответственно ширина и высота скребка, м;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта.

Для роторного рабочего органа

$$P_T = 30\pi(D_p^2 - D_o^2)b_p n_p k_H / k_p$$

где  $D_p$  – диаметр ротора по режущим кромкам, м;  $D_o$  – внутренний диаметр активной части ротора, м;  $b_p$  – ширина ротора, м;  $n_p$  – частота вращения ротора.



## **6 ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ И МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ**

### **Классификация, индексация и производительность бульдозеров**

Бульдозер - землеройно-транспортная машина, состоящая из базового тягача и бульдозерного оборудования, предназначенная для резания, перемещения грунта и планировки разрабатываемой поверхности, рис.6.1.

Бульдозеры также используют в качестве толкачей скреперов и рыхлителей.



Рисунок 6.1 –Бульдозер с гусеничным ходовым оборудованием

Бульдозеры отличаются простотой конструкции, надежностью и высокой производительностью, возможностью их использования в самых разнообразных грунтовых и климатических условиях.

На долю бульдозерных работ приходится 36,2% из общего объема земляных работ.

Схемы основных типов отвалов бульдозера представлены на рисунке 6.2.

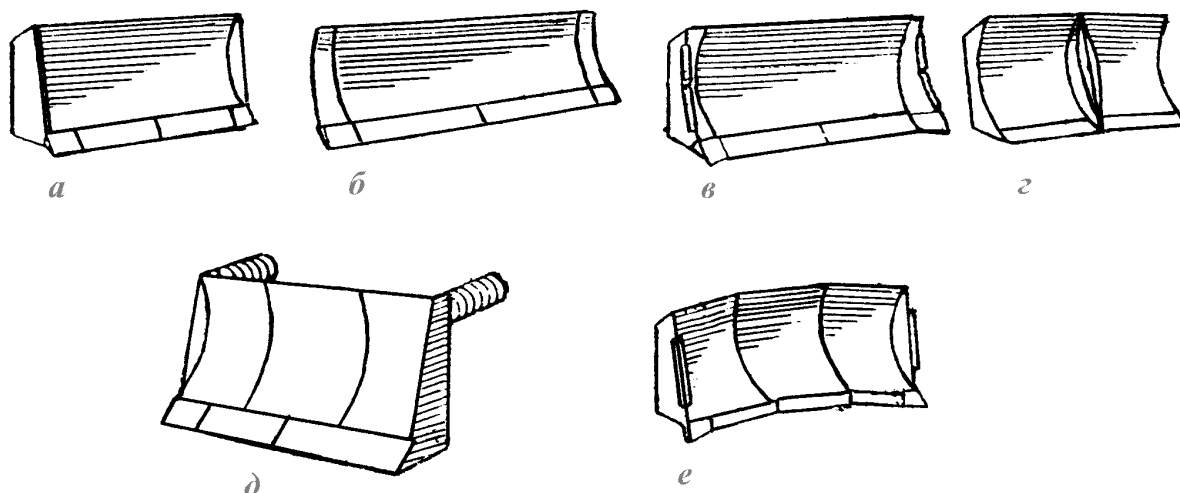


Рисунок 6.2 Схемы основных типов отвалов бульдозера: *a* – неповоротный; *б* – поворотный; *в* – полусферический; *г* – универсальный (путепрокладочный); *д* – с амортизаторами (для толкания скреперов); *е* – сферический

Для гусеничных бульдозеров экономически целесообразная дальность перемещения составляет:

60...80 м - для гусеничных бульдозеров

100...150м - для колесных бульдозеров

Бульдозеры классифицируются по следующим признакам:

*По назначению* на бульдозеры общего назначения и специальные,

*По мощности* двигателей и по номинальному тяговому усилию,

Типы	$N_e$ (кВт)	$T_n$ (кН)
Малогабаритные	до 37	до 9
Легкие	37...96	14...40
Средние	130...154	60...150
Тяжелые	220...405	250...350
Сверхтяжелые	более 500	более 350

*По размещению рабочего оборудования* на базовой машине с передним и задним расположением отвала.

*По типу механизма управления*, бульдозеры с гидравлическим и канатным управлением.

В бульдозерах с гидравлическим управлением отвал внедряется в грунт принудительно под действием гидроцилиндров с использованием до 40% веса тягача.

По способу установки отвала: бульдозеры с поворотным и неповоротным отвалом.

По типу ходового оборудования - гусеничные и колесные.

Производительность при копании грунта определяется:

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{3600 \cdot g_{\text{пр}} \cdot K_{\text{в}} \cdot K_{\text{укл}}}{T_{\text{ц}}}$$

где:  $K_{\text{в}}$  - коэффициент использования времени смены  $K_{\text{в}} = 0,8 \dots 0,85$

$K_{\text{укл}}$  - коэффициент учитывающий уклон

при подъеме от  $0$  до  $15^{\circ}$   $K_{\text{укл}} = 1 \dots 0,4$

при уклоне от  $0$  до  $20^{\circ}$   $K_{\text{укл}} = 1 \dots 2,68$

$g_{\text{пр}}$  - объем грунта в плотном теле перед отвалом (призмы волочения),

$\text{м}^3$

$$g_{\text{пр}} = \frac{B \cdot H^2}{2 \cdot K_{\text{р}} \cdot K_{\text{пр}}} \text{ с учетом разрыхления}$$

где:  $K_{\text{р}}$  - коэффициент разрыхления

$K_{\text{пр}}$  - коэффициент призмы волочения

$T_{\text{ц}}$  - длительность цикла, с

$$T_{\text{ц}} = \frac{l_{\text{р}}}{V_{\text{р}}^1} + \frac{l_{\text{п}}}{V_{\text{р}}} + \frac{l_{\text{р}} + l_{\text{п}}}{V_0} + 2t_{\text{п}} + t_0 + t_{\text{с}}; (\text{с})$$

где:  $l_{\text{п}}$  - длина пути перемещения грунта в м

$l_{\text{р}}$  - длина пути резания (м)  $l_{\text{р}} = 6 \dots 10 \text{ м}$

$V_{\text{р}}^1$  - скорость копания грунта  $V_{\text{р}}^1 = 0,4 \dots 0,5 \text{ м/с}$  до  $2 \text{ м/с}$

$V_{\text{р}}$  - скорость перемещения  $V_{\text{р}} = 0,9 \dots 1,0 \text{ м/с}$  до  $2,5 \text{ м/с}$

$V_0$  - скорость холостого хода  $V_0 = 1, 1 \dots 2,2 \text{ м/с}$  до  $4 \text{ м/с}$

$t_0$  - время на опускание отвала  $t_0 = 1 \dots 2 \text{ с}$

$t_{\text{с}}$  - время переключения передач  $t_{\text{с}} = 4 \dots 5 \text{ с}$

$t_{\text{п}}$  - время разворота  $t_{\text{п}} = 10 \text{ с}$

Производительность при планировке:

$$\Pi_{\text{э}} = \frac{3600 \cdot l \cdot (B \cdot \sin \varphi - 0,5) \cdot K_{\text{в}}}{n \cdot \left( \frac{1}{V_{\text{р}}} + t_{\text{н}} \right)}; \text{м}^2 / \text{ч}$$

где:  $n$  - число проходов по одному месту  $n = 1 \dots 2$

$t_{\text{н}}$  - время на разворот  $t_{\text{н}} = 10 \text{ с}$

$l$  - длина планируемого участка, м

$0,5$  - величина перекрытия (м)

$\varphi$  - угол захвата отвала.

С целью расширения области применения бульдозеры снабжают дополнительным быстросъемным оборудованием (рис. 6.3): 1 - жестко закрепляемые или гидроразъемные уширители; 2 - открьлки; 3 - удлинители; 4 - передние и задние рыхлительные зубья; 5 - кирка для взламывания асфальтобетонных покрытий; 6 - ножи для мерзлых грунтов; 7

– кусторезная наставка; 8 – жестко закрепляемая канавная наставка или гидроуправляемый выступающий нож; 9 – откосник с жестким креплением или гидроуправляемый откосник–планировщик; 10 – передние и задние лыжи; 11 – отвальная приставка для работы от стенки; 12 – грузовые вилы; 13 – подъемный крюк.

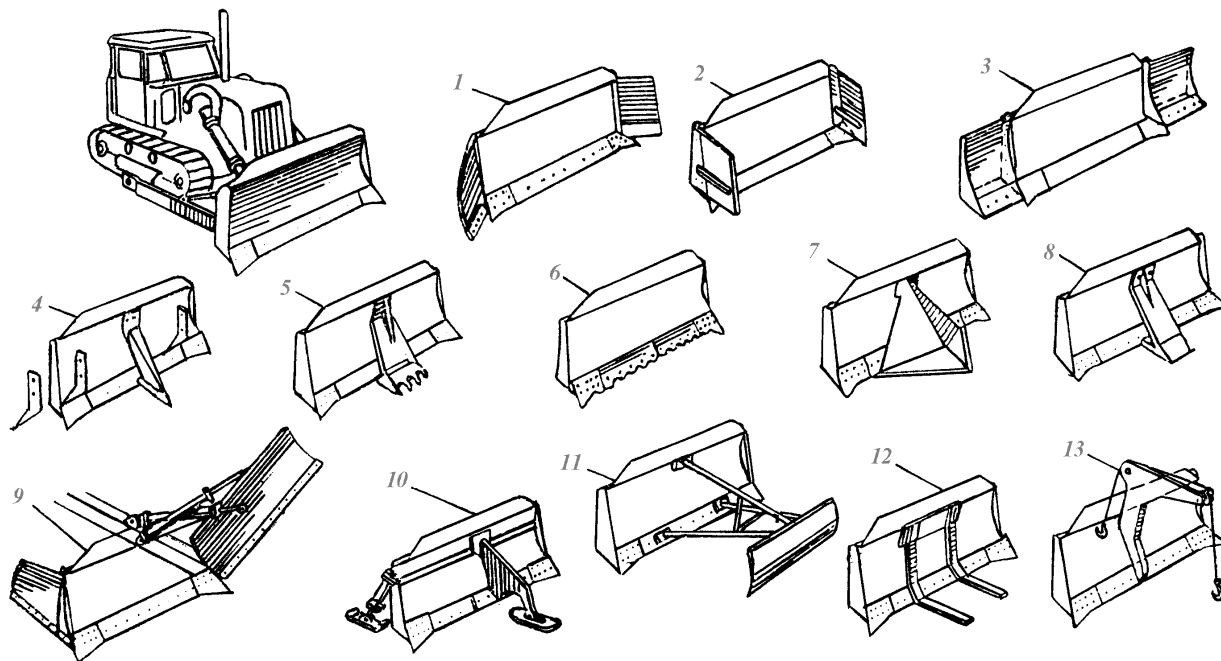


Рисунок 6.3 -Схемы основных видов дополнительного сменного оборудования к бульдозерам с неповоротным отвалом.

Определяющим фактором в использовании различных видов сменного дополнительного оборудования к бульдозерам является объем специфических работ и возможность быстрой установки и демонтажа этого оборудования без переездов.

Технология производства земляных работ бульдозерами зависит от конкретных условий: вида и состояния грунта, рельефа местности, дальности перемещения грунта, высоты отсыпаемых насыпей и глубины разрабатываемых выемок.

Некоторые модели гусеничных неповоротных и поворотных бульдозеров могут оснащаться системами комбинированного автоматического управления положением отвала «Копир - Автоплан» и «Комбиплан». Аппаратура автоматического управления отвалом обеспечивает повышение качества обработки грунтовой поверхности, повышение производительности машины за счет уменьшения проходов бульдозера по планируемому участку, и снижения утомляемости машиниста.

К основным параметрам машин с отвальным рабочим оборудованием относятся номинальное тяговое усилие, эксплуатационная масса, скорости рабочего и обратного хода, среднее статическое давление, положение центра давления, удельное напорное усилие и вертикальное давление на режущей кромке ножа отвала, параметры отвала.

Номинальное тяговое усилие машины:

$$T_{\text{нб}} = \varphi_{\text{сц}} G_{\text{сц}}$$

где  $\varphi_{\text{сц}}$  – коэффициент сцепления базовой машины с оборудованием (для гусеничных сельскохозяйственных тракторов  $\varphi_{\text{сц}}=0,62$ , для промышленных – 0,90, для колесных сельскохозяйственных тракторов  $\varphi_{\text{сц}}=0,5$ , для промышленных 0,6);  $G_{\text{сц}}$  – сцепной вес машины в рабочем состоянии.

При навешивании на базовый трактор только бульдозерного оборудования сцепная масса

$$m_{\text{сц}}=(1,17-1,22) \cdot m_{\text{бм}},$$

$m_{\text{бм}}$  – эксплуатационная масса базовой машины без навесного оборудования.

Если, кроме бульдозерного, навешивается и рыхлительное оборудование, то  $m_{\text{сц}}=(1,35-1,45) \cdot m_{\text{бм}}$ .

При наличии одного ведущего моста у двухосного колесного тягача значение  $m_{\text{сц}}$  находится из условия статического распределения массы тягача между мостами на горизонтальной поверхности.

Если двигатель базовой машины не обеспечивает получение номинального тягового усилия по сцеплению, то за номинальное тяговое усилие принимается усилие  $T_{\text{нб}}$  (кН) по паспортной характеристике трактора или определяется по формуле:

$$T_{\text{нб}} = 3,6N\eta_{\text{T}} / V$$

где  $N$ - мощность двигателя базовой машины, кВт;  $V$  – низшая рабочая скорость движения базовой машины, км/ч;  $\eta_{\text{T}}$ - КПД трансмиссии: механической – 0,83...0,86, гидромеханической – 0,73...0,76.

Скорость рабочего хода машины зависит от условий работы, мощности и типа тягача и принимается 2,5...6,0 км/ч для гусеничных машин и 3,5...8,0 – для колесных.

Скорость обратного хода машины выбирают с учетом типа ходового оборудования тягача и принимают 5...8 км/ч для гусеничных машин и 8...15 км/ч – для колесных.

У современных бульдозеров удельное напорное усилие составляет 40-100 кН/м режущей кромки ножей отвала, увеличиваясь с повышением номинального тягового усилия.

### **Классификация, индексация и производительность скреперов**

Скрепер – землеройно-транспортная машина, предназначенная для послойной разработки грунтов до IV категории включительно, перемещения грунта из забоя в отвал и отсыпки в отвале слоями заданной толщины, рис. 6.4-6.6.



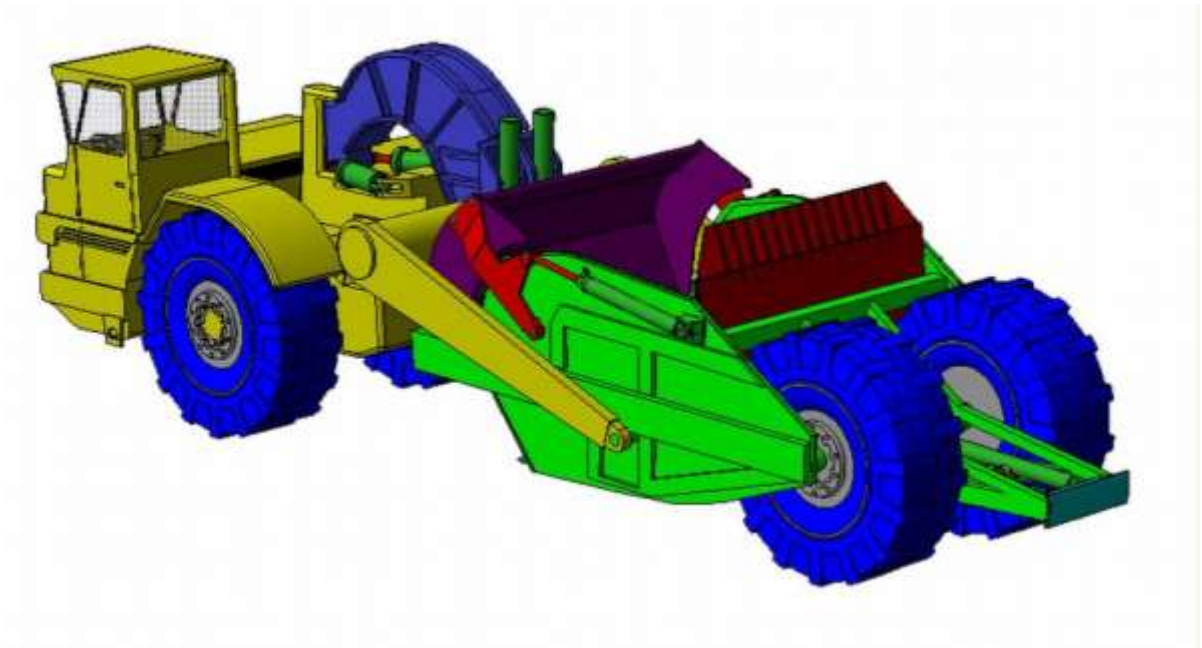


Рисунок 6.4 - Скрепер

Классифицируются:

По способу загрузки: загружаемые подпором грунта при реализации тягового усилия (скрепер с тяговой загрузкой) и заполняемые с помощью специального загрузочного устройства – элеватора (скреперы с элеваторной загрузкой).

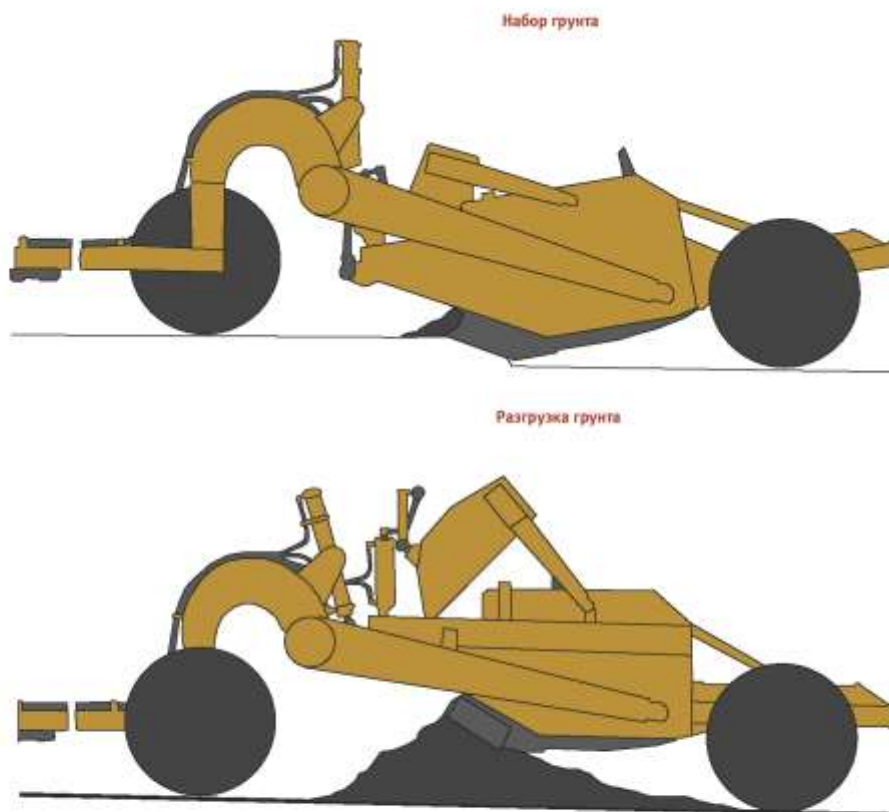


Рисунок 6.5 –Работа скрепера

По способу агрегатирования: самоходные, представляющие собой землеройно-транспортную машину с собственной силовой установкой, обеспечивающей передвижение и управление рабочими органами, и прицепные, двухосные, буксируемые гусеничными или колесными тракторами у которых вся нагрузка, в том числе вес грунта в ковше, передается на опорную поверхность через колеса скрепера.

По способу выгрузки грунта из ковша различают скреперы со свободной разгрузкой путем опрокидывания ковша и высыпания грунта под действием силы тяжести; с принудительной разгрузкой путем прямолинейного перемещения задней стенки при поднятой заслонке; и полупринудительной разгрузкой – путем опрокидывания вперед днища и задней стенки ковша, выполненных в виде единого сварного узла.

Часовая эксплуатационная производительность для скреперов, м<sup>3</sup>/ч :

$$П_э = \frac{3600q_k K_n K_b}{K_p T_{ц}}$$

где  $q_k$  - вместимость ковша скрепера, м<sup>3</sup>;

$K_n$  - коэффициент наполнения ковша. При работе скрепера без толкача на супесях и средних суглинках  $K_n = 0,9$ ;

$K_p$  - коэффициент разрыхления грунта,  $K_p = 1,3$ ;

$T_{ц}$  - продолжительность цикла, с;

$K_b$  - коэффициент использования скрепера по времени,  $K_b = 0,85$ .

Продолжительность одного цикла работы скрепера определим по следующей формуле:

$$T_{ц} = \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_T}{v_T} + \frac{l_p}{v_p} + \frac{l_x}{v_x} + 2t_{пов} + t_c,$$

где  $l_3$ ,  $l_T$ ,  $l_p$  и  $l_x$  – соответственно длина участков заполнения ковша, транспортировки, разгрузки и холостого хода, м. Принимаем в среднем длину набора грунта 20 м, длину транспортировки для прицепных скреперов 500 м, для самоходных 1500 м, разгружают скрепер на длине 10 м;

$v_3$  – скорость при наборе грунта,  $v_3 = 0,6$  м/с;

$v_T$  – скорость при транспортировке грунта, м/с. Средняя скорость движения груженого прицепного скрепера к гусеничным тракторам  $v_T = 0,6v_{max}$ , для самоходных скреперов -  $v_T = 0,5v_{max}$ . ( $v_{max}$  – максимальная скорость базовой машины);

$v_p$  – скорость при разгрузке ковша, м/с. Средняя скорость движения при разгрузке прицепного скрепера  $v_p = 0,6v_{max}$ , для самоходных скреперов -  $v_p = 0,2v_{max}$ ;

$v_x$  – скорость перемещения холостого хода, м/с. Средняя скорость движения при холостом ходе прицепного и самоходного скреперов -  $v_p = 0,8v_{max}$ ;

$t_{пов}$  – время разворота,  $t_{пов} = 15$  с

$t_c$  – время переключения передач,  $t_c = 15$  с.



Рисунок 6.6 –Набор грунта скрепером

### **Классификация, индексация и производительность автогрейдеров**

Автогрейдер - самоходная машина для возведения дорожных насыпей путем перемещения грунта вынутого из кюветов, планировочных работ, перемещения и разравнивания материалов дорожных покрытий, а так же ремонтных работ, рис. 6.7-6.8.



Рисунок 6.7 – Самоходный скрепер

Классификация:

1. По массе (главному параметру) и соответствующей ей мощности двигателя:

- легкие (ДЗ - 99) - Т- 9Т - до 100 кВт;
- средние (ДЗ - 31) - 13Т - 100 - 150 кВт;
- тяжелые (ДЗ - 98) - 19Т - до 200 кВт;
- особо тяжелые 21 - 23Т - >200 кВт.

2. По колесной схеме и количеству осей:

- двухосные - трехосные с двумя и всеми ведущими осями. (А х Б х В).

3. По типу привода основных рабочих органов:

- с механическим; с гидроприводом;

4. По типу трансмиссии:

- механическая; гидравлическая.

Конструктивная компоновка автогрейдера характеризуется его колесной схемой:

А х Б х В                      А - число управляемых осей  
  Б - число ведущих осей  
  В - общее число осей

Наиболее распространена схема 1 х 2 х 3.

Эксплуатационная производительность автогрейдера

$$П_э = \frac{3600 V_{п} k_{к} k_{у} k_{с}}{T_{ц}},$$

где  $P_э$  – эксплуатационная производительность машины, м<sup>3</sup>/ч;

$V_{п}$  – объем призмы волочения грунта, срезанной отвалом, м<sup>3</sup>;

$k_{к}$  – коэффициент учета квалификации машиниста,  $k_{к}=0,85$ ;

$k_{у}$  – коэффициент учета влияния уклона местности,  $k_{у}=0,67$ ;

$k_{с}$  – коэффициент сохранения грунта при транспортировке,  $k_{с}=1$ ;

$T_{ц}$  – продолжительность рабочего цикла, с.

Объем призмы волочения грунта, срезанной отвалом определим как

$$V_{б} = \frac{0,5BH^2 \operatorname{ctg}\varphi_0}{k_p},$$

где В – ширина отвала, м;

Н - высота отвала, м;

$\varphi_0$  – угол естественного откоса перемещаемого грунта,  $\varphi_0=30^\circ$ ;

$k_p$  – коэффициент разрыхления грунта,  $k_p=1,3$ .

Продолжительность одного цикла работы при планировке определим по следующей формуле

$$T_{ц} = \frac{l_p}{v'_p} + \frac{l_{п}}{v_p} + \frac{l_p + l_{п}}{v_0} + 2t_{пов} + t_0 + t_c,$$

где  $l_p$  и  $l_{п}$  – соответственно длина резания и перемещения грунта, м;





Рисунок 6.8 –Работа скрепера

$v'_p$  – скорость копания грунта,  $v'_p=0,45$  м/с;

$v_p$  – скорость перемещения грунта,  $v_p=0,9$  м/с;

$v_o$  – скорость перемещения холостого хода,  $v_o=2$  м/с;

$t_{пов}$  – время разворота,  $t_{пов}= 10$  с;  
 $t_o$  – время на опускание отвала,  $t_o=2$  с;  
 $t_c$  – время переключения передач,  $t_c=5$  с.

## Способы и физические основы уплотнения грунтов

В зависимости от прочности связей между минеральными частицами грунты подразделяют на связные и несвязные. Прочность связей определяется содержанием влаги в грунте.

При уплотнении нарушаются связи между минеральными частицами, создается более плотная их компоновка и вытесняется воздух, благодаря чему грунт приобретает прочность и стабильность, повышается его несущая способность.

Плотность грунта оценивается степенью его уплотнения, которая характеризуется отношением практически полученной в сооружении плотности скелета грунта при данной его влажности к стандартной плотности, полученной в лабораторных условиях в приборе стандартного уплотнения.

$$\varepsilon = \frac{\delta_{пр}}{\delta_{ст}} 100$$

где  $\delta_{пр}$  – полученная плотность грунта, г/см<sup>3</sup>;

$\delta_{ст}$  – стандартная плотность грунта, г/см<sup>3</sup>.

При строительстве насыпей должна быть обеспечена следующая степень уплотнения: автодорожных — 95-98 %, железнодорожных — 95-96, гидротехнических— 98-100 %.

Уплотнение грунтов следует производить при влажности, близкой к оптимальной. Переувлажненные грунты не поддаются уплотнению и требуют подсушивания, а грунты с малым содержанием влаги необходимо предварительно доувлажнять, табл. 6.1.

*Способы уплотнения грунтов:*

- укатка катками статического действия;
- трамбование плитами на экскаваторах и трамбуемыми машинами;
- виброционное уплотнение виброкатками, виброплитами и виброуплотнителями.

## Классификация, индексация и производительность грунтоуплотняющих машин

Уплотняющие машины предназначены для послойного уплотнения грунтов, щебня, гравия и других материалов на строительных объектах, рис.6.9.

Таблица 6.1 - Рекомендуемая влажности грунта при его уплотнении

Грунт	Влажность при коэффициенте уплотнения		
	1...0,98	0,95	0,90
Пески пылеватые, супеси легкие, крупные	Не более 1,35	Не более 1,6	Не нормируется
Супеси легкие и пылеватые	0,8...1,25	0,75...1,35	0,7...1,6
Супеси тяжелые пылеватые и суглинки легкие и пылеватые	0,85...1,15	0,8...1,2	0,75...1,4
Суглинки тяжелые и тяжелые пылеватые глины	0,95...1,05	0,9...1,1	0,85...1,2

*По виду воздействия на грунт бывают*

- статического действия;
- ударного действия;
- вибрационного действия;
- комбинированного действия.

*По способу перемещения бывают:*

- прицепные;
- самоходные;
- в виде навесного оборудования к базовым машинам.

*По виду рабочего органа уплотняющие машины подразделяются на:*

- катки статические и вибрационные с гладкой, кулачковой и решетчатой металлической обечайкой и катки пневмоколесные;
- трамбуемые машины на базе гусеничных тракторов, управляемые вручную трамбовки с электрическим или бензиновым двигателем, а также трамбовки на базе гидромолотов к гидравлическим экскаваторам;
- самопередвигающиеся и навесные к базовым шасси виброплиты, а также виброплиты, навешиваемые на стреле экскаватора вместо ковша.

***Индексация:***

ДУ-26А

ДУ -дорожный уплотнитель;

26 - порядковый номер по реестру;

А - порядковая буква алфавита, после первой модернизации катка.

*Катки статического действия*

Процесс уплотнения осуществляется посредством контактного давления, передаваемого катящимися колесами на поверхность уплотняемого материала при многократных проходах по одному следу.





Рисунок 6.9 –Каток статического действия

По весу и удельному давлению делятся:

- легкие весом от 0,6 до 4 т для уплотнения облегченных черных и асфальтовых покрытий, парковых дорожек, стадионов, заводских полов и т.д.;

- средние весом 6-8 т для уплотнения гравийно-щебеночных, черных и асфальтобетонных оснований и покрытий;

- тяжелые весом 10-18 т для окончательного уплотнения гравийно-щебеночных, черных и асфальтобетонных покрытий.

По числу и взаимному расположению вальцов:

- одновальцовые с поддерживающим роликом и без него;

- трехвальцовые двухосные с двумя задними ведущими вальцами;

- двухвальцовые двухосные с одним или обоими ведущими вальцами;

- трехвальцовые трехосные с одним или со всеми ведущими вальцами.

Производительность катка:

$$\Pi = \frac{1000(B - a)v}{n}, \text{ м}^2/\text{ч}$$

где В – ширина уплотняемой полосы, м;

а=0,2–0,25 м – ширина перекрытия укатываемой полосы при последующих проходах катка;

v – скорость движения катка при укатке км/ч;

n – число проходов катка по одному месту.



### *Кулачковые катки*

Кулачковые катки предназначены для уплотнения связных и комковатых грунтов.

Уплотнение грунта происходит под действием нормальных сил контактных напряжений, возникающих на опорных поверхностях кулачков, и за счет бокового распора, обусловливаемого погружением кулачков в грунт.

Производительность катка

$$\Pi = \frac{L(B - A)H_p k_v}{\left(\frac{L}{v} + t\right)n}, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $L$  – длина укатываемого участка, м;

$B$  – ширина укатываемой полосы, м;

$A$  – величина перекрытия  $A=0,2$  м;

$H_p$  – толщина слоя грунта в плотном теле, 0,3-0,5 м;

$t$  – время затрачиваемое на разворот катка в конце участка  $t=0,02$  ч;

$n$  – необходимое число проходов;

$k_v$  – коэффициент использования времени смены, 0,85.

### *Катки на пневматических шинах*

Предназначены для послойного уплотнения грунтов, гравийно-щебеночных и стабилизированных материалов при сооружении насыпей, плотин, дамб и др. инженерных сооружений, табл. 6.2.

Таблица 6.2 – Область применения катков

Вид	Прицепные		Полуприцепные		Самоходные
	С балластом	Без балласта	С балластом	Без балласта	
Легкие	12,5	4	15	6	10
Средние	25	8	30	12	20
Тяжелые	50	16	45	18	30
Особо тяжелые	100	25			

Производительность определяется так же как для кулачковых катков.

### *Вибрационные катки*

Предназначены для послойного уплотнения грунтов толщиной до 1,5 м в различных областях строительства.

Классифицируются прицепные катки:

По весу: легкие, средние, тяжелые.

По числу валцов: одно- и двухвалцовые.

*По типу привода вибратора:* с механическим, гидравлическим и электрическим.

*По характеру колебаний:* с круговыми и вертикально направленными колебаниями.

Вибрационные самоходные катки классифицируются:

*По числу и взаимному расположению валцов:* одновалцовые с ручным управлением, двухвалцовые двухосные, трехвалцовые трехосные.

По числу ведущих вальцов: с одним и двумя вальцами.

По типу трансмиссии: с механической, гидромеханической и гидростатической.

По характеру колебаний: с круговыми и направленными колебаниями.

На катке применен двухрежимный вибровозбудитель колебаний инерционного типа, создающий два диапазона частоты колебаний: 0...25 Гц при уплотнении грунтов и 0...38 Гц при уплотнении материалов, обработанных вяжущим.

Производительность определяется как и для предшествующих катков.

*Вибрационные плиты*

Производительность

$$\Pi = \frac{3600 T_{\text{кв}} F_{\text{кп}} H}{\tau N}, \text{ м}^3/\text{смену}$$

где  $T$  – время смены, ч;

$K_{\text{в}}$  – коэффициент использования времени смены, 0,85;

$K_{\text{п}}$  – коэффициент перекрытия при уплотнении, 0,9;

$F$  – площадь трамбующей плиты,  $\text{м}^2$ ;

$H$  – толщина уплотняемого слоя, м;

$\tau$  – полное время удара, с, 6-10;

$N$  – число ударов по одному месту 2-3.

### **Технология процесса уплотнения грунта**

Скорость катков при уплотнении зависит от ряда условий и изменяется в пределах 10—30 км/ч. Меньшие значения относятся к прицепным каткам, большие - к самоходным. Продолжительность реверсирования или поворота зависит от ширины насыпи; для самоходных катков оно составляет в среднем 0,01 ч, для прицепных—0,04—0,10 ч.

Виброкатки используют для уплотнения слоев грунта толщиной до 1,5 м при длине захватки 200—300 м; самопередвигающиеся вибрационные машины применяются для уплотнения слоев толщиной до 0,8 м на прямолинейных участках длиной 50—100 м. Продольные уклоны не должны превышать 100% и поперечные—50%.

## 7 МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА

### Назначение, классификация и принцип работы камнедробилок

Дробильное и сортировочное оборудование широко используется в промышленности нерудных строительных материалов при производстве щебня, песка, гравия.

Технологическая обработка каменных материалов:

- предварительное сортирование для отделения мелочи перед первичным дроблением;
- дробление сырья для получения требуемых по крупности фракций щебня;
- сортирование продуктов дробления на заданные фракции;
- промывку от глинистых, илистых частиц и других загрязнений;
- транспортирование и складирование готовой продукции.

Основным технологическим оборудованием для переработки нерудного строительного материала являются: дробилки, грохоты, промывочные и обезвоживающие машины, классификаторы и вспомогательное оборудование.

По крупности продукта дробления различают следующие виды дробления:

Крупное – 100...350 мм, среднее – 40...100 мм, мелкое – 5...40 мм.

В зависимости от конструктивного исполнения дробилки классифицируют:

Щековые, конусные, роторные, молотковые и валковые.

### Способы дробления каменных материалов

Большое разнообразие физико-механических свойств каменных материалов, подвергающихся дроблению, а также различные требования, которым должна отвечать готовая продукция, потребовали создания различных типов и конструкций дробилок и мельниц.

По конструктивным признакам дробилки подразделяются на четыре основные группы:

- *щековые*, у которых периодическое разрушение камня происходит при сближении щек;
- *конусные*, осуществляющие непрерывное разрушение камня между внешним неподвижным и внутренним эксцентрично расположенным вращающимся конусом;
- *валковые*, у которых разрушение камня происходит между двумя параллельно расположенными валками, вращающимися навстречу друг другу;
- *ударные* (молотковые), разрушающие камни за счет удара по ним вращающимися с большой скоростью молотками (билами).

Применение каждой конструкции камнедробилки зависит от прочности породы дробимого камня, требуемой степени измельчения и требуемой производительности.

*Дробилки ударного действия* предназначены для дробления малоабразивных материалов (мел, гипс, известняк и др.). Выпускаются одно- и двух- роторные, реверсивные и нереверсивные дробилки. Дробление материала происходит в результате ударного воздействия молотков и отбойных плит и раздавливания камня молотками на колосниковой решетке.

**Щековые дробилки** применяют для крупного и среднего дробления прочных и абразивных горных пород типа гранитов, диабазов и песчаников. Дробление материала в щековых дробилках происходит между двумя прямоугольными плитами – щеками, одна из которых совершает колебательное движение.

*Щековые дробилки* применяют для крупного (40...70 мм) и среднего (20...40 мм) дробления прочных и средней прочности пород на первичной и вторичной стадиях дробления.

По конструктивному исполнению и траектории движения щек дробилки бывают трех типов:

- с простым движением подвижной щеки и одной неподвижной щекой;
- со сложным движением подвижной щеки и одной неподвижной щекой;
- со сложным движением обеих щек.

Дробилки со сложным движением щеки конструктивно проще, имеют меньшие габариты и металлоемкость, однако из-за большой вертикальной уставляющей хода в нижней части зева происходит интенсивное истирание дробящих плит.

Дробилки с двумя подвижными щеками сочетают преимущества дробилок со сложным движением щеки (компактность и высокая производительность) с основным достоинством дробилок с простым движением щеки (малая степень износа дробящих плит).

*Общий недостаток* всех типов щековых дробилок: цикличность их работы, затруднительный пуск в работу, когда камеры дробления заполнены камнем или когда произошла остановка дробилки из-за попадания в нее не дробимых предметов. В этом случае приходится разбирать завал вручную, что снижает производительность дробилок.

Главным параметром щековых дробилок является размер приемного отверстия (длина x ширина).

Индексируется СМД-111А, СМД-184.

Производительность щековых дробилок определяется по формуле

$$Q = \frac{1800S_{cp}Lbn(B + b)}{D_{cb} \operatorname{tg}\alpha} \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $S_{cp}$  – средний ход щеки, равный полусумме значений ходов сжатия вверху и внизу камеры дробления, м;

$L$  и  $B$  – длина и ширина приемного отверстия, м;  
 $b$  – ширина выходной щели, м;  
 $n$  – частота вращения эксцентрикового вала,  $c^{-1}$ ,  
 $D_{св}$  – средневзвешенный размер кусков исходного материала, м;  
 $\alpha$  – угол захвата.

**Конусные дробилки** применяют для дробления прочных и высокопрочных горных пород на различных стадиях дробления.

*Конусные дробилки* применяются для крупного, среднего и мелкого дробления пород средней и большей прочности с высокой степенью абразивности. Дробление материала происходит в камере дробления при сближении подвижного внутреннего конуса к поверхности неподвижного внешнего конуса, а разгрузка готового материала осуществляется непрерывно при удалении конуса друг от друга.

Различают два типа конусных дробилок:

- а) с крутым дробящим конусом для крупного и среднего дробления;
- б) с пологим дробящим конусом для среднего и мелкого дробления.

В конусных дробилках процесс дробления происходит непрерывно.

Конусные дробилки с крутым конусом имеют неподвижный конус и подвижный (дробящий) конус, у которого угол при вершине составляет  $20...30^\circ$ . Первый закреплен к основанию дробилки, а подвижный конус плотно насажен на вал, верхний конец которого с помощью подшипника крепится к траверсе, а нижний - свободно входит в стакан-эксцентрик, вращение которого осуществляется от электродвигателя через горизонтальный вал и коническую передачу. Дробящие конуса бронированы плитами из износостойкой стали. Оси подвижного и неподвижного конусов образуют угол до  $2...3^\circ$ .

За счёт эксцентрика подвижный конус совершает круговые качания внутри неподвижного конуса. При сближении конусов происходит раздавливание (дробление) камня, а при их расхождении - разгрузка.

У конусных дробилок с пологим конусом подвижный конус имеет угол при вершине, равным  $80... 100^\circ$ . Эти дробилки отличаются от дробилок с крутым конусом тем, что вал, на котором насажен подвижный конус, выполнен консольным, не имеющим верхней опоры. Опора дробящего конуса расположена в центре его качания и выполнена в виде сферического подпятника большого радиуса, воспринимающего как массу конуса и вала, так и усилия дробления. Нижний конец вала вставлен во втулку стакана-эксцентрика, представляющим одно целое со станиной дробилки. Эксцентриковая втулка получает вращение от электродвигателя через горизонтальный вал и коническую передачу. Материал поступает на диск-питатель и равномерно распределяется по всему загрузочному отверстию.

*Преимущество конусных дробилок:* непрерывность их работы и отсутствие холостого хода; более производительны; менее энергоёмки;

допускают перегрузки до 15...20%, обеспечивая возможность запуска в работу «под завалом».

К *недостаткам* можно отнести большие габариты и массу, требуют высококвалифицированной эксплуатации; более дорогостоящие и являются тяжело нагруженными машинами с неуравновешенными вращающимися массами.

Чтобы уменьшить нагрузки на детали и фундамент, требуется динамическая балансировка конусной дробилки.

Конусные дробилки с крутым конусом используют для первичного дробления породы крупностью до 1200 мм, а с пологим конусом обычно применяются для вторичного дробления камней размером 100...200 мм.

Конусные дробилки классифицируют по крупности дробления: крупного (ККД), среднего (КСД), мелкого (КМД).

Главный параметр конусных дробилок – размер основания дробящего конуса.

Индексация КСД-600, КМД-1200

600 и 1200 – диаметр основания дробящего конуса, мм.

Производительность конусной дробилки определяется по формуле

$$Q = \mu \ln b L D,$$

где  $\mu$  - коэффициент разрыхления;

$n$  – частота вращения конуса, об/с;

$b$  – ширина параллельной зоны (выходной щели), м;

$L$  – длина параллельной зоны, м;

$D$  – диаметр основания дробящего конуса, м.

**Роторные дробилки** предназначены для дробления малоабразивных горных пород средней прочности типа известняка, доломита, гипса и т.д.

По технологическому признаку различают роторные дробилки крупного, среднего и мелкого дробления.

Главный параметр – диаметр и длина ротора.

Индексация СМД-75, СМД-94.

Производительной роторной дробилки

$$Q = 480 \frac{L_p D_p^{1,5}}{v_p^{0,35} z^{0,5}} k_\beta, \text{ м}^3/\text{ч}$$

где  $L_p$  – длина ротора, м;

$D_p$  – диаметр ротора, м;

$v_p$  – окружная скорость ротора, м/с;

$z$  – число рядов бил;

$k_\beta$  - коэффициент, зависящий от положения отражательной плиты.

**Молотковая дробилка** состоит из корпуса, ротора, на валу которого закреплены диски, к которым с помощью осей прикреплены молотки. На внутренней поверхности камеры дробления установлены броневые

(отбойные) плиты. Дробление материала осуществляется под действием удара по нему молотков (массой 15...20 кг каждый), шарнирно закрепленных к дискам вращающегося ротора, и соударения кусков с плитами и колосниковыми решетками. При ударе молотки поворачиваются вокруг своей оси в направлении, противоположном вращению ротора.

Шарнирное крепление молотков существенно отличает молотковые дробилки от роторных, у которых билы жестко закреплены на дисках.

Раздробленный материал выгружается через колосниковую решетку.

Недостатком молотковых дробилок является быстрый износ молотков и колосниковых решеток.

**Валковые дробилки** применяют для среднего и мелкого вторичного дробления горных пород, а также для дробления вязких и влажных материалов (главным образом для приготовления искусственного песка).

Дробилка состоит из рамы, на которой смонтированы два вала, вращающихся навстречу друг другу. Дробимый материал увлекается трением о поверхность валков и затягивается в рабочее пространство, где и подвергается дроблению в результате раскалывания, излома и истирания. Поверхность валков может быть как гладкая, так и рифленая. При попадании между валками не дробимого предмета, валки могут раздвигаться, а затем с помощью пружин вновь занимать заданное положение. Валки дробилки могут иметь разную окружную скорость вращения, что увеличивает истирающий эффект.

*Достоинство валковых дробилок:* простота устройства и надежность в работе; низкий расход удельной энергии; небольшой процент выхода переизмельченного материала.

*Недостатки:* малая производительность, невысокая степень измельчения, постоянная вибрация валков, передаваемая всей дробилке, низкая захватывающая способность валков.

## **Оборудование для сортировки раздробленного камня по фракциям**

*Сортировка* - это процесс разделения измельченного материала на частицы определенной крупности (на фракции) механическим, воздушным или гидравлическим способом.

*Воздушную сортировку* применяют для выделения особо тонких фракций (менее 1 мм).

*Гидравлическая сортировка* основана на различной скорости осаждения в воде частиц неодинаковой крупности и плотности (применяют, в основном, для очистки щебня от пылевидных и илистых частиц).

*Механическая сортировка (грохочение)* - это процесс разделения раздробленного материала по крупности частиц на плоских или криволинейных просеивающих поверхностях. Сортировка материала

возможна лишь при его оросительном движении по просеивающей поверхности грохата.

По характеру действия грохоты классифицируют на неподвижные и подвижные.

В *неподвижных грохотах* материал сползает по просеивающей поверхности под действием силы тяжести. Для большей эффективности сортировки сита (решета) устанавливают с углом наклона  $35...40^\circ$  к горизонту.

*Подвижные грохоты* по форме просеивающей поверхности делят на:

- а) плоские с горизонтальным или наклонным расположением сит;
- б) барабанные, в которых сито имеет форму цилиндрическую и л многогранную усеченную пирамиду (сито-бурат).

Наибольшее распространение в строительной промышленности получили подвижные грохоты эксцентрикового типа, инерционные с круговыми колебаниями, а также инерционные с направленными колебаниями.

*Инерционные грохоты* принципиально отличаются от эксцентриковых отсутствием жесткой кинематической связи между движущимся механизмом и коробом. Вследствие этого амплитуда колебания грохота - величина переменная, зависящая от значений движущихся масс, частоты вращения дебалансов и др. факторов.

У *эксцентриковых грохотов* подвижный наклонный короб с ситами совершает круговые колебания. Привод осуществляется от электродвигателя. Из-за повышенной сложности и динамической нагруженности эксцентриковые грохоты применяют редко.

*Инерционные грохоты* с круговыми колебаниями имеют наиболее простую конструкцию. Для регулирования амплитуды колебаний на дебалансах предусмотрены дополнительные грузы. Короб с двумя ярусами сит опирается на пружины и наклонен под углом  $10...25^\circ$  к горизонту.

У инерционных грохотов с направленными колебаниями просеивающую поверхность можно устанавливать горизонтально, что уменьшает размеры грохота по высоте.

*Барабанные грохоты* делятся на сортировки и сортировки-мойки и отличаются друг от друга только тем, что у сортировок-моек барабан в передней части имеет промывочную секцию-цилиндр из сплошной листовой стали. Каждое решето имеет отверстия в соответствии с заданными фракциями. Мелкие зерна проваливаются через отверстия сит, а крупные выпадают с торца последнего сита. Барабанные грохоты изготавливаются с диаметром барабана до 2 м и длиной до 9 м.

*Передвижные дробильно - сортировочные установки* предназначены для дробления и сортировки строительных материалов во временных карьерах, близко расположенных к строительным объектам, а также на участках с проведением культуртехнических работ на почвах, засоренных



камнями. Эти установки очень мобильны и легко перебазируются из одного карьера в другой.

Для приготовления качественной бетонной смеси заполнители бетона промывают с целью удаления глинистых и органических примесей и пыли.

Гравий при содержании в нем глины, ила и др. примесей до 5% общей массы можно промывать на грохотах одновременно с сортировкой. При загрязнении от 5 до 8 % гравий промывают в гравиемойках-сортировках, а более 8 % - в специальных цилиндрических или лопастных гравиемойках.

Для промывки и сортировки песка применяют гидравлические классификаторы.

*Гидравлические классификаторы* осуществляют промывку и разделение песка на две фракций в восходящем потоке воды. Их изготавливают спиральными, вертикальными, вертикально-горизонтальными и многокамерными.

В зависимости от насыпной плотности сортируемого материала грохоты разделяют на три типа: легкие Л, средние С и тяжелые Т.

По траектории движения: с круговыми или близкими к ним И, с прямолинейными колебаниями С.

Индексация ГСС-32, ГИТ-42, ГИС-52. Г – грохот, С и И – вид траектории движения, С и Т – средний и тяжелый.

Производительность грохота, м<sup>3</sup>/ч

$$Q=qFK_1K_2K_3c,$$

где q – удельная производительность грохота для определенного размера отверстий, м<sup>3</sup>/чм<sup>2</sup>;

F – площадь грохочения, м<sup>2</sup>;

K<sub>1</sub> – коэффициент, учитывающий угол наклона сита;

K<sub>2</sub> – коэффициент, учитывающий процентное содержание зерен нижнего класса в исходном материале;

K<sub>3</sub> – коэффициент, учитывающий содержание в нижнем классе зерен размером меньше половины отверстия сита;

c – коэффициент, учитывающий неравномерность питания и зерновой состав материала, форму зерен и типа грохота.

## Моечные машины

Моечные машины предназначены для отделения от щебня или песка вредных примесей ил, глина.

Различают машины с подвижной ванной – корытные и с вращающейся ванной – вибрирующие, барабанные.

Машины с неподвижной ванной разделяют на лопастные, винтовые и сабельные.

Индексация К-7, К-12, С-387, С-215А

К – корытная винтовая мойка, 7 и 12 – диаметр винта, дм, С - барабанная мойка.

## Дозаторы. Краткое устройство и принцип действия

Для получения требуемой марки бетонных смесей и растворов должно быть выдержано количественное соотношение (дозирование) всех компонентов. Материалы дозируют по весу или по объему.

Объемный метод обеспечивает достаточную точность только одного компонента - воды. Другие же компоненты дозируют, как правило, по весу. Рекомендуемая точность дозирования исходных материалов по весу: цемента и воды +1%, а заполнителей (песок, щебень, гравий)  $\pm 2\%$ .

Дозирование компонентов осуществляется специальными устройствами-дозаторами.

*По принципу работы* дозаторы делятся на: циклические и непрерывного действия.

*Циклическими дозаторами* отмеривают заданную массу, а объем порции материала отмеривают путем его загрузки в мерный бункер. Затем материал из бункера выгружают и процесс повторяется.

*Дозаторы непрерывного действия* выдают дозируемый материал непрерывным потоком.

*По методу дозирования* материалов дозаторы подразделяются на объемные, весовые и объемно-весовые.

*По способу управления* дозаторы делятся на: автоматические, полуавтоматические и ручные.

*Дозаторы для цемента и заполнителей* используют как объемные, так и весовые порционного или непрерывного действия.

*Объемные дозаторы* сыпучих материалов просты по конструкции и выполнены в виде мерной емкости. Они применяются в смесительных установках небольшой производительности.

*Весовые дозаторы* обеспечивают высокую точность дозирования сыпучих материалов.

Весовые дозаторы непрерывного действия для сыпучих материалов основаны на автоматическом контроле за количеством материала, проходящим за единицу времени на транспортной ленте и регулировании его поступления на ленту.

Дозатор состоит из ленточного транспортера, загрузочной воронки, заслонки, системы рычагов, грузика, двуплечего рычага. Дозируемый материал засыпается в воронку, из которой равномерно поступает на движущуюся транспортерную ленту. Толщина слоя материала на ленте регулируется заслонкой, которая устанавливается путем перемещения грузика по двуплечему рычагу с нанесенными на нем делениями (циферблат). Переставляя грузик, устанавливают заданную дозу. При изменении массы щебня на ленте изменяется давление на ролик и рычажный механизм автоматически управляет заслонкой.

## Машины и оборудование для приготовления бетонной смеси. Устройство, преимущества и недостатки

Прочность бетона и качество раствора в значительной степени зависят от перемешивания компонентов.

Процесс, при котором два или более компонентов, находящихся в определенном соотношении друг с другом образуют однородную систему, (смесь), называют *смешением*.

Наиболее распространен механический способ перемешивания сыпучих материалов и жидкости.

Машины и устройства, применяемые для перемешивания, называют *смесителями*. Смесительные машины классифицируют по следующим основным признакам:

- по мобильности (стационарные и передвижные);
- по режиму работы (циклического и непрерывного действия);
- по способу перемешивания (с принудительным перемешиванием и гравитационным — свободным). Для бетоносмесителей *циклического действия* главным параметром является объем готового замеса (65, 165, 330, 800, 1600, 3000 л). Отношение объема готового замеса к объему по загрузке называется коэффициентом выхода готовой смеси, обычно равным 0,65... 0,67.

Для бетоносмесителей *непрерывного действия* главным параметром является производительность ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ).

В смесителях со *свободным* перемешиванием компоненты поднимаются вверх лопастями, укрепленными на внутренней поверхности барабана, который вращается относительно своей оси. Достигнув верхнего положения, компоненты свободно падают вниз под действием собственной массы и перемешиваются. В машинах *принудительного* действия компоненты перемешиваются лопастями, закрепленными на вращающемся валу, а барабан при этом остается неподвижным.

*Бетоносмесители* изготавливают как со свободным, так и с принудительным перемешиванием.

*Растворосмесители* выпускают только с принудительным перемешиванием.

*Стационарные смесители*, как правило, отличаются большой производительностью, их устанавливают на крупных объектах, рассчитанных на длительный срок эксплуатации. Передвижные смесители используют на объектах с небольшими объемами работ или с сезонным характером работ, например, в сельском хозяйстве.

*Бетоносмесители циклического действия* выпускаются трех конструктивных видов: а) с опрокидным, б) опрокидным,

в) наклоняющимся барабаном грушевидной формы одно- или двухконусными.

Перемешиваемые материалы загружают в барабан отдельными порциями (замесами), причем каждую новую порцию можно загрузить в барабан лишь после выгрузки из него предыдущего готового замеса. При загрузке и перемешивании барабан располагается горизонтально, а при выгрузке наклоняется до  $45^\circ$  к горизонту. На внутренней поверхности барабана закреплены лопасти: в средней части барабана глубокие, в конусных частях - удлиненные.

*Бетоносмесители непрерывного действия* с гравитационным перемешиванием представляют собой цилиндрический барабан, опирающийся своими бандажами на опорные ролики, оси которых неподвижные и установлены на раме бетоносмесителя. Вращение барабана осуществляется от электродвигателя через редуктор и открытую зубчатую передачу. На внутренней стенке барабана закреплены лопасти ковшового типа, которые одновременно с перемешиванием и перемещают смесь от загрузочной воронки до выходного отверстия. Расположение лопастей и их количество обеспечивают хорошее перемешивание смеси за время прохождения от загрузочного люка до выхода из барабана. Скорость вращения барабана до 25 оборотов в минуту.

*Бетоносмесители непрерывного действия* с принудительным перемешиванием применяют для приготовления смеси практически любой марки.

В лотке (барабане) корытообразной формы установлены два вала с закрепленными на них под углом  $40...45^\circ$  лопастями (до 30...60 шт.), образующими прерывистую винтовую линию для интенсивного перемешивания загружаемых компонентов и постепенного перемещения их к месту выгрузки к затвору. Валы вращаются в разные стороны с частотой  $2...5 \text{ с}^{-1}$  синхронно. Привод содержит двигатель, ременную передачу, редуктор и синхронизатор в виде зубчатых колес. Лоток наклонен в сторону выгрузки на  $3^\circ$  к горизонту.

*Растворосмесители* предназначены для приготовления цементных, известковых, гипсовых, шлаковых и др. растворов для использования их при штукатурных, кладочных, облицовочных и др. работах.

По конструкции растворосмесители - это перемешивающие машины периодического действия с силовым воздействием рабочего органа (лопасти) на перемешиваемые компоненты.

Различают *лопастные смесители* с горизонтальным, вертикальным лопастным валом и турбулентные. У первых лопасти при вращении перемешивают весь объем смешиваемых материалов. Получаемую смесь используют для кладочных и штукатурных работ.

У турбулентных смесителей потоки смешиваемой массы создаются ротором, диаметр которого в 2...2,5 раза меньше диаметра смесительной емкости, а частота вращения ротора в 10... 15 раз выше частоты вращения валов обычных лопастных смесителей. Вследствие этого в смешиваемых массах возникают центробежные силы, создающие интенсивные потоки,

благодаря которым приходит в движение весь объем смешиваемых материалов.

### **Машины и устройства для транспортирования бетонной смеси**

Приготовленную на стационарных бетоносмесительных установках и заводах смесь доставляют на строительные объекты рельсовым или автомобильным транспортом. На строительных объектах бетонная смесь или раствор могут транспортироваться с помощью бетоно- и растворонасосов, а также ленточными конвейерами.

Автомобильный транспорт включает:

- а) специально оборудованные автосамосвалы либо грузовые автомобили и тракторные тележки с установленными на них бадьями;
- б) автобетоновозы;
- в) автобетоносмесители.

Наиболее просто перевозить бетонную смесь в бадьях на автомобилях с кузовом или тракторных тележках. Выгружают бадьи из кузова автомобиля или тележки при помощи крана (автокрана). Вместимость бадьи зависит от грузоподъемности автотранспорта и крана.

*Автобетоновоз* состоит из выполненного в форме гондолы кузова, установленного на шасси автомобиля. Для разгрузки кузов опрокидывается на 80...85° с помощью гидроцилиндра. Возвратный механизм после разгрузки кузова возвращает его в транспортное положение.

Автобетоновозы выпускаются как с побудителем для перемешивания смеси в пути, так и без побудителя (для мало пластичных смесей). Кузов автобетоновоза оснащен пневматическим вибровозбудителем, устраняющим ручную труд при разгрузке кузова.

*Автобетоносмесители* служат для приготовления бетонной смеси из сухих компонентов, отдозированных и загружаемых на бетонном заводе в пути следования к месту укладки, а также для перевозки готовой бетонной смеси.

Автобетоносмеситель - это бетоносмеситель циклического действия с гравитационным перемешиванием.

Оборудование автобетоносмесителя смонтировано на раме автомобиля. Смесительный барабан, установленный правым концом на опорных роликах, а левым - на центральной цапфе. Барабан оборудован загрузочной воронкой и разгрузочным лотком. Вращение барабану сообщает привод, состоящий из дополнительно установленного на раме автомобиля двигателя внутреннего сгорания через редуктор и цепную передачу (привод барабана также может осуществляться от двигателя автомобиля через вал отбора мощности, либо с помощью гидромотора). Вода из бака насосом подается в барабан по трубопроводам через дозатор.

## Классификация растворобетононасосов. Их преимущества и недостатки

*Бетононасосы и растворонасосы* применяют для транспортирования смесей по трубам к месту укладки (на расстояние до 300 м по горизонтали и до 40 м по вертикали). Применяют насосы поршневые одно- и двухцилиндровые, а также диафрагмовые. Поршень насоса совершает возвратно-поступательное движение под действием шатуна и коленчатого вала, приводимого в движение двигателем. Насосная камера имеет два клапана: всасывающий и нагнетательный. В момент всасывания смеси всасывающий клапан открыт, а нагнетательный закрыт, и бетонная смесь засасывается в насосную камеру. При нагнетательном ходе поршня всасывающий клапан закрыт, а нагнетательный открыт и соединяет насосную камеру с бетоноводом, в который выталкивается очередная порция бетонной смеси. Поворот клапанов осуществляется с помощью кулис и тяг.

*Достоинства бетононасосов:* простота устройства, компактность, полное отсутствие потерь транспортируемой смеси.

*Недостатки:* значительный абразивный износ поршневой группы, клапанов и бетоновода.

*Диафрагмовые растворонасосы* более надежны в работе, хотя резиновая диафрагма часто выходит из строя. Раствор из приемного бункера засасывается в насосную камеру по входному колену через всасывающий клапан. В это время поршень перемещается назад, (влево), а нагнетательный клапан закрыт.

При ходе поршня влево он воздействует на рабочую жидкость (воду), находящуюся в камере. Давление воды передается на резиновую диафрагму, которая выгибается в сторону раствора и начинает сжимать его. В это время питательный клапан открывается, а всасывающий закрывается, и раствор подается в транспортирующий шланг. Для снижения пульсации давления в транспортирующем шланге растворонасос имеет воздушный компенсационный колпак. Для предохранения растворонасоса от чрезмерного давления служит предохранительный клапан. Так как поршневая группа не имеет контакта с раствором, она не подвержена абразивному износу.

Для подачи бетонной смеси или раствора краном используют специальные бадьи - металлический ящик специальной конструкции, емкостью от 0,5 м<sup>3</sup> до 3,3 м<sup>3</sup>.

*Виброхоботы* служат для транспортирования смеси к месту ее укладки ниже уровня стоянки транспорта с бетонной смесью.

*Виброхобот* - это трубопровод, составленный из шарнирно соединенных между собой секций. Внутри труб имеются перегородки-гасители, снижающие скорость потока бетонной смеси, а снаружи на трубопроводе укреплены вибраторы, предотвращающие образование «пробок».

*Пневмонагнетатели* - установки, транспортирующие бетонную смесь или раствор сжатым воздухом. Для этого имеется компрессор, подающий сжатый воздух в герметически закрывающийся резервуар-нагнетатель, из которого смесь сжатым воздухом подается в транспортирующий трубопровод.

### **Оборудование для разравнивания и уплотнения бетонной смеси**

*Бетоноукладочное оборудование* предназначено для разравнивания, профилирования, уплотнения и отделки бетонной смеси при строительстве промышленных объектов, покрытий дорог и др.

*Бетоноукладочная машина* представляет собой раму, установленную на колесный ход, передвигающийся по специально подготовленному основанию (рельсы, выровненная и уплотненная дорога и пр.) или гусеничный ход.

Рабочим органом такой машины является разравнивающий вибробрус или шнековый распределитель, а также выглаживающий брус и устройство для нарезки швов.

Более подробно конструкции бетоноукладчиков рассмотрены в разделе по бетонированию каналов.

Ширина захвата бетоноукладочных машин от 1 до 9 м и толщина укладываемого слоя бетона до 30 см за один или несколько проходов.

*Малогабаритные бульдозеры* применяют с навесным комплектом разравнивающего и уплотняющего оборудования при бетонировании крупных блоков, не имеющих большой протяженности. Они обеспечивают распределение бетонной смеси с одновременным ее уплотнением.

Для обеспечения бетонной смеси высокой прочности и плотности ее уплотняют за счет придания смеси повышенной подвижности и удаления части воздуха.

*Уплотнение бетонной смеси* после укладки ее в тело сооружения осуществляется различными методами:

- а) вибрированием,
- б) прессованием,
- в) центрифугированием,
- г) вакуумированием.

Наиболее распространенным и эффективным методом уплотнения бетонной смеси является вибрационный, при котором частицам бетонной смеси сообщаются частые колебания небольшой амплитуды (размаха).

Вибрирование осуществляется специальными устройствами - вибраторами, которые классифицируются следующим образом:

- а) по типу привода — электрические, пневматические, гидравлические и моторные;
- б) по способу передачи колебаний уплотняемой смеси - поверхностные, наружные (опалубочные) и глубинные (внутренние);

в) по расположению привода - со встроенным двигателем и с гибким валом.

*Наружный вибратор* с помощью тисков крепится к опалубке, которой затем передаются колебания вибратора, а через опалубку колебания передаются бетонной смеси.

*Поверхностные (площадочные) вибраторы* служат для уплотнения бетонной смеси слоем 20...30 см. Рабочим органом служит металлическая площадка, к которой крепится электродвигатель. На валу электродвигателя насажен вибрирующий элемент - дебалансы, при вращении которых возникают колебания непрерывного действия. Перемещение вибратора по поверхности уплотняемой бетонной смеси осуществляется вручную.

Разновидностью поверхностных вибраторов является виброрейка, представляющая собой жесткую раму с установленным на ней электровибратором. *Глубинные вибраторы* предназначены для уплотнения бетонной смеси в массивных монолитных армированных и неармированных конструкциях на глубину до 1 м. У внутренних (глубинных) вибраторов с гибким валом, вибрирующий элемент помещен внутри рабочего органа - наконечника. Он получает вращение от электродвигателя через гибкий вал.

Глубинные вибраторы со встроенным электродвигателем состоят из корпуса, внутри которого смонтирован электродвигатель, на валу которого закреплен дебаланс. К корпусу вибратора присоединена штанга и рукоятка с виброизоляционными резиновыми амортизаторами. Здесь же установлен выключатель электродвигателя.

Кроме ручных глубинных вибраторов применяют пакетные подвесные (к кранам) или навесные (на тракторах) электровибраторы, применяемые при выполнении больших объемов работ.

В последние годы в строительстве широкое использование находят сухие строительные смеси. Среди них - цементно-известковые, гипсовые сухие штукатурные смеси, монолитно возводимые стены зданий, отделочные работы, наливные полы, разные виды шпаклевок, сухие клеевые смеси.

Правильный выбор и применение сухих смесей ускоряют строительные работы и обеспечивают высокое их качество.



## 8 МАШИНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА

### Общие сведения о дренаже

Закрытые дрены - это трубы или полости, стенки которых имеют водопропускные поры, щели или отверстия, а продольная ось прямолинейна и располагается под определенным уклоном. Дрены предназначены для отвода грунтовых и поверхностных вод в открытый канал - водоприемник.

Совокупность соединенных между собой дрен различного сечения и открытого канала - водоприемника, оборудованного шлюзами, образует осушительную систему, предназначенную для регулирования уровня грунтовых вод. Грунтовая вода, попадая в дрены, отводится в канал, и этим поддерживается заданная норма осушения. Управление стоком воды из дрен осуществляется с помощью шлюзов, установленных на открытом канале.

В настоящее время наибольшее распространение получили керамические и пластмассовые трубы. Кроме этого, широко применяется устройство *подземных*, так называемых *котовых*, *полостей* без укладки каких-либо труб. Пластмассовые трубы изготавливаются из поливинилхлорида (ПВХ) или из полиэтилена высокой прочности (ПВП).

### Назначение и классификация дреноукладочных машин

Самоходный траншеекопатель или навесной (прицепной) тракторный агрегат, предназначенный для сооружения закрытых осушительных дрен, называется *дреноукладчиком*, рис. 8.1. Такая машина должна быть оборудована автоматом, обеспечивающим заданные прямолинейность и уклон дрены. Дреноукладчики классифицируются:

1) *по типу рабочего органа* в зависимости от способа реализации мощности двигателя - на *активные* (многоковшовые, роторные, фрезерно-винтовые, цепные), предназначенные главным образом для устройства траншей различного поперечного сечения; *пассивные*, или *ножевые*, предназначенные в основном для устройства дрен бестраншейным способом;

2) *по способу агрегатирования* - на самоходные, навесные и прицепные;

3) *по виду ходовой части* - на *гусеничные*, *колесные*, *колесно-гусеничные*.

Дренажные машины делят на следующие подгруппы:

- для устройства материального дренажа из труб -трубоукладочные машины, для различных пористых материалов - щебня, гравия, шлака;

- для устройства кротового дренажа в торфяных и минеральных грунтах в виде воздушных полостей со стенками из уплотненного или стабилизированного грунта;

-для устройства щелевого дренажа в пнистых торфяных грунтах в виде щелевых дрен треугольного и прямоугольного сечения, закрытых сверху.

Машины для устройства трубчатого дренажа по типу укладываемых труб можно разделить на машины:

-для последовательной укладки встык или в растроб труб из различных материалов;

-для формирования труб из ленты одновременно с укладкой;

-для изготовления трубы в кротовой дрене.

По характеру выполняемого технологического процесса делятся на траншейные, узкотраншейные и бестраншейные.



Рисунок 8.1 -Дреноукладчик

Наибольшее распространение получили самоходные активные дреноукладчики на гусеничном ходу, укладываемые керамические и пластмассовые трубы (траншейные экскаваторы-дреноукладчики ЭТН-171, ЭТЦ-202, ЭТЦ-163). Среди бестраншейных пассивных дреноукладчиков лучшие показатели дают навесные кротодренажные машины Д-657, а также дреноукладчики ДПБН-1,8, укладываемые пластмассовые трубы, формируемые из ленты.

## Требования предъявляемые к дренаукладчикам

К дренажным машинам предъявляют следующие общие требования:

- прокладка дренажа с заданным уклоном при любом рельефе поверхности с минимальным искривлением дренажной линии в плане и отсутствием обратных уклонов;
- строительство дренажа при высоком уровне грунтовых вод в обрушающихся, неустойчивых, липких и мерзлых грунтах, в грунтах с низкой несущей способностью, с большим содержанием древесных и каменистых включений;
- прокладка дрен на расчетную глубину (до 1,5...2,5 м в зонах осушения и до 2,5...4 м в зонах орошения), требуемого диаметра (50...300 мм и более) и из различных материалов (керамические, пластмассовые, асбестоцементные, керамзито-бетонные и др.);
- правильное сопряжение дренажных труб между собой и дренажной линии с закрытыми и открытыми коллекторами;
- сплошная защита или обсыпка труб фильтрующими материалами;
- постоянный контроль за качеством укладки дренажной линии;
- полная механизация всех производственных процессов;
- соблюдение специальных агротехнических и мелиоративных требований.

## Рабочие органы дренаукладочных машин

Рассмотрим основные типы рабочих органов дренаукладчиков.

Ножевые рабочие органы состоят из одного (рис. 8.2, *е, н, о*) или нескольких скалывающих или уплотняющих ножей. Одни из ножевых рабочих органов приспособлены для пропуска пластмассовых (рис. 1, *е*) трубок (бестраншейные дренаукладчики материального дренажа), за ножами других рабочих органов устанавливается специальный дрениер (кротодренажные машины). Первые отличаются увеличенной толщиной ножа и снабжаются специальными направляющими желобами для пропуска дренажных труб. Ножевые органы позволяют получить высокую производительность, но требуют большой силы тяги.

Роторные рабочие органы (рис. 8.2, *б, з*) представляют вращающийся ротор, на котором укреплены ковши, скребки или режущие периметры. Благодаря своей жесткости и прочной конструкции роторные рабочие органы способны работать в тяжелых условиях и с большей скоростью, чем цепные. Однако при одинаковых размерах разрабатываемых траншей габаритные размеры а масса роторных траншеекопателей больше, чем у цепных. Поэтому их используют для отрыва неглубоких траншей (до 1,6 м).

Цепные рабочие органы (рис. 8.2, *а, ж, к*) имеют одну-две бесконечные цепи с закрепленными на них ковшами, скребками или режущими периметрами. Вынутый грунт перемещается в сторону на многоковшовых

цепных рабочих органах ленточными транспортерами, на скребковых — шнеками или специальными отвалами. Цепные рабочие органы предназначены для работы в грунтах I—IV категорий без включения крупных камней и погребенной древесины. Отрывают траншею шириной от 0,1 м и выше.

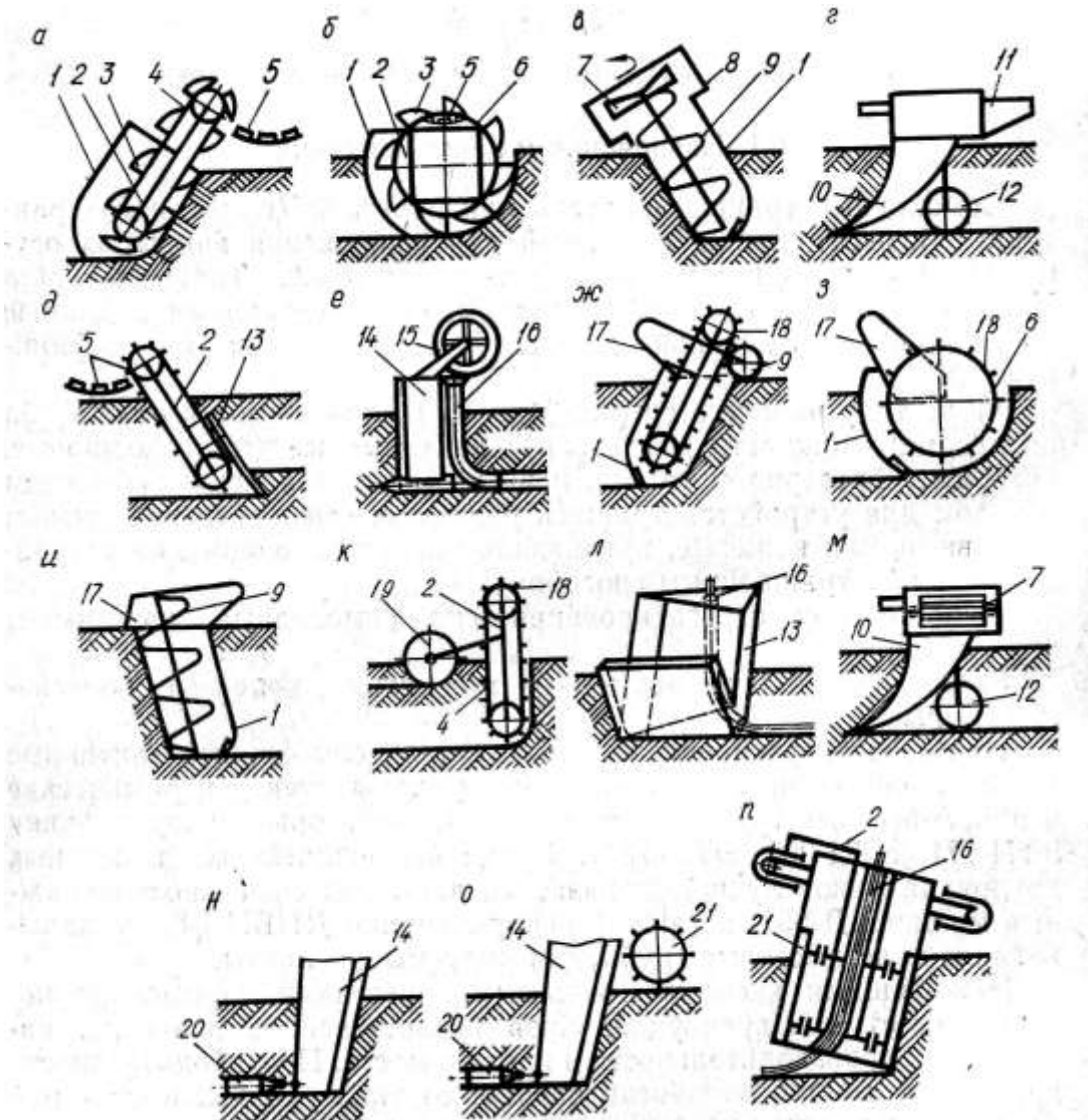


Рисунок 8.2- Схемы рабочих органов дренажных машин

а - цепного многоковшового; б - роторного многоковшового; в -комбинированного шнекороторного; г - плужного двухотвального; д - дренажного плуга; е - ножевого с приспособленным для укладки дренажных труб; ж - цепного скребкового; з - роторного скребкового; и - шнекового к -цепного щеледренажного; л - У-образного плужного рабочего органа Вильнера; м -комбинированною плужнороторного; н -ножевого с дреном; о-ножевого с дреном и фрезой для перерезания древесных включений; п - фрезерного; 1 - зачистной скребок; 2- рама; 3 - ковш; 4 - цепь; 5 -транспортер; 6 - роторное колесо; 7 - ротор-метатель; 8 -направляющий кожух; 9 - шнек; 10, 13 - лемехи; 11 - откосник-бермоочиститель; 12 - опорное колесо; 14 - уплотняющий нож; 15 - бухта (барaban); 16 - направляющий желоб; 17 - отвал; 18 - скребок; 19 - раскрывающее устройство; 20 - дреном; 21 - фреза

Шнековые рабочие органы (рис. 8.2,в, и) имеют обычно наклонный шнек, снабженный режущими периметрами. С помощью такого рабочего органа отрывают траншеи шириной 0,2—0,4 м. Вынутый грунт отодвигается в сторону горизонтальными шнеками или специальными отвалами или подается шнеком к лопастному метателю с регулируемым разбросом на расстояние до 3 м.

Фрезерные рабочие органы (рис. 8.2,и) при строительстве не получили широкого распространения. Наклонная цилиндрическая фреза обычно работает без выброса грунта наружу. Для пропуска дренажных труб фреза снабжена полым валом. Исследования по использованию фрезерных машин для прокладки дренажных траншей показали, что фрезерные рабочие органы с увеличенной скоростью рабочих движений исполнительных органов позволяют значительно повысить производительность дренажных траншекопателей. Наиболее эффективно фрезерные рабочие органы используются в чистых минеральных и торфяных грунтах

### **Противофильтрационные экраны**

Противофильтрационные экраны бывают в виде:

- слоя уплотненного грунта по периметру канала,
- слоя, укрепленного (стабилизированного) вяжущими или полимерными материалами грунта,
- облицовок из сборных элементов заводского изготовления (железобетонные плиты, асфальтовые маты и др.),
- облицовок из защищенных полимерных пленок, битумных экранов.

В настоящее время применение находят экраны из монолитного и сборного бетона и железобетона, реже из асфальтобетона и полимерных пленочных материалов. По технологическому процессу устройства противофильтрационные облицовки (экраны) можно разделить на облицовки из материалов, приготавливаемых перед укладкой и распределяемых на поверхности дна и откосов, с соответствующей обработкой и облицовки (экраны) из сборных элементов и материалов заводского изготовления.

### **Классификация машины для устройства противофильтрационных экранов**

Машина должна выполнять следующие операции: распределение и разравнивание бетонной смеси слоем определенной толщины, уплотнение вибрированием, выглаживание поверхности. В случае необходимости нарезают ложные швы специальным устройством на самой машине или прорезают швы в бетоне специальной машиной — нарезчиком швов, покрывают поверхность бетона пленкообразующими материалами.

Машины для устройства противофильтрационных экранов бывают:

- для уплотнения грунта на дне и откосах каналов,

- устройства монолитных бетонных и асфальтобетонных облицовок,
- устройства сборных облицовок,
- устройства защищенных пленочных экранов.

Бетоноукладчики *по способу бетонирования* бывают поперечной (позиционного действия) и продольной укладки (работающие в движении).

*По типу укладочно-разравнивающего оборудования* машины бывают бункерные и безбункерные.

Бункерные укладывают и разравнивают бетон специальными передвижными укладочными устройствами (бункерами), а безбункерные разравнивают скребковыми или шнековыми рабочими органами бетон, подаваемый на поверхность дна и откосов различными конвейерами или загрузочными бункерами.

*Различают откосные* неполнопрофильные бетоноукладчики — машины для бетонирования откосов или откосов с частью дна, *полнопрофильные* бетоноукладчики -машины, бетонирующие за один проход дно и откосы канала.

*Бетоноукладчики бывают самоходные*, прицепные и на канатной тяге (лебедками)

*По ходовому оборудованию* различают машины, передвигающиеся по рельсам, проложенным по дну и бермам; по поверхностям дна и откосов на опорных поверхностях скольжения (скользящие формы); на гусеничном и колесном ходу.

## **9 МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ**

### **Машины для культуртехнических работ. Назначение и классификация**

В Российской Федерации имеется еще много земель, для приведения которых в пахотно-пригодное состояние необходимо выполнить следующий комплекс культуртехнических работ: очистку от кустарника или мелкоколесья; удаление (корчевка) пней; сбор и удаление камней; засыпку ям, удаление кочек и предварительное выравнивание поверхности поля, а также проведение первичной обработки почвы.

Таким образом, культуртехническими называются работы по первичному освоению земель, а машины и орудия для их проведения делятся на следующие группы: кусторезы и древовалы; корчевальные машины и оборудование; камнеуборочные машины и орудия; машины для первичной обработки почвы.

Расчистку сельскохозяйственных угодий от мелкокустарниковой растительности выполняют различными способами, в зависимости от условий производства работ:

- срезание надземной части лесокустарниковой растительности;
- корчевание кустарника и мелкоколесья;
- фрезерование или сгребание растительной части;
- запашка мелкого и среднего кустарника специальными плугами.

Корчевание крупных камней и пней, в зависимости от их размеров, состояния и типа почвы, а также характера корневой системы производится специальными машинами и механизмами - корчевателями.

Для уборки с полей мелкого и среднего камня используются специальные камнеуборочные машины и камнеподборщики. При этом убираются камни диаметром от 12 см до 1 м, лежащие как на поверхности земли, так и погруженные в нее до 10 см. Крупные валуны измельчаются на месте с помощью взрыва до размеров 20...35 см, а затем дробильным агрегатом - до размеров 20...35 см.

После удаления лесокустарниковой растительности с помощью специальных кустарниковых граблей, камней и пней, а также засыпки ям, образовавшихся после корчевки, производят первичную вспашку участка с помощью специальных плугов с последующей разделкой пласта тяжелыми дисковыми боронами.

#### **Кусторезы и древовалы**

По диаметру стволов различают:

- кустарник (диаметр ствола до 10 см);
- мелкоколесье (ствол диаметром 10... 15 см);
- лес (диаметр ствола свыше 15 см).



Кустарник делится на: крупный (диаметр ствола 8... 10 см и высота ствола до 8 м); средний (ствол диаметром 4...7 см и высотой до 4...6 м); мелкий (диаметр ствола 2...3 см и высота до 2 м).

Машины, применяемые для срезки кустарника и мелколесья, называются *кусторезами*. Выпускаются они как с пассивным рабочим органом (односторонний либо двусторонний отвал), так и с активным рабочим органом (сегментные ножи или цепные и фрезерные пилы).

На мелиоративных работах наибольшее распространение получили навесные кусторезы с пассивным рабочим органом на гусеничных тракторах.

Рабочий орган кустореза - двухсторонний отвал с подрезающими горизонтальными ножами. В передней части отвала закреплен клин-колун, служащий для расщепления древесины и, тем самым, предохраняя ножи от поломок. Отвал закреплен на раме. Ограждения предохраняют переднюю часть трактора и кабину с трактористом от падающих деревьев, рис. 9.1.



Рисунок 9.1 - Кусторез

Управление рабочим органом осуществляется из кабины трактора с помощью гидравлики. Отвал может опираться на специальные лыжи или колеса для предотвращения зарезания ножей в грунт.

При движении кустореза ножи срезают надземную часть растительности, а отвал раздвигает ее и укладывает в валки по обе стороны трактора.



У кусторезов с односторонним отвалом бульдозерного типа нож уставлен под углом к направлению движения трактора, поэтому срезанная древесная масса укладывается в валок по одну сторону от трактора.

*Недостатки кусторезов с пассивным рабочим органом:* сдвигается часть плодородного слоя грунта; не весь кустарник перерезается.

*Кусторезы с активным рабочим органом* срезают древесно-кустарниковую растительность за счет перепиливающей способности рабочих органов, приводимых в движение от силовой установки (гидродвигатель, электродвигатель или механическая передача от вала отбора мощности трактора).

Сегментные ножи, совершая возвратно-поступательное движение, срезают мелкий кустарник на высоте 8... 10 см от поверхности земли.

Для перепиливания более крупных деревьев используют фрезерные (роторные) или цепные пилы.

Для валки деревьев применяют специальные древовалы, представляющие собой либо сменное оборудование к одноковшовому экскаватору, либо навешиваемые на гидронавеску трактора.

Машина состоит из шасси и силового оборудования одноковшового экскаватора, стрела которого заменена на специальную стрелу с укрепленной на ней стойкой с захватами и рабочим органом-фрезой.

*Фреза* представляет собой диск диаметром до 1,5 м, по периметру которого закреплены режущие зубья. Дерево захватывается захватами, управляемыми и с помощью гидроцилиндров, а комлевая часть перепиливается рабочим органом (фрезой). Срезанное дерево укладывается в отвал (пакет) путем поворота рамы вместе со стойкой и спиленным деревом, как в горизонтальной, и в вертикальной плоскости.

Для сбора в валы (кучи, штабеля) и погрузки в транспорт срезанной растительности применяют специальные устройства с челюстным захватом поворотным отвалом.

Грабли выполняют как с передней, так и задней навеской на трактор.

Собранная граблями в валки древесная растительность грузится погрузчиком либо грейферным ковшом экскаватора в транспортные средства и вывозится за пределы очищаемого участка для складирования (переработки) или сжигания.

### **Валочно-трелевочные машины**

Валочно-пакетирующая машина ЛП-19. Базовая машина ЛП -19 (рис. 9.2) была создана на базе узлов гидравлического экскаватор ЭО-4121 с гидрообъемной трансмиссией и трактора ТТ-4 и серийно выпускалась с 1976 г. Она состоит из следующих основных узлов: ходовой системы, двигателя, поворотной платформы с кабиной, манипулятора с захватно-срезающим устройством и гидросистемы.

Привод технологического оборудования и ходовой системы гидравлический. Максимальный вылет манипулятора составляет 8 м,

минимальный — 3,6 м. Грузоподъемность манипулятора на максимальном вылете 3,0 т. Машина может срезать деревья диаметром до 0,9 м без подпила.

Машина ЛП-19 формирует пачку непосредственно на земле за счет срезания и укладки с одной стоянки всех деревьев, расположенных в зоне действия манипулятора.

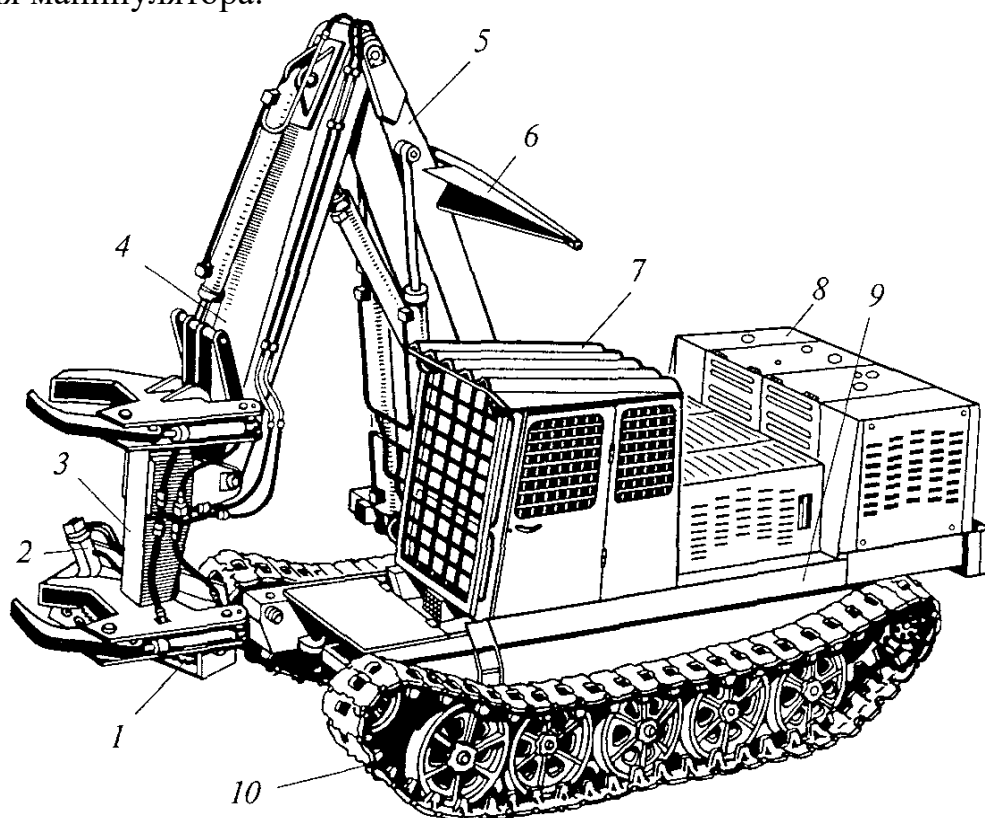


Рисунок 9.2 - Валочно-пакетирующая машина ЛП-19:

1- пила; 2 - гидромотор привода пилы; 3 - захватно-срезающее устройство; 4 - рукоять; 5-стрела; 6- отражатель падающих деревьев; 7-кабина; 8-моторный отсек; 9--поворотная часть машины; 10 — ходовая часть

Работа по совершенствованию ЛП-19 привела к созданию модернизированного варианта машины — ЛП-19В. Конструкция этой машины легла в основу валочно-пакетирующей машины МЛ-119А. Машина может быть использована в интервале температур от  $-40$  до  $+40$  °С на равнинной местности с уклонами до  $8^\circ$ , грунтами первой и второй категории и при глубине снежного покрова до 1,0 м, рис.9.3.

Машина состоит из трех основных частей: ходовой системы, поворотной платформы с механизмами и агрегатами гидросистемы и рабочего оборудования. К сварной ходовой раме и поворотной платформе болтами крепится поворотная роликовая опора. На платформе размещены: силовая установка, механизм поворота, трубопроводы и другие элементы гидрооборудования, электрооборудование и приборы. В левой передней части платформы находится кабина машиниста с элементами управления машиной. Спереди платформы в проушинах устанавливается стрела с рукоятью, на которой смонтировано захватно-срезающее устройство.

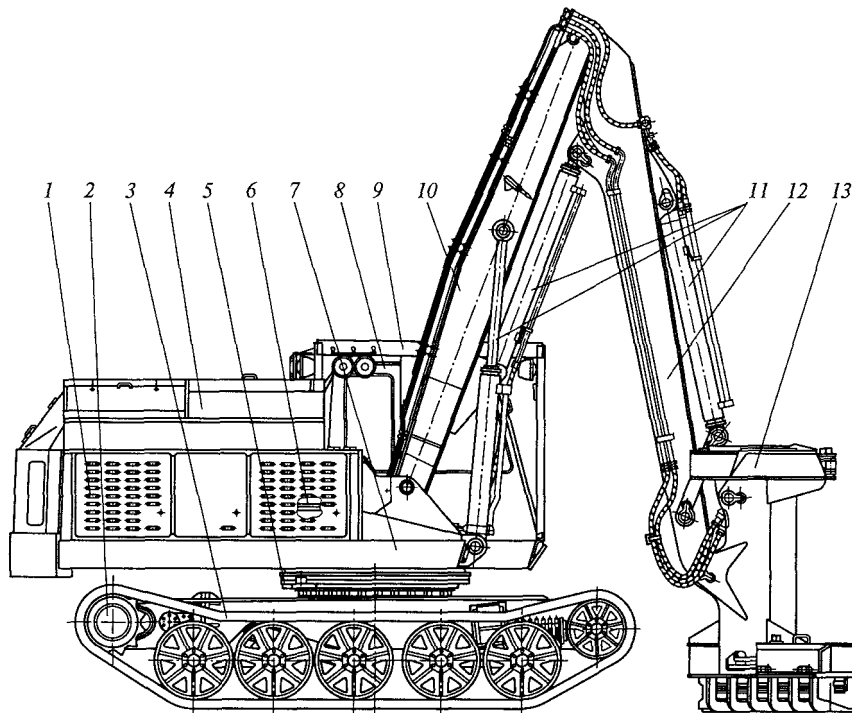


Рисунок 9. 3 - Валочно-пакетирующая машина МЛ-119А:

1 -установка силовая; 2 -механизм передвижения; 3 -гусеничная ходовая система; 4 -капот; 5 -опора поворотная роликовая; 6- механизм поворота; 7- платформа поворотная; 8 -кабина; 9 - ограждение кабины; 10 - стрела; 11 - гидрооборудование; 12 -рукоять; 13 - захватно-срезающее устройство

Силовая установка 1, состоящая из дизельного двигателя ЯМЗ-238ГМ2 (мощность 125 кВт) и приводимого им во вращение сдвоенного аксиально-поршневого насоса, установлена по резиновым амортизаторам в задней части поворотной платформы.

На поворотной платформе кроме того, установлены: кабина машиниста 8, защищенная ограждением кабины 9; гидрооборудование 11; электрооборудование; капоты 4, а также гидроманипулятор, состоящий из стрелы 10 и рукояти 12 с захватно-срезающим устройством 13.

### Валочно-трелевочные машины

По конструктивному принципу они подразделяются на рычажные и манипуляторные. К рычажным, или узкозахватным, машинам относятся ВМ-4А, ВМ-4Б, а к манипуляторным, или широкозахватным, — ЛП-17, ЛП-49 и ЛП-58.

Валочно-трелевочными машинами разрабатывают лесосеки без предварительного проведения подготовительных работ. Ими можно устраивать погрузочные площадки, прорубать волокни. Машины могут применяться в лесонасаждениях с равнинным или слабохолмистым рельефом

местности, а также при прорубке трасс дорог, газо- и нефтепроводов, линий электропередач.

Наличие и использование манипулятора повышает технологические возможности валочно-трелевочных машин. Машины ЛП-17, ЛП-49 и ЛП-58 могут срезать и укладывать в пакет ветровальные деревья, укреплять трелевочные волокна на слабых грунтах, производить обрезку вершин, крупных сучьев, а при необходимости — раскряжевку хлыстов на сортименты. При буксовании пачку деревьев можно манипулятором разгрузить с коника, а после укрепления волокна или подхода к пачке по новому следу снова погрузить ее на коник для трелевки.

Манипулятором машин ЛП-17, ЛП-49 и ЛП-58 при необходимости можно корректировать направленность валки деревьев.

Валочно-трелевочная машина ЛП-17 создана на базе трактора ТБ-1. Манипулятор (вылет до 5 м) состоит из колонны с механизмом поворота, стрелы и рукояти, на конце которой установлена подвеска, с шарнирно прикрепленным захватно-срезающим валочным устройством (ЗСВУ) (рис. 9.4).

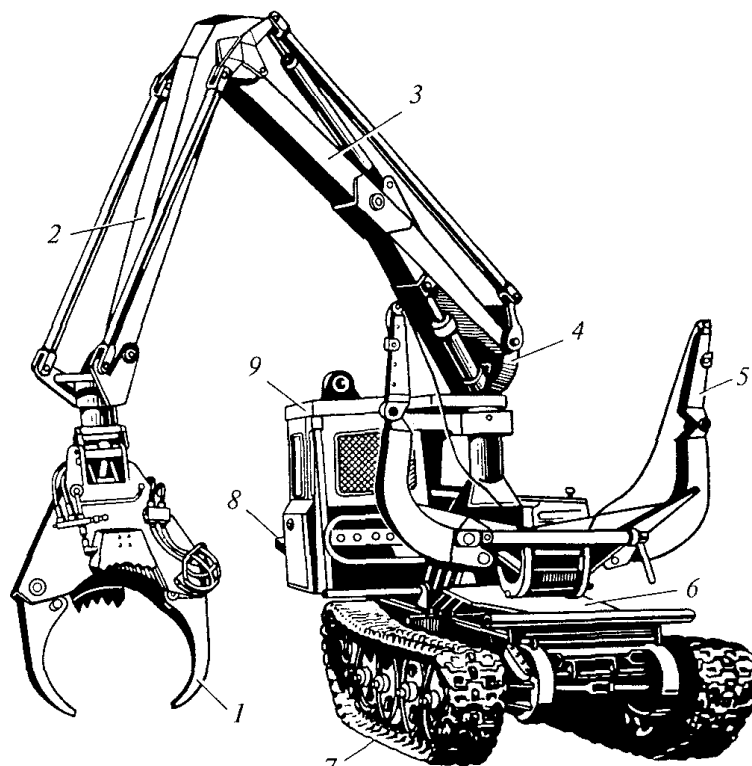


Рисунок 9.4- Валочно- трелевочная машина ЛП-17:

- 1 — захватно-срезающее валочное устройство; 2 — рукоять; 3 — стрела; 4 — колонна; 5 — коник; 6 — базовый трактор; 7 — ходовая система; 8 — толкатель; 9 — кабина

Подвеска шарнирно соединена с увеличенным по высоте кронштейном колонны при помощи четырех металлических стержней, попарно соединенных между собой двумя коромыслами, которые в средней части шарнирно закреплены на пальце, соединяющем стрелу с рукоятью. Эта система стержней с коромыслами называется пантографом и обеспечивает

вертикальное положение вала подвески при разных вылетах манипулятора и горизонтальном положении машины.

Захватно-срезающее валочное устройство машины ЛП-17 (рис. 9.5) шарнирно закреплено на валу подвески и предназначено для захвата, срезания, валки, удержания комля дерева при его укладке на коник. ЗСВУ состоит: из корпуса, на котором установлены два захвата с приводом от гидроцилиндров; пильного механизма с приводом цепи от гидромотора и подачей пилы на дерево с помощью цилиндра; гидродомкрата в виде рычага с заостренным зубчатым концом, поворачивающимся вокруг горизонтальной оси с помощью цилиндра, размещенного внутри корпуса; опорной призмы.

Гидроцилиндр привода гидродомкрата, кроме участия в валке, обеспечивает установку ЗСВУ из отвесного положения в горизонтальное, необходимое для его наводки на дерево.

Такая установка выполняется с помощью специального механизма (рис. 9.6, в), состоящего из кулачка с перекатывающимся по нему роликом, который закреплен на голове штока гидроцилиндра домкрата. При работе поршневой полости цилиндра ролик перекатывается по кулачку из нижнего положения в верхнее. В результате происходит установка ЗСВУ в горизонтальное положение.

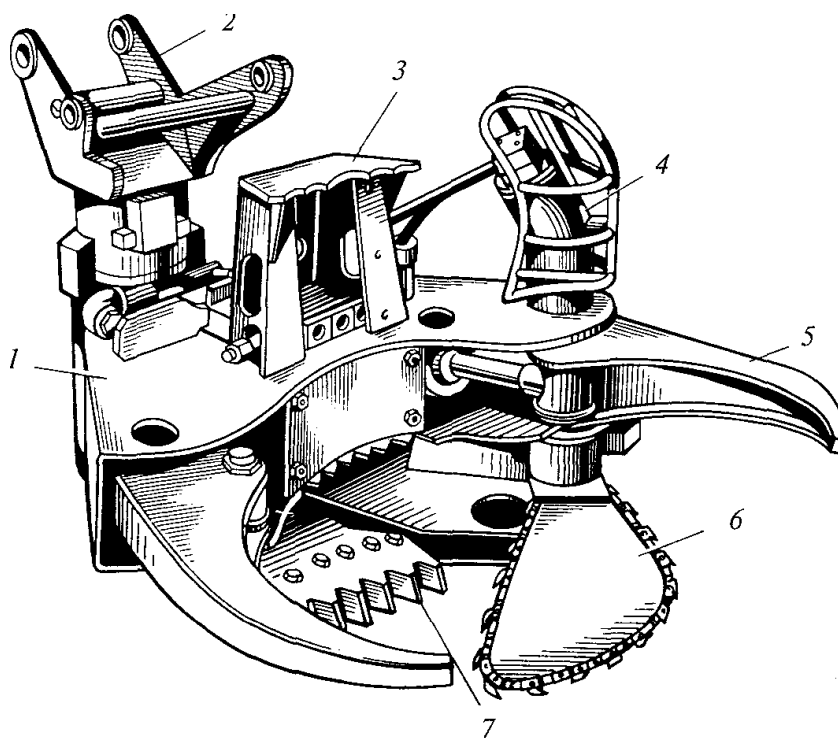


Рисунок 9.5- Захватно-срезающее валочное устройство машины ЛП-17:  
1 — корпус; 2 — подвеска; 3 — опорная призма; 4 — гидромотор привода пилы; 5 — захват; 6 — пила; 7 — гидродомкрат

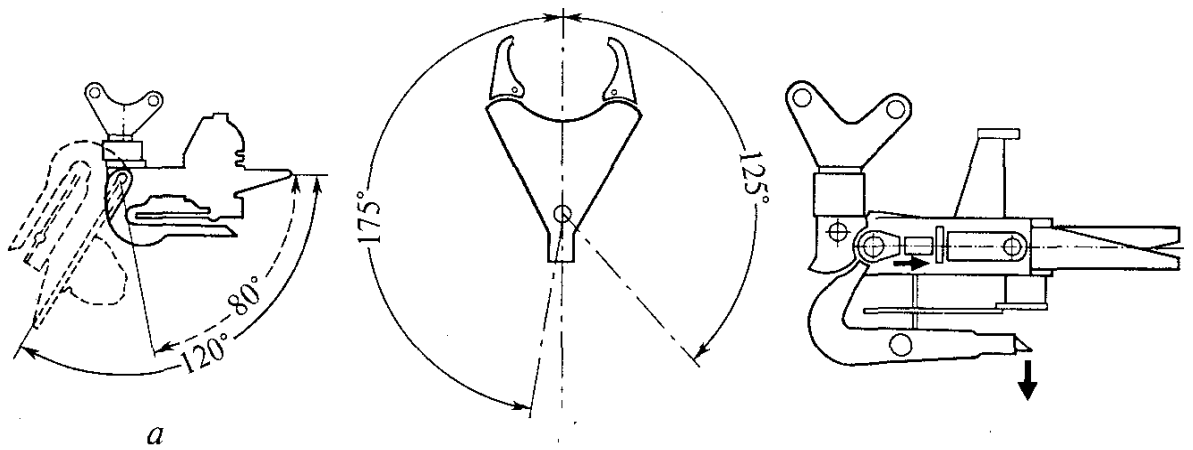


Рисунок 9.6 - Схема работы ЗСВУ машины ЛП-17:

*a* — угол поворота ЗСВУ вокруг вертикальной оси; *б* — угол поворота ЗСВУ вокруг горизонтальной оси; *в* — схема работы гидродомкрата

При отходе ролика от кулачка ЗСВУ под действием собственной массы (а при валке и массы удерживаемого в захватах дерева) свободно вращается относительно горизонтальной оси вала подвески.

**Валочно-трелевочная машина ЛП-49.** Эта машина была создана на базе трактора ТТ-4. Манипулятор (вылет до 5 м) состоит из колонны 5, стрелы 6, рукояти 7, на конце которой установлена подвеска для шарнирного подсоединения ЗСВУ (рис. 9.7). Колонна снабжена шестеренно-реечным механизмом, который при помощи гидроцилиндров обеспечивает поворот подвижных частей манипулятора относительно вертикальной оси. Поворот стрелы, рукояти и подвески в вертикальной плоскости осуществляется при помощи гидроцилиндров, а поворот ЗСВУ — шестеренно-реечным механизмом с приводом от гидроцилиндров. Подвеска поворачивается относительно рукояти на  $134^\circ$ , а шарнирно прикрепленное к валу подвески ЗСВУ поворачивается на  $255^\circ$  вокруг вертикальной оси и на  $120^\circ$  вокруг горизонтальной оси. Коник машины ЛП-49 по конструкции аналогичен конику трактора ТБ-1.

Привод рабочих органов технологического оборудования осуществляется от дизельного двигателя с помощью двух аксиально-поршневых насосов, установленных на редукторе, управление которым выведено в кабину. Технологическое оборудование управляется при помощи рычагов гидрораспределителей. Сиденье машиниста выполнено поворотным. На машине использована кабина трактора ТТ-4, левая часть которой для увеличения рабочего места машиниста расширена влево и назад.

Валочно-трелевочная машина ЛП-49 предназначена для работы в лесонасаждениях со средним объемом хлыста до  $0,7 \text{ м}^3$ .

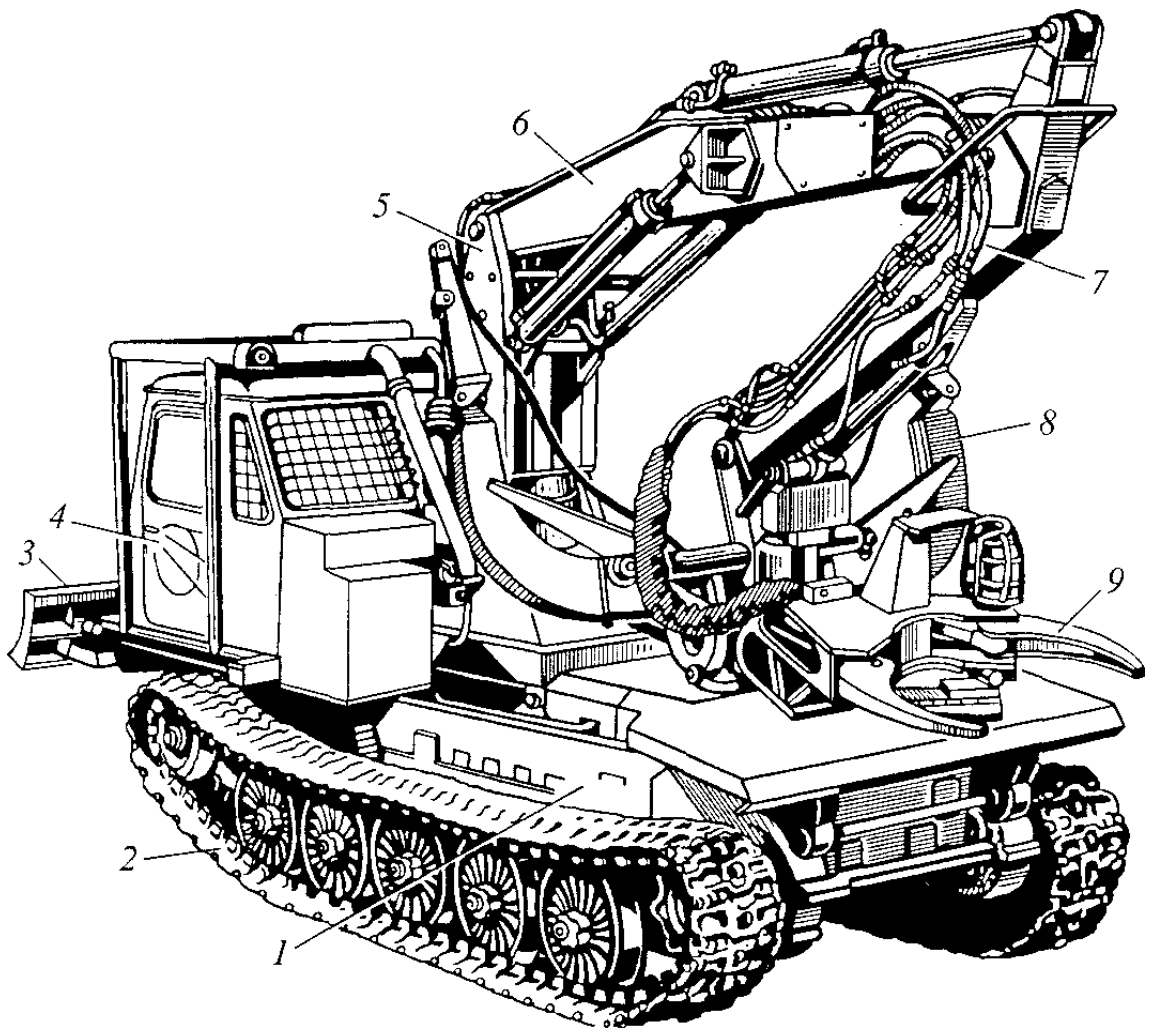


Рисунок 9.7 - Валочно-трелевочная машина ЛП-49:

1 — базовый трактор; 2 — ходовая система; 3 — толкатель; 4 — кабина; 5 — колонна; 6 — стрела; 7 — рукоять; 8 — коник; 9 — захватно-срезающее валочное устройство

Захватно-срезающее валочное устройство машины ЛП-49 имеет конструкцию, подобную конструкции ЗСВУ машины ЛП-17, но без гидродомкрата. Вместо него увеличена площадь ограждения пилы снизу. Кроме того, верхняя часть опорной призмы снабжена вогнутым ножом, острые кромки которого смещены вперед относительно корпуса.

Валочно-трелевочная машина ЛП-58 создана на базе трактора ТТ-4М и оснащена поворачивающимся на 360° манипулятором с увеличенным до 8 м вылетом. В этой машине реализовано конструктивное развитие машины ЛП-49.

**Валочно-трелевочная машина ВМ-4А.** Машина создана на базе трактора ТТ-4, а машина ВМ-4Б -на базе трактора ТТ-4М. Толкатель имеет аналогичную с машиной ЛП-49 конструкцию и назначение (рис. 9.8). Снегоочиститель служит для очистки снега около срезанного дерева.

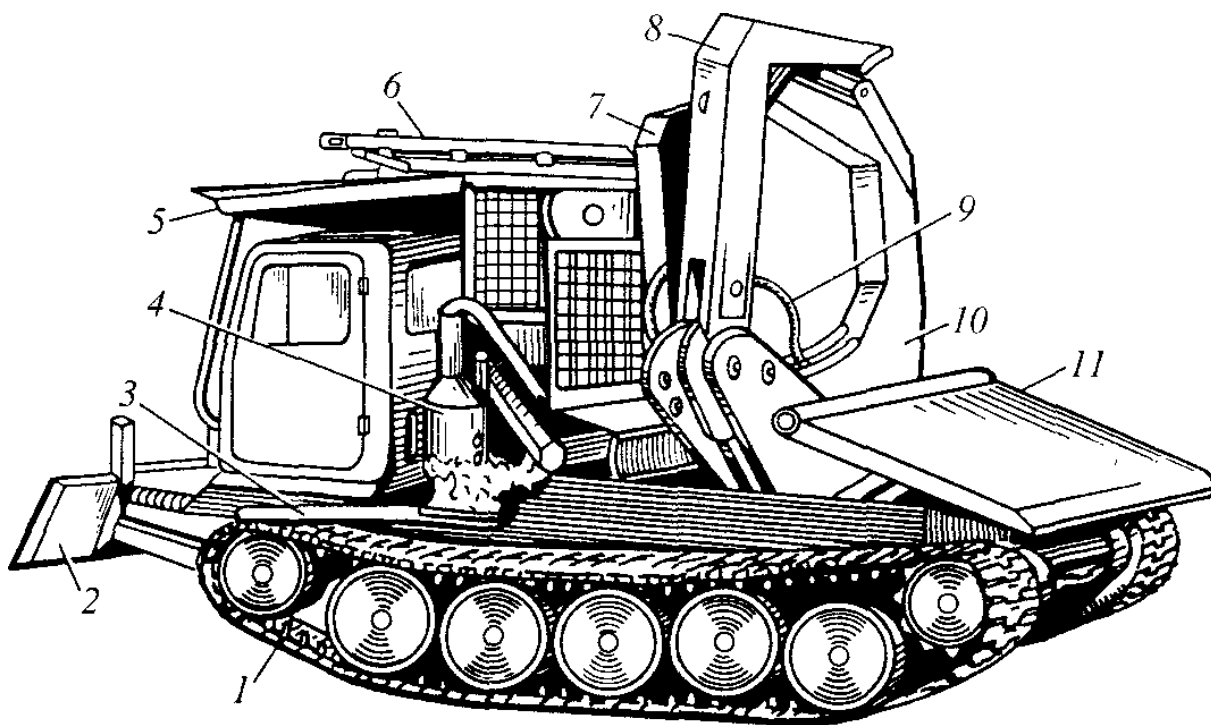


Рисунок 9. 7- Валочно-трелевочная машина ВМ-4А:

1 — базовый трактор; 2 — толкатель; 3 — пила; 4 — подвеска пилы; 5 — ограждение кабины; 6 — валочное устройство; 7 — обвязочный рычаг; 8 — погрузочный рычаг; 9 — обвязочный канат; 10 — коник; 11 — щит

Срезающее устройство состоит из цепной пилы, установленной на подвеске, обеспечивающей подвод пилы к дереву. Пильная цепь вращается от шестеренного гидромотора, а подача пилы на дерево осуществляется от цилиндра. Валочное устройство выполнено в виде телескопической балки с приводом от двух гидроцилиндров: один осуществляет с помощью рычагов выдвижение балки, а другой — ее поворот.

Коник неподвижно закреплен на раме машины и предназначен для формирования пачки деревьев и удержания ее при трелевке. Коник содержит основание, на котором установлены погрузочный и обвязочный рычаги с приводом от отдельных цилиндров. Погрузочный рычаг обеспечивает укладку на коник комлей поваленных деревьев, а обвязочный рычаг — охват их канатной петлей. Для этого на конце обвязочного рычага расположен ролик, в котором закреплен конец каната; другой конец после огибания роликов гидрополиспаста закреплен на основании коника. Гидрополиспаст расположен на основании коника и предназначен для затягивания петли вокруг комлей деревьев, уложенных на конике. Срабатывает гидрополиспаст автоматически после закрытия обвязочного рычага.

Привод цепи проводится от шестеренного гидромотора, а надвигание пилы на дерево — от цилиндра. Все это образует механизм срезания, гидромотор которого защищен кожухом, снабженным отверстиями под пальцы и торсионом. Два верхних пальца служат для шарнирного подсоединения двух связей, которые таким же образом закреплены на



кронштейне выдвигной балки. К верхней связи шарнирно подсоединена головка штока цилиндра, проушина которого также шарнирно закреплена на кожухе при помощи торсиона. Две связи, кожух и кронштейн выдвигной балки образуют параллелограммную конструкцию, подвижные звенья которой перемещаются в пространстве при помощи цилиндра.

При этом пильная шина с цепью всегда занимает горизонтальное положение относительно машины

### **Назначение, основные требования и классификация машин и оборудования для ремонтно-эксплуатационных работ на открытой оросительной сети**

Открытая оросительная сеть с каналами в земляном русле отличается простотой технологии строительства и меньшей стоимостью работ. Однако, такие каналы обладают рядом существенных недостатков: значительные потери воды на фильтрацию, зарастание травой и заиление, размыв и оползни откосов дамб и пр.

В процессе эксплуатации русла открытых каналов теряют свою первоначальную форму, что приводит к уменьшению площади их поперечного сечения и снижению пропускной способности.

Все машины и оборудование, применяемые для содержания и ремонта Руалов, классифицируются в зависимости от выполняемых ими технологических операций.

*Профилировщики дамб* каналов за один или несколько проходов выравнивают поверхность дамб каналов.

*Каналоокашивающие машины* применяют для срезания сорной растительности на гребне, откосах дамб и дне каналов. Режущие аппараты этих косилок подразделяются на сегментные и роторные.

В настоящее время начинают получать распространение *режущие аппараты спирального типа* (шнековые). Режущий аппарат косилок может располагаться как сбоку трактора (боковая навеска), так и впереди (фронтальная).

*Каналоочистительные машины* применяют для разработки и удаления наносов из каналов.

Очистку каналов от наносов осуществляют двумя способами: а) механическим, б) гидравлическим. Для этого применяют как общестроительные машины, так и специализированные. Из общестроительных машин наиболее часто применяют одноковшовые экскаваторы с рабочим оборудованием драглайн, обратная лопата или специальные ковши.

*К специализированным каналоочистительным машинам* относят:

а.) роторные (фрезерные), б) многоковшовые, в) скребковые.

При работе этих каналоочистителей наносы разрыхляются и смешиваются с водой, образуя пульпу, которая выбрасывается из канала на приканальную полосу вдоль очищаемого канала.

Специализированные каналоочистители (КН-0,6; ВК-1,2; ЭМ-202; МР-15; МР-14; КОН-1,2; МР-16 и др.) могут работать по седлающей, боковой и донной схеме. При седлающей схеме гусеницы (колеса) тягача перемещаются одновременно по обеим дамбам канала, а рабочий орган машины находится между гусеницами (колесами) тягача. На больших каналах применяется боковая схема, при которой тягач (трактор) перемещается по одной дамбе канала, а рабочий орган располагается сбоку тягача. Если дно канала имеет размеры больше ширины ходовой части трактора, то каналоочиститель работает по донной схеме, т.е. движется по дну канала; при наличии в канале достаточной глубины и при соответствующих его параметрах применяют специальные плавучие земснаряды или береговые землесосные установки, рис. 9.8.

Облицованные каналы могут очищаться от наносов ранее рассмотренными каналоочистителями при соответствующем их оборудовании, которое обеспечивает создание предохранительного слоя наносов на дне и откосах каналов толщиной до 5 см.

Очистку облицованных каналов и лотков можно также осуществлять с помощью струи сжатого воздуха.

Ремонт гидротехнических сооружений на каналах осуществляется применением специальных ремонтных агрегатов (АРС-2, РР-11).

### **Машины для ухода за дамбами**

Под действием воды, атмосферных осадков на поверхности дамб появляются микронеровности, высота которых может достигать 5... 10 см, а иногда даже превышать 20 см.

Различают машины для планировки одних откосов (откосопланировщики) или откосов с частью дна (неполнопрофильные планировщики) и для планировки полного периметра сечения канала.

*У планировщиков скребкового типа* рабочим органом служит цепь со скребками. В рабочем положении скребок совершает сложное движение, перемещается вдоль откоса канала вместе с вращающейся цепью и передвигается вдоль канала тягачом (трактором). Срезая микронеровности, скребки перемещают грунт снизу вверх по откосу и выбрасывают его на берму канала.

*Профилировщики с рабочим органом фрезерного типа* могут применяться как для выравнивания поверхности откосов дамб канала, так и для очистки дна канала или всего профиля.



Рисунок 9.8 –Землесосные снаряды

К преимуществам фрезерных профилировщиков относится: чистота среза, разбрасывание грунта гонким слоем без образования валиков, низкая металлоемкость и незначительные тяговые сопротивления. Но из-за быстрого

изнашивания режущих кромок ножей фрезы нельзя применять в каменистых и сухих минеральных грунтах.

У планировщиков шнекового типа рабочим органом служит шпек, вращающийся в плоскости, параллельной плоскости откоса. При разработке грунта шпек действует как винт, а грунт играет роль гайки, движущейся вдоль вращающегося винта.

Профилировщик дамб каналов ПДК-8 предназначен для выравнивания (профилирования) неровностей поверхности дамб каналов глубиной до 2 м. Профилировщик ПДК-8 можно использовать также для уничтожения сорной Растительности на дамбах каналов.

Выравнивание поверхности происходит за счет перераспределения объема грунта из повышенных мест в пониженные, причем значения неровностей уменьшаются с увеличением числа проходов профилировщика по одному и тому же следу. Грунт, срезаемый с повышенных мест ножами каждой секции, идет либо на засыпку впадин, либо тонким слоем распределяется по всей длине откоса. При пуске воды по каналу часть взрыхленного грунта идет на мульчирование и кольматацию дна канала, что способствует уменьшению фильтрации воды.

Агрегируется профилировщик с гусеничным трактором класса 30 кН (3 тс) и обслуживается одним трактористом.

Применение профилировщика ПДК-8 в 1,5 раза повышает производительность труда по сравнению с грейдером Д-241, улучшает условия для безаварийной и высокоэффективной работы каналоокашивающих косилок.

### **Машины для стабилизации откосов каналов и дамб**

После капитальной очистки и планировки откосов каналов (также и вновь построенных) проводят их крепление - чаще всего с помощью засева травами, сплошной одерновкой или применением, так называемых торфодерновых ковров, нарезаемых специальными машинами, при ширине полосы до 60 см, толщиной 5 см.

Стабилизировщик откосов МК-14-1 предназначен для внесения семян, удобрений и др. материалов (рабочая смесь) с помощью водяной струи па откосы каналов с заложением от 1:1 и более с целью их укрепления.

Он представляет собой прицепную к трактору ДТ-75 бочку-цистерну. На раме установлены насос, гидрометатель, поливочная штанга, рабочее место оператора. Привод насоса осуществляется карданной передачей от вала отбора мощности трактора. Рабочую смесь набрызгивают поливочной штангой, а в труднодоступные места - гидрометателем. Управление штангой осуществляется гидроцилиндром, а гидрометателем управляет вручную оператор, находящийся на площадке.

Для связи операторов с трактористом на машине предусмотрена двухсторонняя звуковая связь.

Рабочая смесь состоит из семян трав, минеральных удобрений и мульчирующего материала, смешанных с водой в катке-цистерне. В состав травосмеси входят семена пырея ползучего, тимофеевки, костреца безостого, клевера, люцерны и других трав. В качестве мульчирующего материала используются древесные опилки или измельченная солома, торфокрошка.

### **Машины циклического действия для очистки каналов от наносов**

Ежегодные объемы работ по очистке каналов от наносов исчисляются десятками миллионов кубических метров. В среднем удельный объем грунта при очистке каналов от наносов составляет 14,2 м<sup>3</sup> /га.

Машины и орудия, применяемые для удаления наносов и ила из каналов, называются *каналоочистителями*.

В настоящее время применяются каналоочистители, отличающиеся друг от друга принципом работы (непрерывного действия и циклического действия), конструкцией рабочего органа (активного действия и пассивного действия), агрегатированием с тягачом (прицепные к трактору, навешиваемые на трактор или шасси, самоходные).

При очистке каналов от наносов находят широкое применение одноковшовые экскаваторы с ковшом вместимостью от 0,15 до 0,5 м<sup>3</sup> и более крупные магистральные и межхозяйственные каналы, а также коллекторы целесообразно очищать одноковшовыми экскаваторами с рабочим оборудованием драглайн или обратная лопата.

Очистка канала ведется при перемещении экскаватора по дамбе канала, при этом разработка наносов возможна как за один проход (при ширине канала по верху 3.. 4 м), так и за два-три прохода по обеим дамбам канала (при ширине канала по верху более 5 м). При толщине очищаемого слоя наносов менее 0,3 м производительность одноковшовых экскаваторов резко снижается, и применение их становится неэффективным.

Для очистки и углубления мелиоративных каналов все более широкое применение начинают находить сменные рабочие органы типа бокового драглайна к полноповоротным одноковшовым экскаваторам. Боковая стрела обеспечивает перемещение ковша вдоль оси канала, благодаря чему откосы канала остаются нетронутыми. С целью повышения производительности за счет снижения удельных сопротивлений копанию в канале поддерживают слой воды глубиной до 0,3 м.

*Специальные ковши* применяют с целью эффективного использования одноковшовых экскаваторов для очистки каналов из-под воды.

Ковши с отверстиями и решетчатые ковши повышают производительность одноковшовых экскаваторов в 2...3 раза по сравнению со стандартными ковшами при очистке каналов из-под воды. Профильные ковши сохраняют профиль канала при его очистке, при этом ковш перемещается вдоль оси канала.

При очистке дна и откосов каналов для увеличения производительности и получения гладкой поверхности откосов применяют уширенный до 1,3...1,8 м ковш драглайна вместимостью 0,6... 1,25 м<sup>3</sup>. Ковш имеет прямолинейную режущую кромку, оборудован двумя лыжами, которые скользят по откосу и препятствуют чрезмерному заглублению ковша.

### Специальные каналочистители

*Каналоочиститель МР-7А* предназначен для очистки от наносов и ила каналов глубиной до 2 м в торфяных и минеральных грунтах I и II групп с заложением откосов 1 : 1,5, при наличии в них воды слоем до 15 см.

Каналоочиститель МР-7А смонтирован на тракторе ДТ-75Б-02 и снабжен двумя рабочими органами: ротором, предназначенным для резания и выброса грунта из канала; и бульдозерным отвалом для планировки берм или разравнивания кавальеров вдоль каналов. Технологический процесс очистки канала от наносов каналочистителем состоит в следующем. При движении трактора вращающийся ротор своими лопастями отрезает грунт от массива и выбрасывает его на берму, противоположную той, по которой перемещается машина. Направление и дальность выброса регулируются положением направляющего кожуха при помощи гидроцилиндра.

*Каналоочиститель МР-16* представляет собой самоходную машину с навесным рабочим оборудованием. В состав оборудования входят тягач (трактор-130 БГ-1), рама, стрела, бульдозерный отвал, противовес, гидрооборудование. Он очищает дно каналов глубиной до 3 м от наносов и растительности как сухих, так и заполненных водой слоем до 0,3 м.

*Каналоочиститель РКН-1* является сменным навесным оборудованием на трактор ДТ-75 с рабочим органом роторного типа. Он предназначен для очистки от наносов облицованных каналов глубиной до 1 м (под ДМ «Кубань»). Основными узлами каналочистителя РКН-1 являются: рама, несущая рукоять, ротор-метатель. Навешивается каналочиститель на трехточечную навеску трактора.

Многоковшовые каналочистители различают по плоскости движения ковшей относительно оси канала - перпендикулярно, параллельно или под углом к ней. Рабочие органы могут быть цепные и роторные, скребкового или ковшового типа.

*Экскаватор мелиоративный ЭМ-202* предназначен для очистки каналов мелкой и средней осушительной и оросительной сети, не имеющих на одной из берм древесных насаждений, валунов, кустарника, пней, ям и т.н. Работает он в грунтах I-й группы.

Экскаватор представляет собой самоходную землеройную машину.

Главная особенность многоковшового каналочистителя - раздвижной гусеничный ход. Вспомогательная гусеница имеет привод от двигателя экскаватора через телескопический вал, ее можно поворачивать по отношению к плоскости движения главной гусеницы на угол от 0 до 90°.

Расстояние между гусеницами изменяют, включая движение вспомогательной гусеницы после поворота ее на 90° по отношению к неподвижной главной гусенице, либо поворачивания вспомогательную гусеницу на небольшой угол по отношению к главной и включая поступательное движение экскаватора.

Экскаватор очищает каналы глубиной до 2 м с заложением откосов от 1 - 0 5 до 1:1,5. Малое давление на грунт (до 0,25 кг/см<sup>2</sup>) обеспечивает высокую проходимость экскаватора на слабых грунтах. Производительность машины достигает 50 м<sup>3</sup>/ч, а транспортная скорость - 2 км/ч.

*Каналоочиститель ЭМ-202* имеет следующие сменные рабочие органы: многоковшовый рабочий орган продольного черпания, роторный рабочий орган, роторную косилку. Наличие сменного рабочего органа продольного черпания позволяет чистить каналы по дну, как с неукрепленными, так и укрепленными откосами.

Ротор-метатель позволяет очищать дно каналов, как без воды, так и с водой небольшой глубины. Глубина очищаемых каналов может достигать 3,0 м, ширина по дну - 0,4... 1,0 м, заложение откосов от 1:0,5 до 1:1,5.

Косилка предназначена для скашивания растительности на бермах и откосах каналов.

Работает каналоочиститель по челночной схеме, что позволяет срезать грунт за несколько проходов. Ширина полосы разбрасывания грунта метателем регулируется винтовым устройством. При отсутствии полосы разбрасывания метатель грунта устанавливают в нижнее положение, включают и используют как лоток для осыпания грунта в отвал.

Для эффективной работы каналоочистителя ЭМ-202 каналы не должны иметь деревьев на бермах, а также кустарника и густых камышовых зарослей на дне и откосах канала затрудняющих проход каналоочистителя. Кроме того, бермы должны быть спланированы на всем протяжении канала.

*Каналоочиститель МР-15* является самоходной машиной, предназначенной для очистки от наносов каналов глубиной до 2 м и шириной по дну до 1,2 м. Рабочим органом является многоковшовая цепь. К основным узлам относятся: лопастной метатель, гусеничный движитель, рама с пилоном, механизмы привода и управления работой машины.

Привод рабочего органа, метателя грунта, движителя и др. узлов осуществляется с помощью гидромоторов, что обеспечивает плавное регулирование скорости.

### **Оборудование для очистки каналов способом гидромеханизации.**

Под гидромеханизацией понимается такой способ производства земляных работ, при котором разработка, транспортирование и укладка грунта производится с помощью энергии потока или струи воды. Механическую смесь воды с грунтом, получающуюся в результате воздействия потока или струи воды на грунт, называют пульпой или

гидромассой. Степень насыщения пульпы грунтом называется ее консистенцией.

Основные преимущества гидромеханизации: сравнительно небольшая масса и простота оборудования, большая производительность, незначительная потребность в квалифицированной рабочей силе.

К недостаткам гидромеханизации относится: потребность в большом количестве воды и энергии, предварительное рыхление твердых грунтов, работа только при положительных температурах воды и воздуха.

Разработка грунта землесосной установкой основана на размывающей и влекущей способности воды. С помощью насоса создается поток воды, который отделяет от дна водоема частицы грунта. Через грунтоприемник грунт увлекается во всасывающий трубопровод, заполняет корпус насоса и рабочим колесом выбрасывается в нагнетательный и транспортирующий трубопроводы. Насос приводится во вращение от двигателя.

При разработке твердых грунтов у грунтоприемника устанавливается механический рыхлитель.

Землесосные установки делятся на сухопутные и плавучие. В гидромелиоративной практике наибольшее применение находят плавучие землесосные установки, называемые земснарядами.

Машина УПМ-2 имеет следующее сменное рабочее оборудование: роторный и фрезерный рыхлители, понтонное устройство и землесос (сосун).

Привод насоса и сменных рабочих органов осуществляется от дизельного двигателя.

Легкие грунты (песок, неплотные супеси) разрабатываются сосуном без рыхлительного устройства. При работе на плотных грунтах применяется черпаковое устройство или фрезерный (роторный) рыхлитель. Может быть использована и комбинированная схема рабочих органов, когда верхний слой (растительный грунт) разрабатывается роторным рыхлителем, а нижний - черпаковым устройством, сосуном или фрезерным рыхлителем.

*Береговая землесосная установка БЗУ* (на базе трактора ДТ-75 с ходоуменьшителем) служит для очистки облицованных каналов шириной по дну до 1,5 м.

Грунтовый насос крепится сзади трактора и приводится во вращение от вала отбора мощности через редуктор.

Во время работы установка перемещается вдоль канала, а водоструйное устройство на колесах - по дну канала. БЗУ рабочим органом размывает насосы в подводном забое облицованного канала, засасывает их вместе с водой и выбрасывает в виде пульпы на берег.

### **Дноокашивающие косилки**

Косилки могут быть разного типа и рабочего оборудования, рис. 9.9. В косилках мелиоративного назначения применяют два типа режущих аппаратов: а) роторный с вращательным и б) сегментный с возвратно-



поступательным движением ножей. Первый тип ножей относится к режущим аппаратам бесподпорного резания. Ножи этого типа просты по конструкции, универсальны.



Рисунок 9.9 - Косилка

К недостаткам роторного режущего аппарата относится плохое качество резания стеблей в воде; не обеспечивается безопасная работа обслуживающего персонала.

*В режущих аппаратах сегментного типа* скорость резания составляет 1,5...3,0 м/с, развиваются незначительные инерционные усилия, обеспечивается плавность работы косилки. К недостаткам следует отнести сложность конструкции механизма привода ножей, плохое копирование микрорельефа поверхности откосов каналов.

*Дноокашивающая косилка КМ-1* предназначена для скашивания растительности на дне каналов, не заполненных водой, а также на откосах дамб каналов.

Косилка КМ-1 представляет собой монтируемое на трактор ДТ-75Б оборудование, состоящее из основных узлов: режущий аппарат, балка подвижная, рама монтажная передняя, рама задняя, гидронасос, гидромотор, бак для масла, маслотрубопроводы, гидроцилиндры.

Режущий аппарат роторного типа представляет собой три конусообразных диска, по периметру которых закреплены режущие элементы инерционного типа.

Отличительной особенностью режущего аппарата косилки КМ-1 является то, что он может изменять с помощью гидроцилиндра свое расположение, как в горизонтальной, так и в вертикальной плоскости, благодаря чему ширина захвата может изменяться от 0,8 до 2,4 м. Максимальная глубина канала, на дне у которого может скашиваться растительность, составляет 2 м.

*Плавающая косилка «Эсокс-3»* предназначена для срезания растительности в водоемах, реках и крупных каналах. Она состоит из лодки, снабжений лопастными колесами для передвижения лодки вперед и назад, механизма управления и режущих аппаратов.

Скорость передвижения лодки регулируется с помощью двухступенчатой коробки передач.

На лодке установлен двухтактный с воздушным охлаждением одноцилиндровый бензиновый двигатель мощностью 5,3 л.с.

Режущий механизм расположен впереди лодки, он состоит из двух пальцевых брусьев: один пальцевый брус расположен в горизонтальной плоскости и предназначен для срезания растущей в водоеме растительности. Второй пальцевый брус расположен в вертикальной плоскости и служит для перерезания растительности, скапливающейся перед лодкой, обеспечивая тем самым беспрепятственное ее передвижение.

### **Косилки по скашиванию откосов каналов и дамб**

*Косилка КФНС-2,5* предназначена для срезания и измельчения как мягкостебельной, так и грубостебельной растительности на гребне дамб

каналов шириной от 1,8 м и более, проложенных в земляном русле, а также прилегающих к ним приканальных полос и горизонтальных участков.

Косилка навешивается на гусеничный трактор класса 3 тс (ДТ-75Б) и состоит из рабочего органа, П-образной рамы, механизмов привода и управления. Рабочий орган выполнен в виде шнека и снабжен защитным кожухом. Привод рабочего органа осуществляется от гидромотора. На передней части П-образной рамы справа и слева установлены копирующие лыжи с регулируемой высотой. Гидроцилиндр предназначен для подъема и опускания рабочего органа. Обслуживается косилка одним трактористом.

*Косилка РР-22* предназначена для окашивания откосов каналов и обвалования. Косилка агрегатируется с трактором класса 1,4 тс, навешивается с правой стороны трактора между передними и задними его колесами.

Основными узлами косилки являются: рама, режущий аппарат с приводом, механизм подъема, гидросистема.

Режущий аппарат сегментно-пальцевого типа унифицирован с режущими аппаратами сельскохозяйственных косилок, ширина рабочего захвата 1,5. Режущий аппарат, приводимый в движение от гидромотора МНШ-46, укреплен на гидроуправляемой рукояти так, что за первый проход косилка скашивает полосу шириной 1,5 м верхней части откосов канала, а за второй проход - вторую полосу шириной 1,5 м.

*Мелиоративная косичка РР-26* - навешивается на колесный трактор класса 1,4 тс и предназначена для окашивания откосов мелиоративных каналов. Режущий аппарат роторного типа позволяет резко увеличить рабочую (поступательную) скорость косилки и тем самым значительно повысить ее производительность. Ножи режущего аппарата инерционного типа, что обеспечивает их сохранность при встрече с препятствиями.

*Косилка шнековая КОС-2,5* предназначена для скашивания растительности на откосах каналов с углом заложения от 1:1 до 1:3. Одновременно со скашиванием производится измельчение скошенной растительности и вынос ее на гребень дамбы канала.

Косилка КОС-2,5 навешивается на гусеничный трактор ДТ-75Б и состоит из следующих основных узлов: поперечного бруса, продольной горизонтальной и наклонной рамы, режущего аппарата и гидросистемы. Поперечный брус служит для крепления на нем продольной рамы.

## 10 МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ВОСПОЛНЕНИЯ ВЛАГОЗАПАСОВ

### Назначение и условия применения поливной техники

*Поливная техника* предназначены для механизированной подачи оросительной воды в корнеобитаемый слой почвы и к наземной части с-х культур с целью создания необходимой влажности и микроклимата, обеспечивающих повышение их урожайности. Кроме того, с помощью дождевальных машин можно вносить растворимые минеральные удобрения вместе с поливной водой, микроудобрения, опрыскивать сельскохозяйственные культуры ядохимикатами, проводить десикацию и дефолиацию хлопчатника.

В зависимости от способа полива различают:

- а) дождевальные машины и установки;
- б) поливные машины и оборудование;
- в) машины для внутрипочвенного орошения.

Выбор техники и способов полива зависит от ряда условий, к которым относятся: климатические, почвенные, рельефные, гидрогеологические, биологические, водохозяйственные и экономические. Так, при скорости ветра более 2 м/с нецелесообразно применять дальнеструйные дождевальные машины, а при скорости ветра больше 5 м/с дождевальные машины применять запрещено. Решающим фактором при определении способа и техники полива является рельеф — уклон поверхности и протяженность склонов. Орошение дождеванием применяют на уклонах до 0,05. в то время как при поверхностном поливе (борозды, полосы) уклон не должен быть больше 0,001.

Из биологических факторов влияние на выбор поливной техники оказывает глубина корневой системы поливаемых культур. Так, при небольшой глубине корневой системы растений целесообразнее применять дождевальную технику, а при большой глубине - поливную технику. Дождевание эффективно при частых поливах и небольших поливных нормах.

На выбор техники полива влияет также водообеспеченность оросительной системы (при низкой водообеспеченности применяется дождевальная техника); величина поливных и оросительных норм (большая величина при поверхностном поливе); коэффициент земельного использования орошаемой площади; размеры поливных участков и командование в точках водозабора. На выбор техники полива большое влияние оказывает также их экономическая эффективность.

К технике полива предъявляется ряд требований, основными из которых являются:

- а) обеспечение высокого качества и оптимальных условий полива;
- б) минимальные затраты ручного труда и возможность применения не только механизации, но и автоматизации полива;

в) обеспечение высокой производительности труда, как при поливе, так и послеполивной обработке почвы.

Кроме того, дождевальные и поливные машины должны обеспечивать минимальные энергоемкость, металлоемкость и трудоемкость поливов.

### **Классификация и индексация поливных машин и установок**

*Дождевальные машины* - машины, с помощью которых оросительная вода подается к растениям в виде дождя.

*Поливные машины* - машины, применяемые при поверхностном поливе и предназначенные для подачи и распределения воды в поливную сеть (борозды, полосы, чеки).

*Машины для внутрипочвенного полива* — машины, подводящие оросительную воду непосредственно к корням сельскохозяйственных культур.

Различают:

- а) дождевальные установки,
- б) дождевальные агрегаты,
- в) дождевальные машины.

*Дождевальная (поливная) установка* - это комплект оборудования, состоящий из водопроводящего трубопровода и дождевальных аппаратов (водовыпусков), работающий от насосной станции. Перемещают по полю такие установки либо вручную, либо с помощью средств механизации (трактором).

*Дождевальный (поливной) агрегат* - это устройство, состоящее из дождевального (поливного) оборудования (насадки, насос, водозаборный и водоподающий патрубки, водопроводящие трубы и водовыпуски), смонтированного (навешенного) на тракторе. Водоподающий насос приводится во вращение от вала отбора мощности (ВОМ) трактора.

*Дождевальная (поливная) машина* - устройство, приводимое в действие от собственного двигателя (ДВС, гидродвигатель или электродвигатель). Снабжено собственной ходовой частью и имеет водопроводящие трубопроводы с дождевальными аппаратами.

*Дождевальные машины классифицируются по следующим признакам:*

- *по конструкции дождевальных аппаратов:* короткоструйные, среднеструйные, дальнеструйные.
- *по технологическому процессу:* позиционного действия, работающие в движении.
- *по способу забора воды:* из открытого канала, из трубопроводов.
- *по числу опор:* одноопорные, многоопорные.
- *по направлению движения:* фронтальные, круговые.
- *по способу перемещения:* переносные, перекачиваемые, самоходные.

- по типу привода опорных колес: механический, электрический, гидравлический.

- по расположению относительно водоподающего канала: береговые (односторонние), седлающие.

*Поливные машины классифицируются:*

- по материалу трубопровода: гибкие, жесткие.

- по конструкции: разборные, не разборные.

- по способу перемещения: колесные, с ручной раскладкой, стационарные.

*Индекс* (марка) дождевальных и поливных машин и установок состоит из буквенной и цифровой частей, иногда названия.

*Буквенная часть* индекса расшифровывается следующим образом:

*Первая буква* соответствует назначению машины (Д - дождевальная, П - поливная).

*Вторая буква* - это начальная буква слова, характеризующего конструктивные особенности (К - колесный, Д - двух- консольный, Ф — фронтальный, Ш — шлейф, М - машина, Т - трубокладчик).

*Третья буква* и все последующие отражают технологические и др. особенности (Н — навесной, А — агрегат, Ш — широкозахватный).

*Цифровая часть* обозначает среднюю секундную подачу воды (л/с) базовой модели машины или агрегата.

*Название машин.* Большинство современных дождевальных и поливных машин имеют различные названия: "Волжанка", "Фрегат", "Днепр", "Кубань", "Роса", "Тимирязевец", "Радуга" и др.

## **Дождевальные насадки и аппараты. Устройство и принцип действия**

*Дождевальные насадки и аппараты* - это рабочие органы дождевальных устройств, образующие капли искусственного дождя. В зависимости от дальности полета каплей дождя насадки и аппараты делятся на: а) короткоструйные, б) среднеструйные, в) дальнеструйные.

*Короткоструйные аппараты* (насадки) работают при давлении воды 0,05...0,2 МПа. Радиус разбрызгивания воды ими составляет 4...8 м. Они не имеют движущихся частей. Разрушение струи воды, выходящей из водовыпускного патрубка, на котором крепится насадка, может осуществляться с помощью рассекателя (дефлектора) либо специальных устройств, завихряющих потоки воды.

В дефлекторных насадках струя воды под давлением вытекает с определенной скоростью, ударяется о дефлектор, образуя дождь. Диаметр каплей дождя составляет 0,9... 1,1 мм.

Так как по длине водопроводящего трубопровода дождевальной машины давление уменьшается, то для обеспечения равномерности полива

внутри дефлекторной насадки устанавливается сменное сопло с различным (увеличивающимся к концу трубопровода) диаметром выходного отверстия.

Короткоструйные насадки наиболее равномерно, по сравнению с др. типами дождевальными аппаратами, распределяют капли воды в ветреную погоду. Наиболее широко эти насадки используют в парниках, теплицах, а также на дождевальном агрегате ДДА-100.

*Среднеструйные аппараты* работают при давлении воды 0,2...0,4 МПа, дальность полета струи при этом составляет до 35 м. Расход воды одним аппаратом до 5 л/с. Эти аппараты устанавливают на переносных дождевальных установках "Радуга", на перемещаемом трубопроводе ДКН-80 и др. дождевальных установках. Аппарат работает по кругу или сектору.

Вода, подаваемая под давлением в дождевальный аппарат, по каналам через сопла выходит в виде струи и разбрызгивается по полю.

*Дальнеструйные аппараты* предназначены для формирования струи оросительной воды и ее распределения в виде дождя по поливному участку.

Аппараты работают при давлении воды 0,4... 1 МПа, при этом дальность полета струи находится в пределах 35...60 м (иногда до 300 м).

Устанавливаются дальнеструйные аппараты либо на стационарных дождевальных системах, либо используются на дождевальных агрегатах (типа ДДН-70, ДДН-100 и др.).

Конструкции аппаратов однотипны, с расходом воды от 15 до 80 л/с (иногда до 1000 л/с). Их можно использовать для полива по кругу или сектору. Ствол вращается вокруг вертикальной оси.

По способу привода поворота ствола дальнеструйные аппараты делятся на два типа: а) с механическим приводом, б) с турбинкой (реактивной лопаткой).

*Дальнеструйный дождевальный аппарат с механическим приводом* выбрасывает две струи воды (для обеспечения равномерности полива) через большое и малое конические сопла. Для образования компактной струи воды и увеличения дальности ее полета внутри ствола установлен выпрямитель. Для разбивания малой струи воды на капли ставится рассекатель (лопатка).

Привод поворота ствола осуществляется от ВОМ трактора через карданный вал, шестеренный и червячный редукторы (иногда храповой механизм). Для полива по сектору на корпус падает диск с отверстиями.

*Дальнеструйный дождевальный аппарат с турбиной* состоит из следующих основных узлов: ствол со сменными насадками, механизм поворота ствола с гидравлической турбинкой и червячными передачами, механизм реверса, тормоз.

На наружной поверхности основания в кольцевом пазу размещены упоры. В нижней части основания находится замок быстроразборного соединения для крепления аппарата к водоподводящему трубопроводу. При работе аппарата струя воды попадает на лопатки турбины и вращает ее.

Для работы ствола по сектору устанавливают два упора в кольцевую проточку основания. Толкатель встречается с упором, и собачка реверса



поворачивается, тем самым изменяется направление вращения ствола. Поджатием пружины тормоза регулируют равномерность вращения аппарата.

### **Дождевальные установки. Область применения**

В практике орошения известны следующие основные типы дождевальных машин, установок, оборудования и систем:

- дождевальные машины и установки, работающие позиционно с питанием от гидрантов закрытых оросителей или с забором воды из открытых оросителей (с механическим или ручным перемещением между позициями орошаемого участка);

- дождевальное оборудование, работающее с позиционным расположением намоточного устройства и с дождевальными аппаратами, осуществляющие полив в движении с подводом воды по гибкому шлангу;

- дождевальные машины, работающие в движении, как по кругу, так и фронтально;

- сезонно-стационарные автоматизированные системы;

- стационарные системы и устройства.

*Дождевальной установкой* называется оборудование для позиционного полива сельскохозяйственных культур, включая переносные трубопроводы на специальных опорах, колесах или полозьях.

Для создания искусственного дождя на рабочем трубопроводе устанавливается стойка с короткоструйной дефлекторной насадкой или с дальне- и среднеструйными аппаратами.

Дождевальные установки перемещаются вручную, с помощью тракторов или специальных двигателей или трубоукладчиков.

Установки применяют в основном на передвижных и реже на полустационарных дождевальных системах.

На стационарных системах установки используют только для орошения чайных плантаций, в садах и на участках, где другие способы полива неприменимы.

При оборудовании дождевальной установки высокими стойками дождевальных аппаратов, она применяется для орошения высокостебельных культур и садов.

Внесение минеральных удобрений осуществляется с помощью гидроподкормщика, представляющего собой бак с герметически закрываемой крышкой. Присоединяют его у начала любого распределительного трубопровода установки с помощью патрубка.



## Дождевальные машины. Конструктивные особенности и область применения

Машины позиционного полива. К ним относятся колесные дождевальные трубопроводы, самоходные многоопорные электрифицированные машины и дальнеструйные машины типа "ДДН".

*Колесный дождевальный трубопровод "Волжанка"* предназначен для полива сельскохозяйственных культур высотой растений не более 1...1.2 м сплошного и рядового посева на участках с уклоном местности не более 0,02, рис. 10.1.

Машина состоит из самоходного колесного трубопровода длиной 150...400 м, работающего позиционно, с фронтальным перемещением с позиции на позицию и приводом от двигателя внутреннего сгорания мощностью кВт (или с гидроприводом, рычажной системой и цепной передачи). Вода в трубопровод подается от гидрантов закрытой оросительной сети, расположенных через 18 м.



Рисунок 10.1 – Дождевальная машина ДКШ-64 «Волжанка»

Машина имеет два дождевальных крыла, работающих независимо от различных гидрантов. Каждое крыло состоит из труб и секций.

Вода в виде дождя распределяется среднеструйными дождевальными аппаратами кругового действия, установленными на трубопроводе. Искривление трубопровода не должно превышать 1,2 м и выравнивают его вручную.

*Достоинства колесного дождевального трубопровода:* прост по конструкции, малая металлоемкость, хорошее качество дождя.

*Недостатки:* большие пешие переходы при обслуживании машины, отклонение отдельных секций от прямолинейного положения, затруднительность точного полива, невозможность полива высокостебельных культур.

*Самоходные многоопорные электрифицированные дождевальные машины фронтального действия на самоходных тележках* применяют для полива зерновых и технических культур, овощей, а также для орошения посевов многолетних трав на площадях с уклоном до 0,02, рис. 10.2.



Рисунок 10.2 – ЭДМФ «Кубань»



Полив ведется позиционно от гидрантов закрытой оросительной сети.

Передвижение дождевальной машины с позиции на позицию выполняется электроприводом, состоящим из мотор-редукторов, установленных на опорных тележках, кабелей питания, систем электрической синхронизации и управления.

Источником энергии для электропривода служит трактор с электростанцией, который подключают к дождевальной машине только на время переезда машины на новую позицию.

Управление машиной дистанционное, из кабины трактора. При перемещении машины оператор следит за прямолинейностью водопроводящего трубопровода и при необходимости останавливает первую или последнюю тележку при всех остальных работающих.

После окончания полива участка оператор возвращает машину на исходную позицию холостым перегоном.

При переезде машины на соседнее поле разворачивают колеса на 90° и подсоединяют буксирующее устройство к трактору.

### **Дальнеструйные дождевальные установки. Область применения**

*Дальнеструйные дождевальные машины* предназначены для орошения технических культур, пастбищ, садов и питомников в стесненных условиях. Это навесные машины на гусеничных и колесных тракторах, имеющих одинаковую принципиальную конструктивную схему. Они забирают воду из открытой или закрытой оросительной сети, полив ведут позиционно по кругу или по сектору, рис. 10.3.



Рисунок 10.3 – ДДН-70

Если скорость ветра превышает 2 м/с, то полив проводят по сектору.

Основными узлами дождевателя являются сварная рама, на которой смонтированы насос, редуктор, механизм поворота ствола, червячный редуктор, всасывающий трубопровод, карданный вал с кожухом, эжектор с трубопроводом и приспособление для внесения удобрений, лебедка для подъема и опускания всасывающей линии, приспособление для учета воды.

Эжектор с трубопроводом предназначен для заполнения водой насоса перед его пуском.

*Достоинства дальнеструйных дождевальных машин:* компактность, большая маневренность и проходимость. Машина надежна в эксплуатации и удобна в обслуживании.

*Недостатки:* высокая энергоемкость, значительная неравномерность увлажнения почвы, большие капли дождя, зависимость полива от силы и направления ветра.

### **Самоходные многоопорные широкозахватные дождевальные машины. Конструктивные особенности**

Самоходные многоопорные широкозахватные дождевальные машины кругового действия предназначены для полива всех сельскохозяйственных культур, лугов и пастбищ, в том числе высокостебельных с высотой растений в период вегетации до 2,5 м и могут работать на участках с уклоном поверхности до 0,22.

Машины кругового действия имеют многоопорный трубопровод, на котором установлены аппараты или среднеструйные аппараты и короткоструйные насадки.

Водопроводящий пояс машин кругового действия имеет пролеты со шпрингельными фермами жесткости или вантовой (тросовой) подвески, опирающиеся на самоходные опоры.

Полив ведется в движении по кругу, центром которого является неподвижная опора. Вода в машину подается от гидрантов закрытой оросительной сети или скважин. Самоходные опоры имеют металлические или пневмоколесные тележки с гидроприводами или электроприводам на каждой опоре.

Энергия на опоры-тележки подается в первом случае путем использования напора в водоподводящем трубопроводе, равного 0,5 — 0,7 МПа, во втором - от трансформаторной подстанции через коллекторное кольцо, установленное на поворотном колене присоединения трубопровода к неподвижной опоре.

Надежную и устойчивую работу машины с гидроприводом обеспечивают и поддерживают системы: автоматической синхронизации скорости движения тележек, механической и электрической аварийной

защиты; машины с электроприводом - система синхронизации движения опор, система управления электродвигателями опорных тележек, защита элементов и контуров привода, системы контроля и сигнализации режимов работы электрооборудования, освещения, а также управления запорной арматурой на водопроводящей сети, рис. 10.4.

Электропривод машины обеспечивает реверсирование направления движения во время работы и перемещение без полива при холостых переездах.

*Достоинства многоопорных машин кругового действия:* надежность в работе, возможность круглосуточной работы, высокая производительность, орошение любых сельскохозяйственных культур на участках с большим уклоном и сложным рельефом.

*Недостатки:* высокая стоимость и энергоемкость в использовании машины, низкий коэффициент земельного использования, равный 0,77...0,78 при орошении по кругу, сложность машины за счет использования различных систем автоматизации.



Рисунок 10.4 – Дождевальная машина «Фрегат».

## **Самоходные многоопорные автоматизированные дождевальные машины фронтального перемещения. Достоинства и недостатки**

Самоходные многоопорные автоматизированные дождевальные машины фронтального перемещения предназначены для полива сельскохозяйственных культур, включая высокостебельные, на участках, как со спокойным, так и со сложным рельефом.

Полив проводится в движении с фронтальным перемещением и забором воды из открытого оросителя или закрытых оросителей и питанием от них гидрантов. Машина подключается к гидрантам и отключается, а также производит полив автоматически.

В первом случае машина включает энергетическую тележку с насосно-силовым оборудованием, водопроводящий пояс, установленный на самоходных опорах и концевых консолях, системы стабилизации курса и синхронизации движения опор, аварийной защиты, электрооборудования. Машина имеет реверсивный ход.

Во втором случае машина имеет расположенный на базовой тележке блок энергетической установки с дизель-генератором и масляным насосом гидросистемы, два автоматизированных водозаборно-присоединительных устройства, которые присоединяются, отсоединяются и управляются автоматически электрогидравлической схемой, водопроводящий пояс с концевыми консолями, автоматические системы управления движения машины по кругу, синхронизации движения ходовых тележек водопроводящего пояса.

Для передвижения любого типа машины на каждой самоходной опоре-тележке установлен электрический мотор-редуктор, включающий карданные валы и червячный редуктор на каждом колесе.

На водопроводящем трубопроводе с постоянным шагом установлены короткоструйные низконапорные дождевальные насадки. Жесткость его обеспечивается легкообъемной фермой.

Необходимая норма полива регулируется скоростью передвижения машины по задающему таймеру. На самоходных дождевальных машинах фронтального перемещения применяются пневматические колеса высокой проходимости.

*Достоинства:* надежность, высокое качество дождя и равномерность распределения его на орошаемой площади.

*Недостаток:* высокая стоимость и энергоемкость машины.

## **Поливные машины и оборудование. Область применения**

Поливные машины и оборудование предназначены для механизации поверхностного полива (по бороздам, полосам, чекам), а также для перекачки воды из каналов старшего порядка (или из водоемов) в другие каналы.

Основным рабочим органом поливной машины является водоподающий трубопровод, который устанавливается (раскладывается) поперек поливных борозд, причем каждый водовыпуск располагается против поливной борозды.

Водопроводящие трубопроводы поливных машин изготавливают гибкими (из синтетических материалов), полужесткими либо жесткими (металлическими или пластмассовыми).

Гибкие трубопроводы наматываются на барабан, а жесткие и полужесткие могут быть секционными, телескопическими, либо постоянной длины и раскладываемыми для работы либо собираемыми для транспортирования.

*Передвижные поливные машины* (агрегаты) с наматываемым гибким трубопроводом бывают прицепными или навесными.

Прицепная поливная машина (агрегат) состоит из барабана-катушки, установленной на прицепной тележке, всасывающего трубопровода, насоса, закрепленного на тракторе. Привод барабана-катушки осуществляется с помощью гидромотора. Гибкий трубопровод наматывается на катушку (для транспортировки) или разматывается с нее (при раскладке в рабочее положение). Привод насоса осуществляется от ВОМ трактора.

После раскладки трубопровода тележку отцепляют, трактор с насосом устанавливают у оросителя (водоема), поливной шланг присоединяют к напорной линии и начинают полив.

После окончания полива трубопровод собирают при движении агрегата над трубопроводом или сбоку от него. Сбирать трубопровод можно дистанционно, при этом вначале его подтаскивают к тележке, а затем он наматывается на барабан.

*Навесная поливная машина* отличается от прицепной тем, что все узлы машины навешены на трактор. Насосная станция расположена сзади трактора, а спереди трактора навешивается шланговый барабан с механизмом привода. Гидродвигатель барабана обеспечивает стягивание волоком гибкого поливного трубопровода и его намотку на барабан.

Гибкие поливные шланги выпускаются диаметром 145, 200, 300, 350, 420 и 460 мм. В рабочем положении навесная поливная машина устанавливается у канала, в который опускают всасывающий трубопровод. Поливной трубопровод разматывают с барабана и укладывают поперек поливных борозд, а затем его присоединяют к нагнетательному патрубку насоса. По окончании полива трубопровод собирают, наматывая на барабан, и переезжают на новую позицию.

Несмотря на простоту и маневренность поливных машин, полив с их помощью требует значительного ручного труда.

*Передвижные поливные установки* с разборным трубопроводом отличаются от ранее рассмотренных тем, что у них трубопровод состоит из металлических или пластмассовых секций труб с водовыпусками,

размещаемых при транспортировании на специальной навешенной на трактор раме.

*Применение дождевальных машин для поверхностного полива* (по бороздам) расширяет их функциональные возможности. Для этого снимают дождевальные аппараты и присоединяют поливные шланги (шлейфы), располагаемые против поливных борозд. Полив может проводиться как позиционно, так и в движении.

Существует также специальный передвижной на колесах трубопровод с водовыпусками в борозды.

### **Оборудование для внутрпочвенного полива. Область применения**

При внутрпочвенном орошении вода подается непосредственно к корням сельскохозяйственных культур. Для этого применяют либо стационарную систему (нарезка кротовин специальной кротодренажной машиной, устройство закрытых перфорированных трубопроводов и др.), либо используют специальные машины.

При внутрпочвенном орошении в междурядьях сельскохозяйственных культур воду к корням подводят одновременно с рыхлением почвы. Для этого на рыхлящем рабочем органе (типа культиваторной лапы) закрепляется водоподводящий патрубок, по которому вода из специальной емкости, навешиваемой или прицепляемой к трактору, поступает в разрыхляемый грунт, при этом поверхность земли остается сухой и рыхлой, предохраняя от испарения нижележащие слои. Одновременно с водой можно вносить растворимые минеральные удобрения для подкормки растений.

Для подачи воды к корням отдельных растений (деревьев, виноградников) применяется специальный гидробур, который заглубляется струёй воды и по которому вода поступает во внутрпочвенный горизонт вблизи корневой системы растения.

Для питания гидробура водой применяют автоцистерну с насосом, работающим от двигателя автомобиля либо установленным на передвижной насосной станции. Вода от насоса по шлангу поступает в гидробур, работой которого управляет вручную оператор.



## **11 МАШИНЫ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ**

### **Назначение и классификация машин для подготовки земель к освоению и культуртехнических работ**

При подготовке земель к освоению выполняют следующие виды работ:

- очистку от кустарника, деревьев;
- корчевание и сбор пней; сбор, погрузку и транспортировку растительности;
- очистку от камней и корневых остатков;
- выравнивание полей;
- первичную вспашку;
- разделку пласта;
- обработку поверхности без оборота пласта;
- выравнивание вспаханной поверхности;
- прикатывание болотно-торфяных почв и т. д.

Машины для подготовки земель к освоению делят на следующие подгруппы:

- кусторезы;
- для валки и срезания леса;
- корчевальные;
- для сплошного удаления растительности;
- для подборки, собирания, погрузки и транспортировки снятой растительности;
- универсальные рамы с набором сменных рабочих органов;
- камнеуборочные;
- специальные плуги;
- специальные бороны;
- почвообрабатывающие фрезы;
- сельскохозяйственные катки;
- выравниватели (планировщики) осушаемых земель.

### **Общие сведения о машинах для срезания ДКР**

Назначение кусторезов – срезание надземной части древесно-кустарниковой растительности

К данным машинам предъявляются следующие требования:

- низкий срез кустарника (желательно у поверхности почвы с удалением корневой шейки),
- минимальное нарушение дернового покрова,
- удаление небольших пней и кочек,
- возможность работы на поверхностях с неровным рельефом и на грунтах со слабой несущей способностью,

- достаточная боковая устойчивость.

Различают кусторезы с пассивными — ножевыми (рис. 11.1, а, б) и активными — сегментными (рис. 11.1, в) и ротационными (рис. 11.1 г, д, е, ж, з), рабочими органами (табл. 11.1).

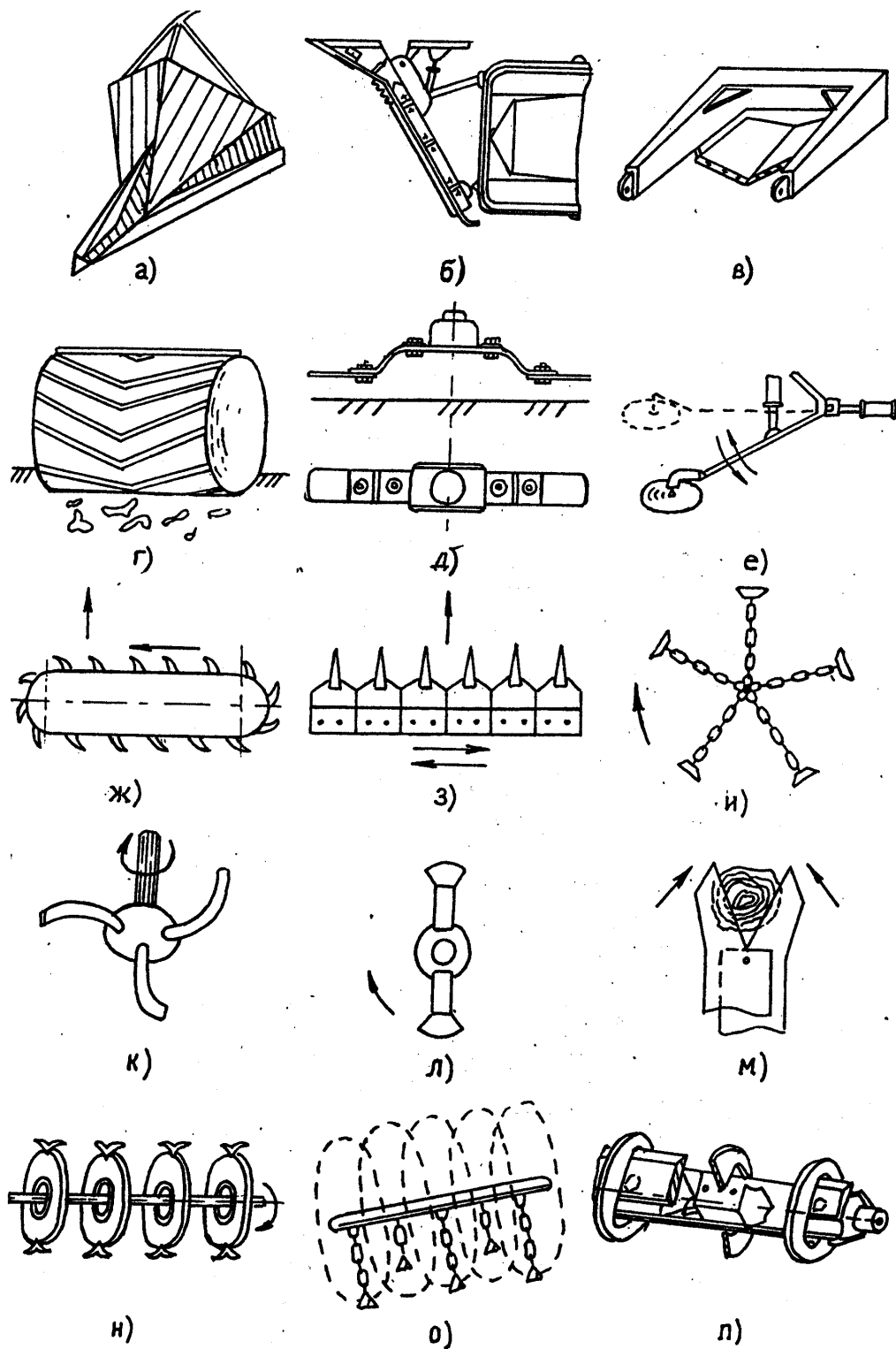


Рисунок 11.1 –Рабочее оборудование кусторезов

Кусторезы бывают навесные с механическим (канатным) и гидравлическим управлением.

Таблица 11.1 - Основные параметры кусторезов

Рабочие органы	Мощность трактора, кВт	Ширина захвата, м	Рабочая скорость, км/ч	Производительность, га/смену	Диаметр срезаемых стволов, см	Масса навесного оборудования, т
Ножевой с горизонтальным и ножами	36,8-118,0	2,5-3,6	2,5-6,0	3,0-7,0	3,0-15,0	1,2-4,5
Сегментный	36,8-55,0	До 2,5	-	1,0-1,5	До 5,0	1,0-1,8
Ротационный (дисковый)	20,0-55,0	1,2-4,0	0,5-4,0	До 0,5- 3,0	До 10,0-30,0	0,4-1,2
С ротационным барабаном (измельчитель)	70,0-100,0	1,5-2,0	0,5-0,8	0,8-1,5	До 8,0	0,7-2,0

**Ножевые** (пассивные) рабочие органы кусторезов бывают с горизонтальными ножами (рис. 11.1, а) и в виде ножевого барабана (рис. 11.1,б). Наиболее распространены кусторезы с горизонтальными ножами. Рабочий орган такого кустореза представляет собой двухсторонний клин с плоскими горизонтальными ножами, которые устанавливаются под углом 60–65° к направлению движения. Ножи имеют гладкую или волнообразную режущую кромку.

У **сегментных** рабочих органов подвижные сегменты совершают возвратно-поступательные движения относительно неподвижных и срезают кустарник диаметром до 5. Данный рабочий орган не нашел большого распространения в связи с тем, что сегменты заклиниваются и изгибаются при срезании стволов.

**Ротационный** (дисковый) рабочий орган представляет собой дисковую пилу (фрезу) с режущими зубьями. Данные рабочие органы получили широкое распространение благодаря широкому диапазону срезаемой растительности, ...

**Вращающиеся ножи** работают так же, как дисковая пила.

Для удаления древесно-кустарниковой растительности с диаметром стволов более 20 см используются **валочно-пакетирующие машины** с дисковыми рабочими органами

## Выбор основных параметров кусторезов с пассивными рабочими органами

Расчет кусторезов с пассивным рабочим органом будем проводить для машин с передней навеской рабочих органов и гидравлическим управлением пассивного рабочего органа.

Расчет кустореза выполняется в следующем порядке:

- выбирают основные параметры рабочего органа и базовой машины;
- определяют тяговые сопротивления;
- проводят тяговый расчет и расчет мощности;
- определяют усилие в механизмах управления;
- проводят статический расчет;
- определяют удельные давления на грунт и устойчивость машины;
- определяют производительность машины.

К основным параметрам кустореза относят:

- ширину захвата  $b_3$  ;
- угол захвата  $2\alpha$ ;
- угол наклона верхних щитов  $\beta_B$  ;
- угол заострения ножей  $\gamma$ ;
- толщину режущей части ножа  $\delta'_H$  ;
- общую толщину ножа  $\delta_H$  ;
- ширину выступающей части ножа  $b_H$  .

Со стороны лезвия на перерезаемый ствол действуют боковая сила  $F_6$ , (рис. 11.2, а), перпендикулярная направлению движения, и сила  $F_{II}$  внедрения ножа в ствол по направлению движения. Геометрическая сумма этих сил  $R$  является также равнодействующей нормальной к лезвию силы  $F_H$  и условной силы трения  $F_T$ . Угол наклона  $R$  к нормали есть условный угол трения  $\varphi_K$ . Соотношение между силами,  $H$

$$\frac{F_{II}}{F_6} = \operatorname{tg}(\alpha + \varphi_K).$$

Угол захвата  $\alpha$  целесообразно уменьшать для снижения  $F_{II}$  и тягового сопротивления при внедрении рабочего органа в ствол, но это уменьшение ограничивается возрастанием боковой силы  $F_6$  и увеличением длины рабочего органа. Поэтому принимают  $2\alpha=52-64^\circ$  (0,91–1,12 рад.),  $\alpha = 26-32^\circ$  (0,455–0,560 рад.), что обеспечивает также условие резания со скольжением  $\alpha_H = 90^\circ - \alpha = 64-58^\circ$  (1,12–1,01 рад.)  $\geq \varphi_K = 15-58^\circ$  (0,262–1,015 рад.) для различных пород кустарника, диаметров стволов и параметров ножа. Под тем же углом  $2\alpha$  устанавливают боковые щиты отвала, что обеспечивает условие скольжения свежесрезанного кустарника по боковым щитам  $\alpha < 90^\circ - \varphi_c$ , где  $\varphi_c$  – угол трения,  $\varphi_c = 32-40^\circ$  (0,56–0,7 рад.).

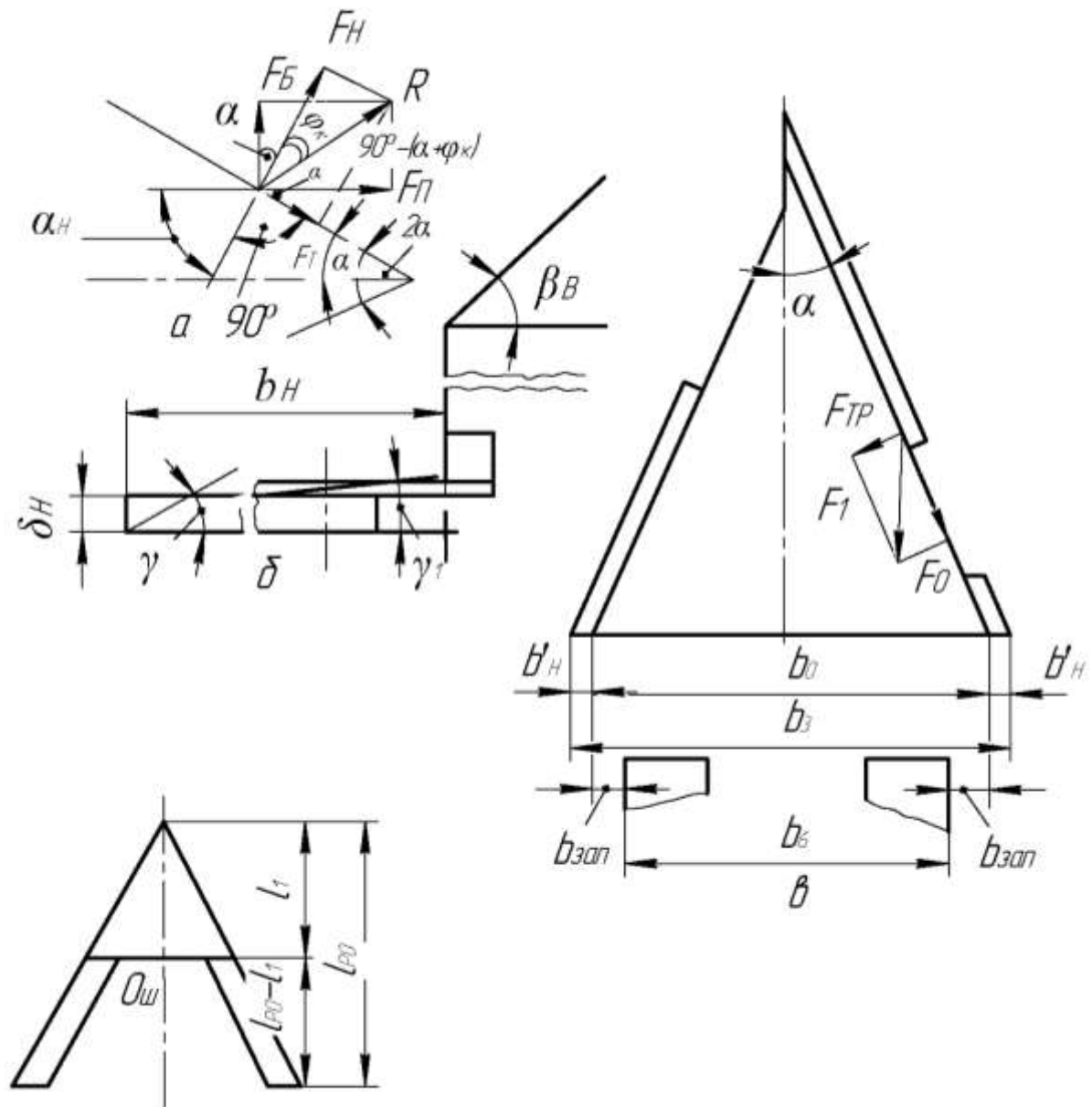


Рисунок 11. 3 - Схемы к выбору основных параметров кустореза:

$a$  – сил, действующих на перерезаемый ствол;  $b$  – верхнего щита и ножа;  $v$  – рабочего органа в плане;  $\gamma$  – положения шарового шарнира;

Угол наклона верхних щитов  $\beta_v$  (рис. 11.2, б) выбирают из условия  $\beta_v > \varphi_c$  для свободного скольжения кустарника вниз.

Из условия устойчивости ножей выбирают угол заострения ножа  $\gamma = 25\text{--}30^\circ$  ( $0,437\text{--}0,525$  рад) и для облегчения заточки  $\gamma_1 = 10^\circ$  толщину ножа  $\delta_n = 12\text{--}16$  мм.

Ширина выступающей части ножа  $b_n = 270\text{--}450$  мм.

Чтобы рабочий орган не зарывался, положение центра шарового шарнира  $O_{ш}$  определяют условием  $l_1 \geq 0,43l_{po}$  (рис 11.2, г).

## Подбор базовой машины

Предварительный выбор базовой машины (гусеничного трактора) можно сделать по табличным данным характеристик тракторов по мощности  $N_{\text{дв}}$  из соотношения, кВт

$$N_{\text{дв}} = \frac{b_3}{k_0},$$

где  $b_3$  – максимальная ширина захвата, м ;

$k_0$  – коэффициент соотношения м/кВт, по опыту выполненных конструкций для кусторезов  $k_0=0,03\dots0,05$ .

Предварительно выбранную базовую машину нужно проверить для кусторезов по условию (рис. 11.2, в) свободного прохода трактора по расчищаемой полосе

$$b_3 \geq 1,05 b_6 + 2 b'_н + 2 b_{\text{зап}},$$

где  $b_6$  – ширина базовой машины, м,

$$b_6 = b_{\text{кол}} + b_{\text{г}};$$

$b_{\text{кол}}$  – ширина колеи, м;

$b_{\text{г}}$  – ширина гусеницы, м;

$b'_н$  – ширина проекции ножа кустореза в плоскости, перпендикулярной направлению движения, м;

$b_{\text{зап}}$  – запас от края гусеницы до вертикальной стенки рабочего органа кустореза, м,  $b_{\text{зап}}=0,1\dots0,2$  м;

1,05 — коэффициент, учитывающий сужение срезаемой полосы вследствие упругости кустарника.

Окончательно базовую машину выбирают после тягового расчета.

### Тяговый расчет кустореза с пассивным рабочим органом и проверка мощности двигателя

Суммарное тяговое сопротивление для кустореза в рабочем положении, кН

$$F' = F'_г + F'_{\text{ро}} + F'_{\text{ср}} + F'_о,$$

где  $F'_г$ ,  $F'_{\text{ро}}$ ,  $F'_{\text{ср}}$ ,  $F'_о$  – соответственно тяговые сопротивления на перемещение базовой машины (с учетом уклона), перемещение рабочего органа, срезание растительности, отваливание растительности, кН, рис. 11.4.

Приведем формулы для определения значения  $F'_г$  при различных положениях системы управления.

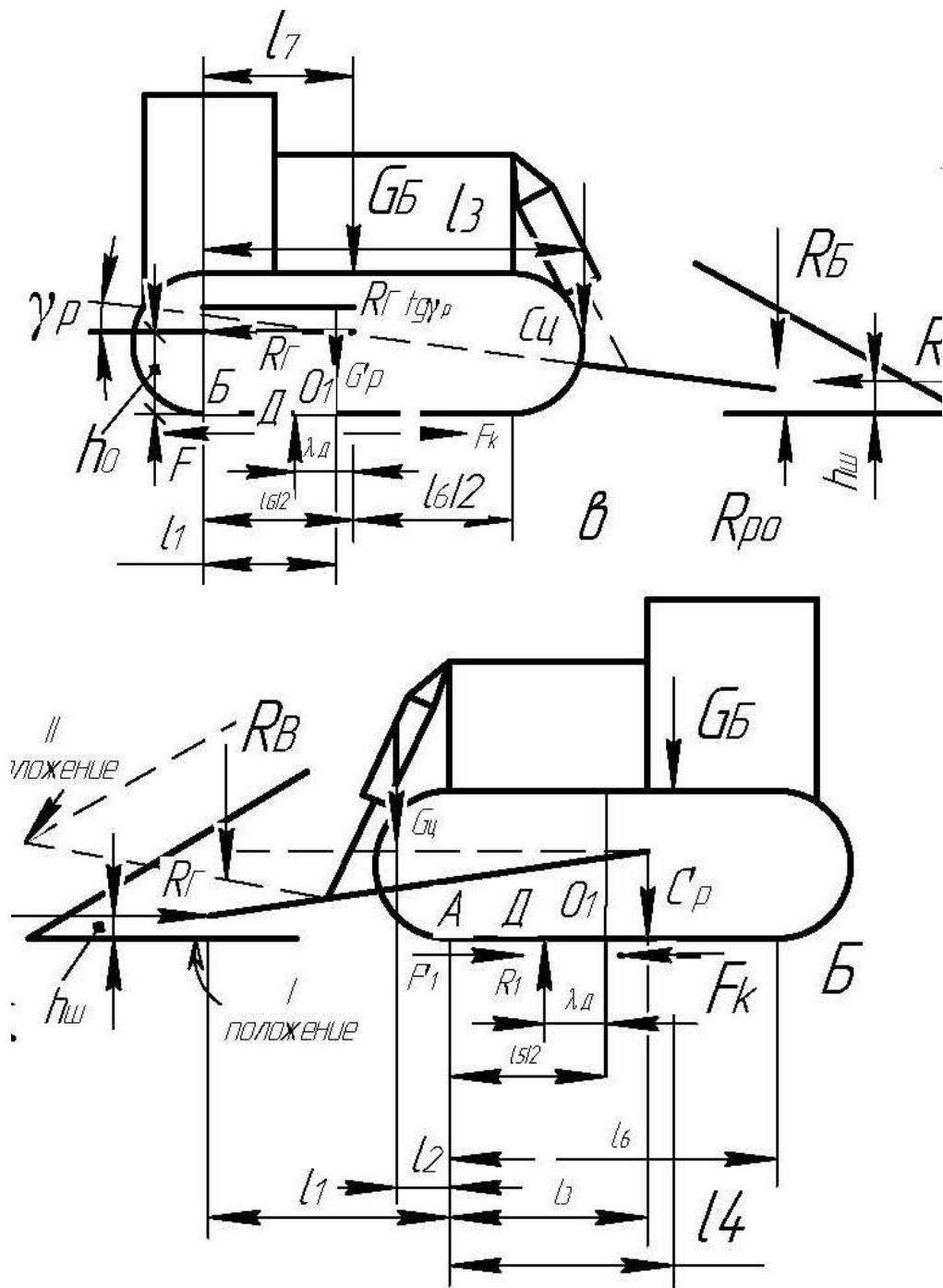


Рисунок 11.4 - Схемы действующих сил и реакций к расчету кустореза

При запертом гидроцилиндре:

$$F'_r = F'_l = R_1 (f_m \pm i) = (G_B + G'_p + G_{гц} + R_B) (f_m \pm i)$$

где  $G_B$  – вес базовой машины, кН (принимается из характеристик трактора);

$G'_p$  – вес рамы, приходящийся на базовую машину, кН;

$G_{гц}$  – вес гидроцилиндров и оборудования гидропривода, кН;

$R_B$  – вертикальная составляющая нагрузки на рабочий орган, равная сумме веса рабочего органа кустореза  $G_{po}$ , части толкающей рамы  $G''_{po}$ , приходящиеся на кусторез, и вертикальных реакций кустарника. Приближенно принимают, кН

$$R_B \approx G_{po} + G''_{po},$$

где  $R_B$  приложена в центре тяжести рабочего органа;

$f_M$  – суммарный коэффициент сопротивления движению базовой машины;  $i$  – уклон;

$$i = \operatorname{tg} \alpha_y$$

где  $\alpha_y$  – угол наклона поверхности движения к горизонту.

$$F'_r = R_1 (f_M \pm i) = (G_6 + G'_p + G_{ц} + G_{po} + G''_{po}) (f_M \pm i)$$

При плавающем положении гидроцилиндров (рис. 3, а) вертикальная составляющая  $R_B$  не передается на базовую машину, но реакция толкающей рамы  $R_r$  передается на шарниры  $O$  и образует вертикальную составляющую, направленную вверх, кН:

$$F'_r = R_1 (f_M \pm i) = (G_6 + G'_p + G_{ц} - R''_r) (f_M \pm i)$$

где  $R''_r = R_r \operatorname{tg} \gamma_p$  – угол наклона рамы к горизонту в рабочем положении

$$\gamma_p \approx \operatorname{arc} \sin \frac{\ell_p}{h_o - h_{ш}}$$

где  $\ell_p$  – длина рамы, м;

$h_p$  – высота упряжного шарнира, м;

$h_{ш}$  – высота шарового шарнира,  $h_{ш} = 0,1 \dots 0,5$  м.

По условиям сцепления с грунтом максимальное возможное значение  $R_r$ , кН

$$F'_r \approx G_{сц} (k_{сц} - f_M) k_d = R_1 (k_{сц} - f_M) k_d,$$

где  $G_{сц}$  – сцепной вес машины;

$k_{сц}$  и  $f_M$  – соответственно коэффициенты сцепления гусениц с грунтом и сопротивления движению базовой машины.

$k_d$  – коэффициент динамичности, для кусторезов  $k_d = 1,3 \dots 1,5$ .

По опытным данным остальные сопротивления:

$$F'_{сум} = F'_{po} + F'_{ср} + F'_o = k_{сум} b_3;$$

$$F'_{po} = k_{po} b_3;$$

$$F'_{ср} = k_{ср} b_3;$$

$$F'_o = k_o b_3;$$

где  $k_{po}$ ,  $k_{ср}$ ,  $k_o$  – соответственно удельные сопротивления на 1 м ширины захвата кустореза – суммарное, на перемещение рабочего органа, на срез растительности и на отваливание срезанной растительности.

Для кусторезов возможность работы по условиям (сцепления) при заданной ширине захвата проверяют по формуле, м

$$b_3 = \frac{0,85 G_{сц} (k_{сц} - f_M)}{k_{сум}}$$

Возможность работы для кусторезов можно определить по формуле:

$$F_{кр} \geq (F' - F'_r) \leq G_{сц} (k_{сц} - f_M - i)$$

Потребную мощность двигателя в рабочем положении определяют по формуле, кВт



$$N'_{дв} = \frac{F' v_p}{3,6\eta_6}$$

где  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление, кН

$\eta_6$  – КПД трансмиссии базовой машины (0,75...0,8)

Машина работоспособна при

$$N_{дв} = k_{зап} N'_{дв}$$

где  $N_{дв}$  – мощность трактора

$$k_{зап} = 1,2 \dots 1,4$$

### **Расчет кусторезов с активными рабочими органами (дисковыми)**

Расчет проводим для дисковых пильных рабочих органов.

Окружная сила резания дисковой пилой может быть подсчитана по формуле:

$$F_{п} = \frac{0,01k_{п} b_{п} \ell_{п} S_{п}}{V_{рез}}$$

где  $k_{п}$  – удельное сопротивление резанию; береза -  $k_{п} = 8825 \text{ Н/см}^2$ ,

$b_{п}$ ,  $\ell_{п}$  – ширина и длина пропила, мм;  $b_{п} = 5 \dots 6 \text{ мм}$ ,  $\ell_{п} = d$  - диаметру ствола, мм;

$S_{п}$  – скорость подачи,  $S_{п} = 0,5 \dots 1,8 \text{ м/сек}$ ;

$V_{рез}$  – скорость резания,  $V_{рез} = 40 \dots 100 \text{ м/сек}$ .

Мощность для резания пилой, кВт

$$N'_{п} = N_{рез} + N_{п} = \frac{0,01k_{п} b_{п} \ell_{п} S_{п}}{1000} + \frac{F_{п} S_{п}}{1000}$$

где  $N_{рез}$  и  $N_{п}$  – мощность на резание и подачу,

$F_{п} \approx F_{пил}$

Мощность на резание пилой от 2 до 6 раз больше, чем резание ножом, но усилие ножа в 8-9 раз больше.

### **Производительность кусторезов с пассивными и активными рабочими органами**

Эксплуатационная производительность кустореза любого типа при работе без поворотов за 1 проход

$$П_э = b_з v_p k_в$$

где  $k_в$  – коэффициент использования машины по времени.

Техническая производительность кустореза при работе с поворотами и выездами в конце участка, га/ч

$$\Pi_{\text{т}} = \frac{b_3 v_p \left( 1 - \frac{z_{\text{пов}} t_{\text{пов}}}{60} \right)}{z_{\text{пров}} 10^4},$$

где  $v_p$  – рабочая скорость трактора на передаче, допускаемой по условиям тягового расчета, м/ч,

$z_{\text{пов}}$  – число поворотов в конце участка за 1 ч;

$t_{\text{пов}}$  – время на 1 поворот, мин;

$z_{\text{пров}}$  – число проходов по одному месту;

$b_3$  – ширина захвата, м.

## **12 КОРЧЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ**

### **Общие сведения о корчевальных машинах**

Корчевальные машины предназначены для удаления пней и растительности вместе с корневой системой, рис. 12.1.

По способу корчевания машины и орудия можно разделить на следующие подгруппы:

- с канатной тягой;

- машины, корчующие пни и другую растительность зубьями или рычагами с комбинированным движением – поступательным перемещением и подъемом;

- машины, корчующие пни зубьями или крюками с поступательным перемещением;

- машины для виброкорчевания пней;

- машины, подрезающие корни и измельчающие мелкие пни.

**Машины с канатной тягой** могут снабжаться

- корчевальной тракторной лебедкой, установленной сзади трактора,

- канатным устройством для корчевания прямой тягой

- корчевальными клещами-захватами на одноковшовом экскаваторе.

Все машины с канатной тягой обслуживают не менее 2-3 человек, так как переноска тросов, закрепление их на пне и снятие требуют значительных затрат ручного труда.

**К машинам с комбинированным движением рабочего органа** относят корчеватели и корчеватели-собиратели с передней навеской рабочего органа.

В качестве рабочего органа таких корчевателей применяют раму или щит-отвал. На раме или щите устанавливают зубья или в нижней части делают гнезда, в которые закрепляют 3-10 сменных зубьев (клыков).

**К машинам с поступательным перемещением рабочего органа** относят

- роторные корчеватели;

- корчевательные бороны (прицепного и навесного типов).

**Машины для виброкорчевания пней** устанавливают на трактор, самоходную тележку или подвешивают к стреле самоходного крана. Пеня захватывается и корчуются одновременно с вибрацией.

**Комбинированные корчевальные машины** имеют комплекс корчевальных рабочих органов с гидравлическим управлением.

### **Выбор основных параметров корчевальных машин**

В число основных параметров корчевателей и корчевателей-собирателей относят:

- максимальную ширину захвата  $b_3$ ;

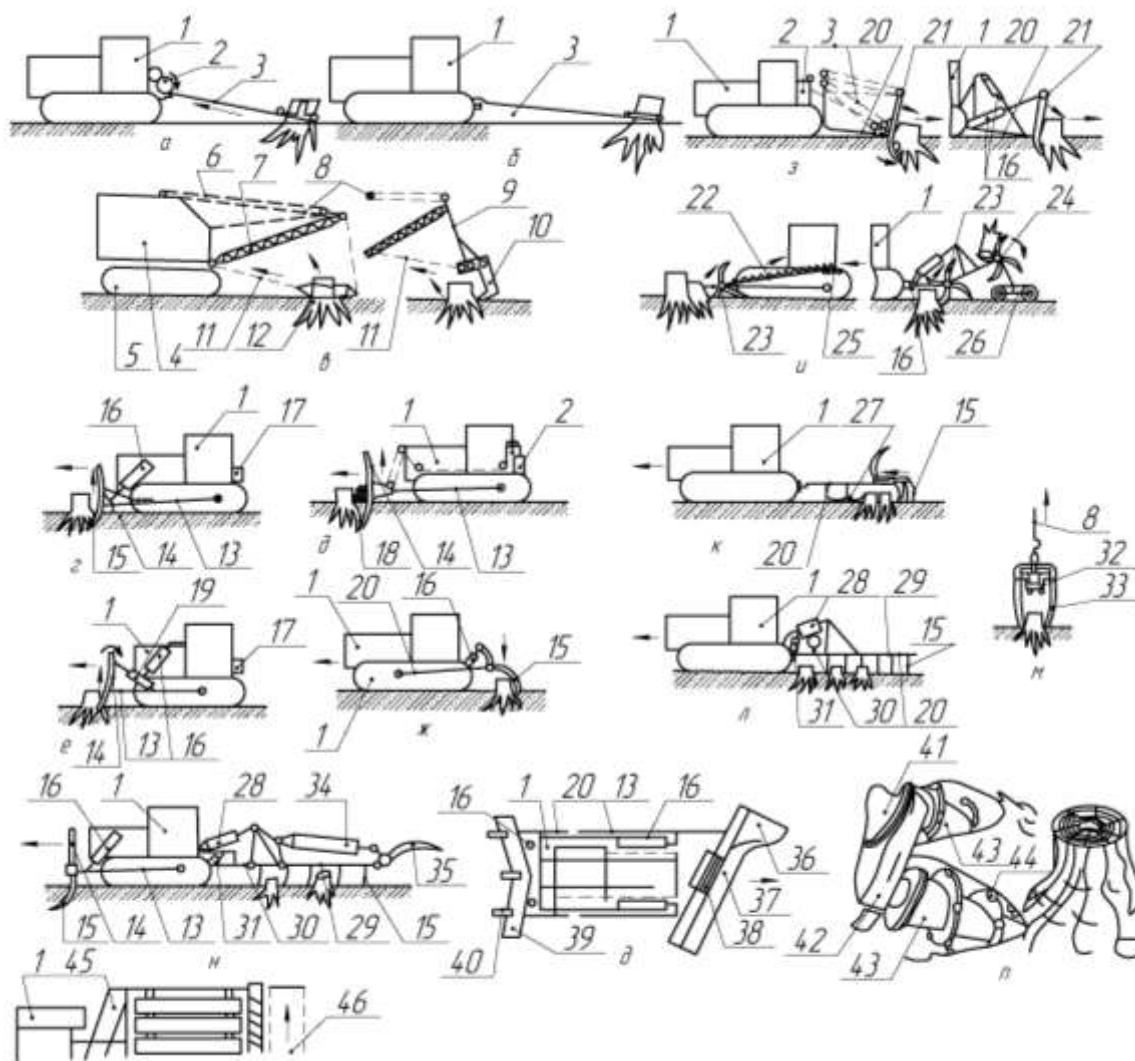


Рисунок 12.1- Схемы корчевальных машин и орудий и машин для сплошного удаления растительности:

а – трактор с корчевальной лебедкой; б – трактор с канатом для корчевания; в – экскаватор с корчевальными клещами (захватом); г – корчеватель и корчеватель-собиратель с гидравлическим управлением; д – бульдозер с канатным управлением с корчевальной лопатой; е – корчеватель и корчеватель-собиратель с поворотным рабочим органом и гидравлическим управлением; ж – корчеватель на задней навесной раме; з – рычажный корчеватель; и – машины для сплошного корчевания с ротационным рабочим органом и очистителями; к – роторный корчеватель; л – навесная корчевальная борона; м – виброкорчеватель; н – комбинированная корчевальная машина (корчевальный агрегат); о – машина с комбинированным рабочим органом; п – машина, подрезающая корни и измельчающая пень; р – ножевая-плоскорезная; 1 - трактор; 2 - лебедка тракторная; 3 - канат; 4 - экскаватор; 5 - гусеничный ход; 6 - стреловой канат; 7 - стрела; 8 - подъемный канат; 9 - рукоять; 10 - корчевальный захват; 11 - тяговый канат; 12 - корчевальные клещи; 13 - толкающая рама; 14 - отвал; 15 - зуб; 16 - гидроцилиндры подъема; 17 - гидропривод; 18 - корчевальная лопата; 19 - гидроцилиндры поворота; 20 - рама; 21 - двулучие рычаги; 22 - клавишный сепаратор; 23 - корчевальный ротор; 24 - очистные роторы; 25 - транспортер; 26 - гусеничная тележка; 27 - лыжа; 28 - верхний гидроцилиндр навесной системы; 29 - навесная корчевальная борона; 30 - нижние рычаги навесной системы; 31 - гидроцилиндры навесной системы; 32 - вибромолот; 33 - захваты; 34 - гидроцилиндры установки граблей; 35 - поворотные грабли; 36 - клиновой корчеватель; 37 - кусторез-корчеватель; 38 - древовал; 39 - корнерез плоский; 40 - наклонные штыри; 41 - гидромотор; 42 - редуктор; 43 - наклонные конические шнеки; 44 - режущие ножи; 45 - нож-плоскорез; 46 - транспортер; 47 - шнек; 48 - кулачковый вал; 49 - вертикальные стенки; 50 - навесная система.

- максимальную глубину рыхления (заглубления)  $h_p$  ;
- число зубьев  $z_k$ ;
- расстояние между зубьями  $b_o$ ;
- длина зуба  $l_{зуб}$ .

Число зубьев корчевателя  $z_k = 3-6$  шт., корчевателя-собирателя  $z_k = 6-12$  шт. Большие значения берут для большей ширины захвата. Расстояние между зубьями  $b_o$  не должно превышать средний диаметр пней. Длина зуба  $l_{зуб} \geq h_p + (50...60)$  мм, рис. 12.2.



Рисунок 12.2 –Корчеватель

### Подбор базовой машины

Предварительный выбор базовой машины (гусеничного трактора) можно сделать по табличным данным характеристик тракторов по мощности  $N_{дв}$  из соотношения, кВт

$$N_{дв} = \frac{b_3}{k_o},$$

где  $b_3$  – максимальная ширина захвата, м ;

$k_0$  – коэффициент соотношения м/кВт, по опыту выполненных конструкций для корчевателей  $k_0=0,01\dots0,03$ , корчевателей-сборителей  $k_0=0,035\dots0,045$ .

Окончательно базовую машину выбирают после тягового расчета.

### Тяговый расчет корчевателей с пассивным рабочим органом и проверка мощности двигателя

Суммарное тяговое сопротивление для корчевателя и корчевателя-сборителя при корчевании, кН, определяется по формуле:

$$F' = F'_Г + F'_к + F'_р + F'_в ,$$

где  $F'_Г$ ,  $F'_к$ ,  $F'_р$ ,  $F'_в$  – соответственно тяговые сопротивления на перемещение базовой машины с рабочим органом, корчевание, рыхление и волочение растительной массы, кН, рис. 12.3.

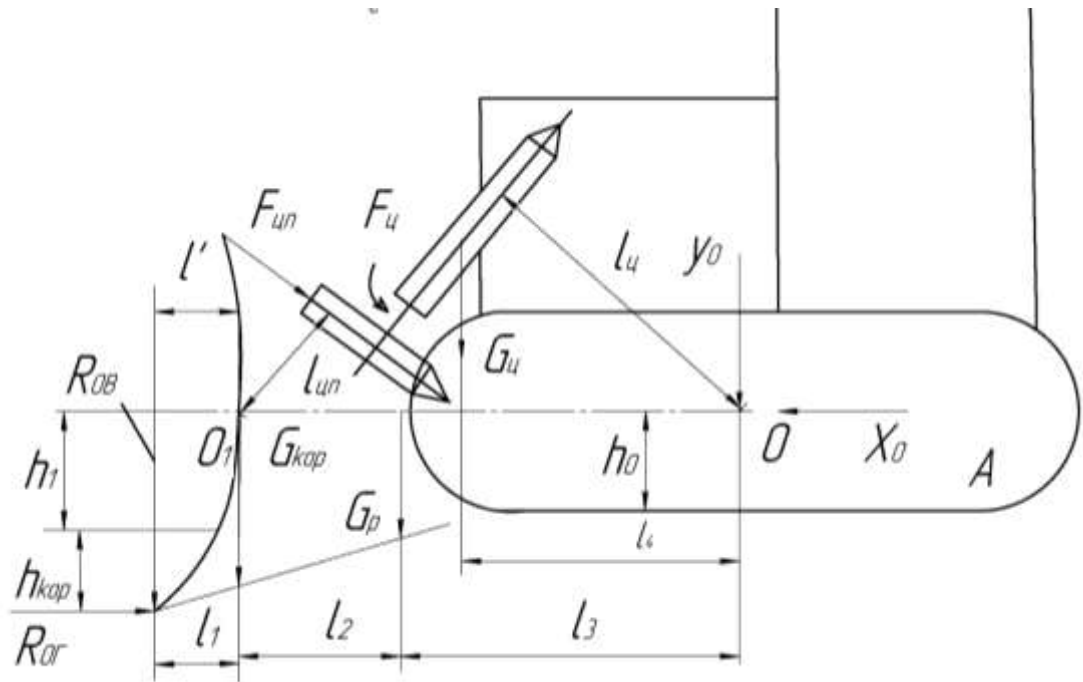


Рисунок 12.3 Схема сил и реакций, действующих на корчеватель-сборитель в рабочем положении

Приведем формулы для определения значения  $F'_Г$  при различных положениях системы управления

При запертом гидроцилиндре:

$$F'_Г = F'_1 = R_1 (f_M \pm i) = (G_б + G_р + G_{кор} + G_ц + R_{ов}) (f_M \pm i)$$

где  $G_б$  – вес базовой машины, кН (принимается из характеристик трактора);

$G_р$  – вес рамы, приходящийся на базовую машину, кН;

$G_{\text{кор}}$  – вес отвала корчевателя, кН;

$G_{\text{ц}}$  – вес гидроцилиндров и оборудования гидропривода, кН;

$R_{\text{ов}}$  – вертикальная составляющая нагрузки на корчеватель, кН; по опытным данным, с учетом вертикального усилия рыхления и волочения

$$R_{\text{ов}} = k' R_{\text{ог}},$$

где  $k'$  – коэффициент, определяющий соотношение вертикальной  $R_{\text{ов}}$  и горизонтальной  $R_{\text{ог}}$ , составляющих усилия корчевания; для торфяных грунтов  $k' = 1,5 \dots 3$ , для минеральных  $k' = 1,1 \dots 1,5$

$f_{\text{м}}$  – суммарный коэффициент сопротивления движению базовой машины ;

$i$  – уклон;  $i = \text{tg } \alpha_y$

где  $\alpha_y$  – угол наклона поверхности движения к горизонту.

При всех работах по корчеванию

$$F'_{\text{к}} = R_{\text{ог}}.$$

При корчевании пней тяговое сопротивление, кН

$$F'_{\text{к}} = R_{\text{ог}} = z F_{\text{кор}} = \sum F_{\text{кор}},$$

где  $z F_{\text{кор}}$  – суммарная горизонтальная составляющая усилия корчевания всех  $z$  одновременно корчующих пней, кН.

Приблизительно кН,

$$F_{\text{кор}} = 9,81 k'_{\text{кор}} \sqrt[3]{d_{\text{п}}^3},$$

где  $k'_{\text{кор}} = 0,07, 0,06$  и  $0,05$  соответственно для сосны, березы (пихты) и осины;  $d_{\text{п}}$  – диаметр пня на высоте 60 см.

Число одновременно корчующих пней, шт.

$$z = \frac{b_3 \sqrt{z_{\text{п}}}}{100}$$

где  $b_3$  – максимальная ширина захвата, м;

$z_{\text{п}}$  – диаметр пня на высоте 60 см.

При корчевании кустарника, кН

$$F'_{\text{к}} = R_{\text{ог}} = 10^{-3} k_{\text{кор}} \sum d_{\text{с}} = 10^{-3} k_{\text{кор}} d_{\text{с}}$$

где  $\sum d_{\text{с}}$  – суммарный диаметр одновременно корчующих стволов, мм

$d_{\text{с}}$  – диаметр ствола, мм;

$k_{\text{кор}}$  – удельное сопротивление кустарника корчеванию, Н/мм.

Максимально возможное значение  $F'_{\text{к}} = R_{\text{ог}}$  определяют по формуле при  $k_{\text{д}} = 1,5 \dots 2,5$ .

$$F'_{\text{п}} = 10^{-3} k_{\text{р}} b_3 h_{\text{р}} \lambda_{\text{р}},$$

где  $k_{\text{р}}$  – коэффициент сопротивления рыхлению грунта,  $k_{\text{р}} = 29,2 \dots 49$  кПа для грунтов без крупных корней и дернового покрова,  $k_{\text{р}} = 98 \dots 196$  кПа при большом числе корней кустарников и деревьев;

$b_3$  – ширина захвата, м;

$h_{\text{р}}$  – глубина рыхления, м, равная  $0,1 \dots 0,25$  м;

$\lambda_{\text{р}}$  – коэффициент неполноты рыхления за счет расстояния между зубьями, равный  $0,4 \dots 0,75$

$$F'_{\text{в}} = G_{\text{в}} f_{\text{в}} = b_3 \ell_{\text{м}} h_{\text{м}} \gamma_{\text{м}} f_{\text{в}},$$

где  $k_p$  – коэффициент сопротивления рыхлению грунта,  $k_p = 29,2 \dots 49$   
 $G_b$  – наибольшая сила тяжести волочащейся перед отвалом массы, кН;  
 $\ell_m$  – наибольшая длина волочащейся массы,  $\ell_m = 1 \dots 2$  м;  
 $h_m$  – наибольшая высота волочащейся массы,  $h_m = 1,3 \dots 1,9$  м;  
 $\gamma_m$  – удельный вес волочащейся массы,  $\gamma_m = 1,5 \dots 4$  кН/м<sup>3</sup>;  
 $f_b$  – коэффициент сопротивления волочению массы,  $f_b = 0,9 \dots 1,2$ .

При рыхлении грунта и перемещении массы корчевателем-собирателем без корчевания, кН:  $F' = F'_r + F'_p + F'_b$ ,



## 13 РАСЧЕТ ПЛУЖНЫХ КАНАЛОКОПАТЕЛЕЙ

### Назначение и классификация машин для прокладки оросительных каналов

Каналокопатели предназначены для разработки грунта в выемках или насыпях (подушках) для образования канала, перемещения грунта в сторону для образования дамб, кавальеров или разбрасывания его по прилегающей к каналу площади с обеих или с одной стороны.

Каналокопателями разрабатывают канал полного проектного сечения в насыпи, полунасыпи, полувыемке и выемке. Канал должен иметь спланированное дно и откосы. Каналокопатель должен формировать дамбы, укладывать кавальеры или очищать бермы без осыпания грунта на дно и откосы канала. При прокладке должен выдерживаться проектный уклон дна канала.

Каналокопатели для прокладки осушительных каналов должны разрабатывать канал заданного поперечного сечения с ровными откосами и дном, разрезать погруженные растительные остатки и дернину; иметь надежную проходимость по неосушенным болотно-торфяным грунтам; разрабатывать грунт, вынутый из канала, слоем определенной толщины.

Различают каналокопатели непрерывного и циклического действия с пассивными, активными и пассивно-активными рабочими органами. Рабочие органы бывают:

- активные – ротационные (рис. 13.1), комбинированные, шнековые, одноковшовые, многоковшовые;
- пассивно-активные – комбинированные;
- пассивные – плужные и отвальные.

По ходовому оборудованию различают каналокопатели на гусеничном и колесном ходу.

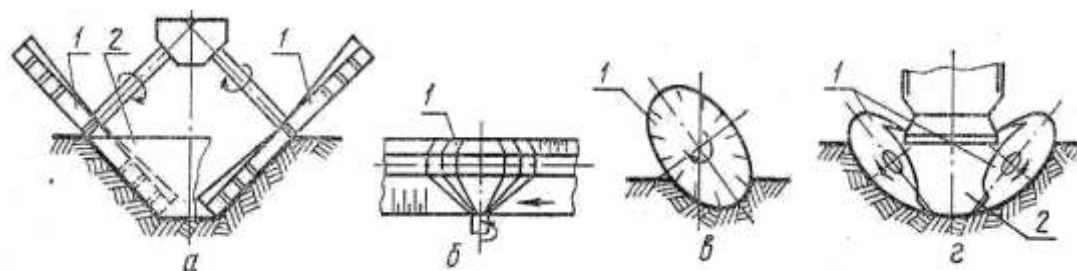


Рисунок 13.1- Схемы основных ротационных рабочих органов каналокопателей: а-двухфрезерный (двухроторный) с осью вращения, перпендикулярной откосу; б-фрезерный с копирующей фрезой; в – фрезерный с осью вращения, наклонной к оси канала и горизонту; г-то же, двухроторный; 1-ротатор (фреза); 2-отвал

## **Краткая характеристика каналокопателей плужного типа**

По способу агрегатирования плужные каналокопатели разделяются на навесные, прицепные и полуприцепные.

По способу управления – с гидравлическим и канатноблочным.

По форме отвала – одно- и двухотвальные.

Одноотвальные применяются для нарезки однобордных борозд, при прокладке осушительных и водоотводных каналов в основном на склонах и пустырях с избыточным увлажнением. Двухотвальные применяются при прокладке временной оросительной сети.

Рабочий орган плужного каналокопателя состоит из нескольких частей. Нижняя часть рабочего органа – плоский лемех, подрезающий грунт на дне и нижней части откосов. Плоскость лемеха сопрягается с криволинейными подъемно-отвальными поверхностями, поднимающими пласт с поворотом его на обе бермы канала. В верхней части эти поверхности плавно переходят в плоскости верхних отвалов, образующих клин для раздвигания грунта в стороны. Для очистки прилегающей к каналу части бермы осушительные каналокопатели оборудуют сменными бермоочистителями различной высоты, а оросительные для формирования дамб – открылками.

Достоинства плужных каналокопателей: минимальная энергоемкость, возможность применения на различных грунтах, простота конструкции и обслуживания.

Основные недостатки – большое тяговое сопротивление из-за несовершенства рабочего органа, быстрый износ тяговых тракторов, неровная обработка дна и откосов канала, необходимость доделочных работ, плохое перерезание древесины, недостаточная ширина берм, отсутствие механизма, автоматически регулирующего уклон дна канала. В связи с этим плужные каналокопатели при устройстве каналов глубиной более 0,5...0,6 м находят ограниченное применение.

## **Выбор основных параметров плужных каналокопателей**

Основные параметры и форма плужного рабочего органа выбираются с учетом следующих требований:

- наименьшая деформация грунта;
- минимальный расход энергии;
- получение ровной, чистой и устойчивой поверхности дна и откосов.

Для соответствия данным требованиям рабочий орган должен поднимать пласт грунта без оборота на определенную высоту, чтобы при дальнейшем подъеме произошел оборот пласта без заклинивания между рабочим органом и откосом канала. Поэтому нижнюю часть рабочего органа выполняют в виде плоского клина для лобового резания.

Необходимая высота предварительного подъема грунта (рис. 13.2) определяется из условия беспрепятственного поворота пласта на бровке

канала, который возможен, если  $AC_1 \leq AB$ , так как при этом пласт  $ABCD$ , поднятый в положение  $A_1B_1C_1D_1$  на высоты  $h_1$ .

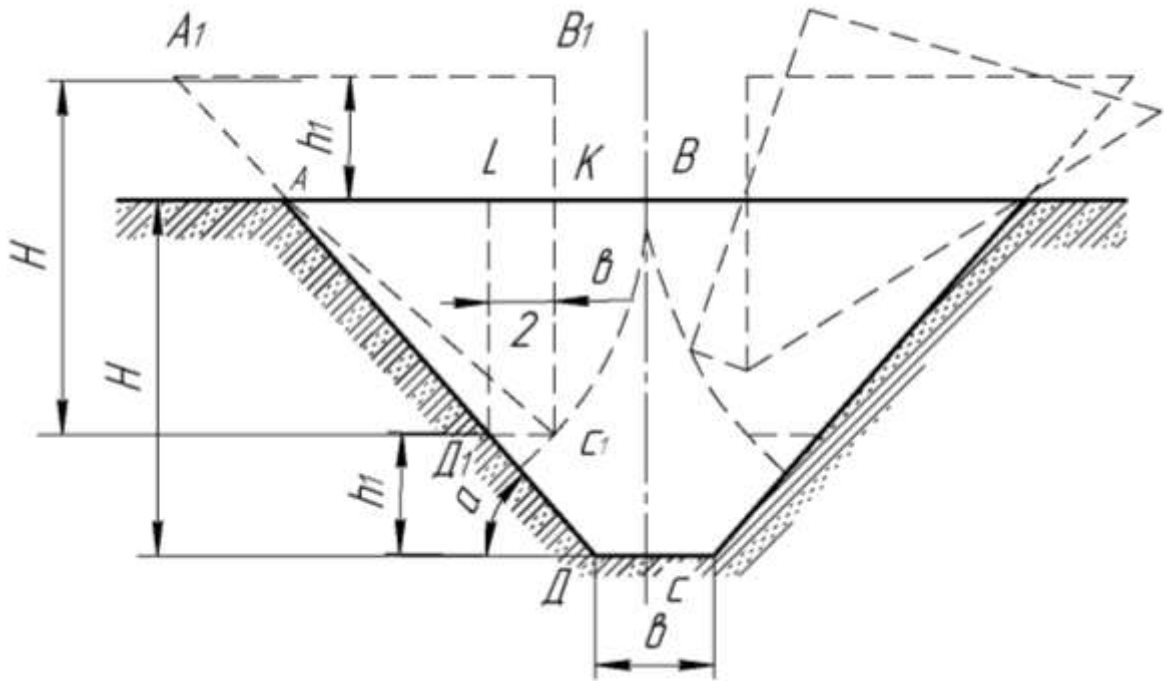


Рисунок 13.2 –Схема выемки грунта

$$AB = \frac{b}{2} + H \operatorname{ctg} \alpha,$$

где  $b$  - ширина канала по дну, м;

$H$  - глубина канала в выемке, м;

$\alpha$  - угол наклона откоса к горизонту.

Из  $\triangle AKC_1$  определим  $AC_1$ .

$$AC_1 = \sqrt{AK^2 + KC_1^2}$$

$$AC_1 = \sqrt{(AL + LK)^2 + (B_1C_1 - B_1K)^2}$$

$$AC_1 = \sqrt{\left[ (H - h_1) \operatorname{ctg} \alpha + \frac{b}{2} \right]^2 + (H - h_1)^2}$$

С учетом неравенства  $AC_1 \leq AB$ , имеем

$$h_1^2 (1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha) - h_1 (2H \operatorname{ctg}^2 \alpha + b \operatorname{ctg} \alpha + 2H) + H^2 \geq 0$$

Тогда окончательно высота  $h_1$  определится по формуле

$$h_1 = \frac{2H \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha + b \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 2H \pm \sqrt{(2H \cdot \operatorname{ctg}^2 \alpha + b \cdot \operatorname{ctg} \alpha + 2H)^2 - 4H^2 (1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)}}{2(1 + \operatorname{ctg}^2 \alpha)}.$$

Так как необходима наименьшая возможная высота  $h_1$ , то расчетное значение  $h_1$  принимают со знаком "-". Вследствие деформации грунта значение  $h_1$  могут практически быть несколько меньше, чем по формуле.

Для предупреждения сползания грунта с откосов дамб в канал расстояние между концами верхних отвалов в плоскости, перпендикулярной оси канала

$$L_{\text{пл}} = (b + 2 m h_{\text{стр}}) \eta_{\text{пл}},$$

где  $m$  – коэффициент заложения откоса;

$h_{\text{стр}}$  – строительная глубина канала, м;

$\eta_{\text{пл}} = 1,1 \dots 1,5$  – коэффициент, зависящий от глубины и физико-механических свойств грунта.

Зная строительную глубину канала можно определить следующие величины.

Высота плужного корпуса каналокопателя:

$$H_{\text{пл}} = (1,2 \dots 1,3) h_{\text{стр}}, \text{ м.}$$

Высота открьлков:

$$H_{\text{отк}} = 0,2 \dots 0,4 \text{ м}$$

Длина направляющей кривой

$$L_{\text{НВ}} = m' (H_{\text{пл}} - H_{\text{отк}})$$

где  $m'$  – коэффициент соотношения, принимаемый равным  $0,8 \dots 0,85$ .

Длина лемеха в плоскости направляющей кривой будет равна:

$$\ell_{\text{л}} = \frac{h_1}{\sin \delta} \text{ (для прямого клина)}$$

где  $\delta$  – угол резания

Значения установочных углов лемеха и верхних отвалов приведены в табл. 13.1

Таблица 13.1 – Геометрические параметры отвала

Глубина канала, м	Установочные углы лемеха, град.		Установочные углы верхних отвалов, град.	
	$\delta$	$\gamma$	$\delta_{\text{отв}}$	$\gamma_{\text{отв}}$
До 0,4	26...28	42...46	90	35...38
0,4...0,6	28...32	46...50	90	38...42
больше 0,6	32...35	50...55	90	42...45

Установочные углы верхних отвалов – резания  $\delta_{\text{отв}}$  и захвата  $\gamma_{\text{отв}}$  выбирают из условий минимальных энергетических затрат на движение пласта грунта и отсутствие пересыпания почвы через верхние кромки отвалов.

Геометрия отвальных поверхностей характеризуется двумя углами:

$\delta$  – углом резания, то есть углом наклона к горизонту касательной к направляющей кривой, образующейся в сечении отвала вертикальной плоскостью, проходящей через ось канала

$j$  – углом стрелчатости между образующей отвальной поверхности в горизонтальном сечении и направлением движения.

Эскизная схема плужного каналокопателя представлена на рис. 13.3-13.4

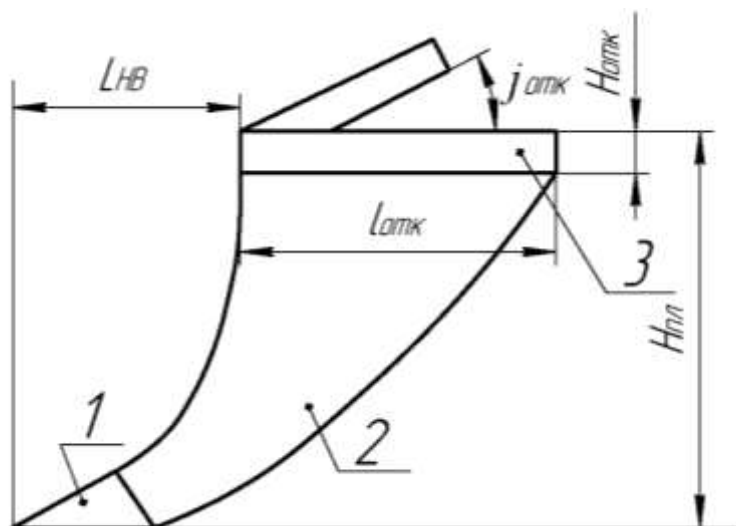


Рисунок 13.3 Схема параметров плужного каналкопателя: 1 – лемех, 2 – корпус, 3 – открылок

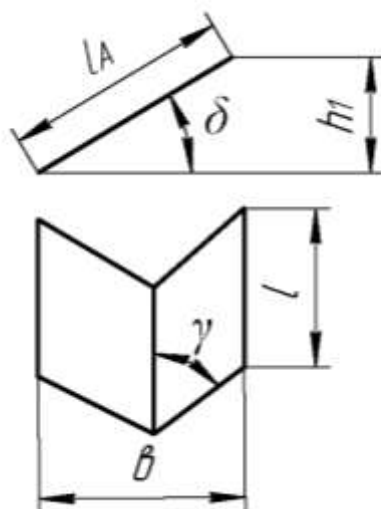


Рисунок 13.4. Схема геометрических параметров лемеха

$$l_{\text{л}} = \frac{b}{\sin j} \quad (\text{для косо́го лемеха})$$

Для каналкопателей, работающих в зоне осушения устанавливают бermoочистители.

Высота бermoочистителя, м, определяется по формуле:

$$H_{\text{б}} = \sqrt{\frac{S \cdot \operatorname{tg} \varphi \cdot k_{\text{р}}}{\cos \delta_{\text{б}} \left( 1 - \frac{f_{\text{с}}}{f_{\text{г}} - f_{\text{с}}} \right)}} + (0,07 \dots 0,12)$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения канала,  $\text{м}^2$ ,

$\varphi$  – угол естественного откоса грунта,  $20 \dots 45^\circ$

$k_{\text{р}}$  – коэффициент разрыхления,  $1,1 \dots 1,3$

$f_{\text{с}}$  – коэффициент трения грунта по металлу,  $0,1 \dots 0,6$

$f_{\text{г}}$  – коэффициент трения грунта по грунту,  $0,4 \dots 1,0$

$\delta_{\text{б}}$  – угол установки бermoочистителей,  $35 \dots 45^\circ$ .

Длину бермоочистителей выбирают, учитывая ширину бермы  $c$ :

$$L' = c / \sin \delta_8$$

### Определение тягового сопротивления при прокладке канала

Тяговое сопротивление при работе плужного каналокопателя определяется по формуле:

$$F = [G_{po} + K S \cos(\delta + \varphi)] f_T + G_{xo} f_o + K S \sin(\delta + \varphi) + \varepsilon' S v^2,$$

где  $G_{po}$  – вес рабочего оборудования, Н

$K$  – удельное сопротивление копанию, Н/м<sup>2</sup>

$$K_{лег} = (0,2 \dots 0,35) 10^5 \text{ Н/м}^2;$$

$$K_{ср} = (0,35 \dots 0,55) 10^5 \text{ Н/м}^2;$$

$$K_{тяж} = (0,55 \dots 0,8) 10^5 \text{ Н/м}^2;$$

$\varphi$  – угол трения металла о грунт

$G_{xo}$  – вес ходового оборудования,

$f_o$  – коэффициент сопротивления перекатыванию машины;

$\varepsilon'$  – коэффициент скоростного сопротивления,

$$\varepsilon' = 1500 \dots 2000 \text{ Нс}^2/\text{м}^2$$

$v$  – скорость оборота пласта отвальной поверхности, м/с.

Первые две составляющие уравнения определяют сопротивление от трения рабочего органа о грунт и передвижения ходового оборудования.

Третья составляющая определяет сопротивление от резания, деформации и перемещения грунта. Она самая энергоемкая (более 50%) и зависит от сечения разрабатываемого канала, свойств грунта, углов резания и трения.

Четвертая составляющая малоэнергоемка 0,6...1,8%.

Сопротивление перемещению тягача определяется по формуле

$$F_T = G_6 f_o,$$

Суммарное тяговое сопротивление

$$\sum F = F + F_T$$

Далее производят проверку каналокопателя по сцепному весу по условию:

$$G_{сц} \varphi_{сц} \geq \sum F < P_k$$

где  $G_{сц}$  – общий сцепной вес тягача или равнодействующая нормальных реакций грунта, Н

$\varphi_{сц}$  – коэффициент сцепления

$P_k$  – касательная сила тяги.

### Мощность, необходимая для тяги каналокопателя

$$N = \frac{\sum F v}{\eta} + \frac{N_{п}}{\eta_{п}}$$

где  $v$  – скорость каналокопателя, 1...1,5 м/с

$\eta$  – КПД привода

$\eta_{п}$  – КПД подъема грунта,  $\eta_{п} = 0,8 \dots 0,85$

$N_{\text{п}}$  – мощность, необходимая для преодоления подъема пласта, 25...30 кВт

Удельный расход энергии на единицу производительности:

$$A_{\text{уд}} = 3600 (N + N_{\text{дв}}) / П,$$

где  $N_{\text{дв}}$  – мощность двигателя, кВт

П – часовая производительность

### Силы, действующие на каналокопатель с плужным рабочим органом

Прицепной плужный каналокопатель, работающий на заданной глубине, находится под действием следующих активных сил, рис. 13.5:

$G_{\text{к}}$  – сила тяжести каналокопателя;

$P_{\text{т}}$  – тяговое усилие трактора

Кроме активных сил действуют также и реактивные:

$P_{\text{в}}$  – сила на сцепке

$R_1$  – нормальная реактивная сила, расположенная в плоскости оси колеса,

$f_0 R_1$  – горизонтальная реактивная сила, образующая движущий момент,

$P$  – равнодействующая реакции грунта на рабочий орган, т.е. сумма реактивных сил от подрезания по периметру сечения, деформации и подъема грунта, а также перемещения грунта копающим органом и бермоочистителями.

Величина, направление и точка приложения равнодействующей зависит от свойств грунта, размеров поперечного сечения канала, геометрических параметров рабочего органа и ширины берм.

Высота  $h_p$  изменяется в пределах  $h_p = (0,4...0,85) H$ .

Угол наклона равнодействующей реакции грунта к горизонту:

$$\varepsilon = 90^\circ - (\delta + \varphi)$$

$$P_1 = P \cos \varepsilon = P \sin (\delta + \varphi)$$

$$P_2 = P \sin \varepsilon = P \cos (\delta + \varphi)$$

$$P_1 / P_2 = \operatorname{ctg} \varepsilon = \operatorname{tg} (\delta + \varphi)$$

$$P_2 = (0,2...0,4) P_1$$

Запишем уравнение равновесия каналокопателя под действием сил и реакций, когда тяговая рама с рабочим органом опирается на ходовую раму

$$\sum X = P_{\text{т}} - f_0 R_1 - P_1 = 0$$

$$\sum Y = P_{\text{в}} + R_1 - P_2 - G_{\text{к}} = 0$$

$$\sum M_0 = R_1 \ell_{R1} + f_0 R_1 a + P_1 (H + a - h_p) - P_2 \ell_{P1} - G_{\text{к}} \ell_{G_{\text{к}}} = 0$$

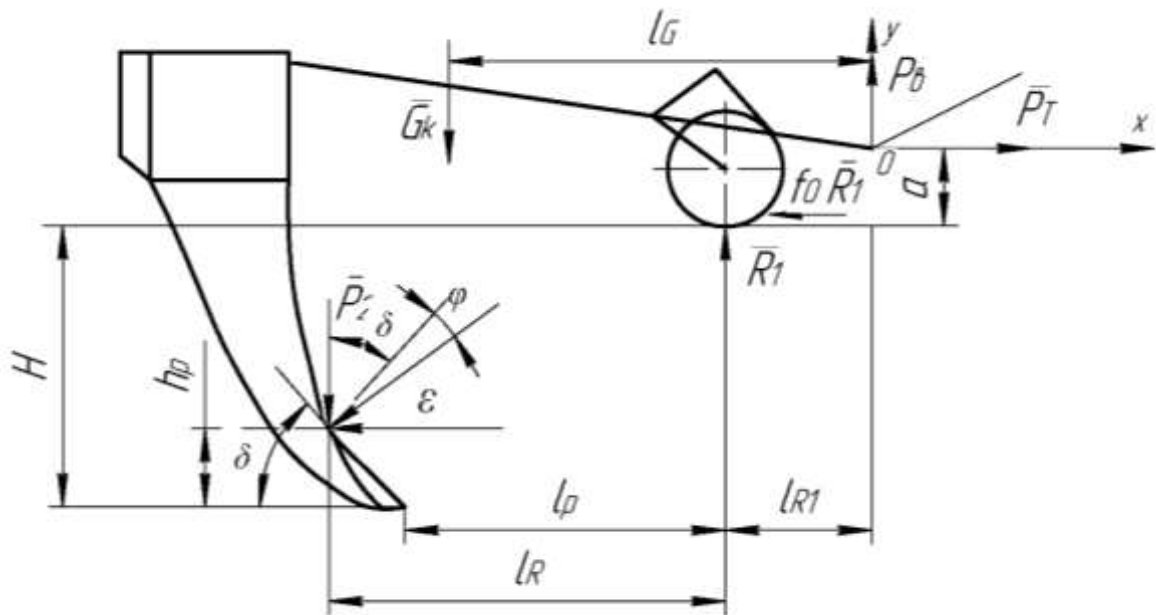


Рисунок 13.5-Внешние силы и реакции

### Производительность плужного каналокопателя

Эксплуатационная производительность каналокопателя может быть определена по формуле:

$$\Pi_3 = \frac{60L_k k_b}{T_k + t_{пер}} [M/ч] = \frac{60L_k S k_b}{T_k + t_{пер}} [M^3/ч]$$

$$T_k = (t_k + t_{xx} + t_y) n_{пр}$$

$$t_k = L_k / v_p.$$



## 14 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН С РОТАЦИОННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

### Назначение и классификация машин с ротационными рабочими органами

Активные рабочие органы каналокопателей с ротационными рабочими органами – различной формы роторы с установленными на них ковшами, резцами (ножами) и лопатками. Во время движения каналокопателя вдоль оси разрабатываемого канала рабочий орган вращается вокруг своей оси. В результате сложения двух движений - поступательного и вращательного – рабочий орган копает грунт, поднимает и удаляет за пределы канала как вырезанный, так и обрушившийся грунт.

Для ротационных рабочих органов характерно перемещение грунта в плоскости, перпендикулярной оси вращения. По способу резания и транспортирования грунта ротационные рабочие органы можно разделить на три основные группы: роторы с гравитационной и инерционной разгрузкой и фрезы.

Роторы с гравитационной разгрузкой представляют собой диски с установленными по окружности зубьями-ковшами, которые копают грунт и перемещают его в пределах сечения канала; окружная скорость роторов с гравитационной разгрузкой не превышает 3-4 м/с, грунт разгружается под действием силы тяжести на транспортер, метатель или, при наклонном расположении ротора, на берму канала.

Роторы с инерционной разгрузкой вырезают грунт резцами (ножами) с окружной скоростью, при которой центробежная сила превышает силу тяжести; грунт отбрасывается силой инерции на сравнительно небольшое расстояние (2-3 м).

Фрезы имеют форму дисков или пологих конусов с установленными по окружности ножами для копания грунта и лопатками на боковой поверхности для отбрасывания вырезанного и обрушившегося грунта. Фрезы работают с высокой скоростью резания, обуславливаемой значительной (8-30 м/с) окружной скоростью. Грунт тонкой стружкой срезается ножами, измельчается ими и под действием сил инерции разбрасывается лопатками на значительное расстояние (до 5-20 м).

Фрезами пользуются преимущественно для прокладки осушительных каналов в болотно-торфяных грунтах, где сопротивление резанию и расход энергии меньше, но требуются высокие скорости для чистого среза и измельчения растительности, торфа и разбрасывания вынутаго грунта. Фрезы с пониженной окружной скоростью (до 6,5 м/с) применяют для прокладки осушительных каналов в переувлажненных минеральных грунтах.

Форма и размеры сечения разрабатываемых каналов зависят от формы ротационных рабочих органов, их размеров, числа и углов установки по

отношению оси разрабатываемого канала к горизонту. По этому признаку ротационные рабочие органы каналокопателей можно разделить на:

- фрезы и роторы с осью вращения, перпендикулярной откосам канала;
- фрезы и роторы с осью вращения в плоскости, перпендикулярной оси канала и направлению перемещения машины;
- роторы и фрезы с осью вращения, наклонной к оси канала и горизонту.

Ротационные рабочие органы первого типа имеют двухфрезерные и двухроторные каналокопатели, второго типа – каналокопатели с копирующей фрезой и третьего типа – одно- и двухроторные каналокопатели.

Кроме каналокопателей ротационные рабочие органы применяют на каналочистителях, машинах для сплошного удаления растительности, на фрезерных машинах сплошной обработки торфяников и для первичной обработки мелиорируемых земель без оборота пласта, на камнеуборочных машинах с рыхлящим ротором.

В качестве режущих элементов служат: ножи-ковши, Г-образные, прямые, прямые гребенчатые ножи, ножи-лопатки, полукруглые ножи, чашечные – тарельчатые ножи, изогнутые ножи, зубья-клыки.

### Выбор основных параметров

К основным параметрам мелиоративных машин с ротационными рабочими органами относят:

- окружную скорость  $v_{окр}$ , м/с;
- рабочую поступательную скорость перемещения  $v_p$  ( $v_k$ ), м/ч;
- диаметр ротора  $d_p$  или фрезы  $d_f$ , м;
- ширина рабочего органа  $b_p$ , лопаток  $b_l$  и ножей  $b_n$ , м;
- число режущих  $z_n$  и отбрасывающих элементов  $z_l$  элементов и их расположение, углы определяющие их форму,
- дальность отбрасывания грунта  $l_o$  (м),
- толщина стружки  $\delta$  (м),
- направление вращения (прямое или обратное);
- производительность  $\Pi_T$  (м<sup>3</sup>/ч).

Для всех типов рабочих органов  $\delta$  определяют по формуле

$$\delta = v_p (60 n_p z'_n)^{-1},$$

где  $n_p$  – частота вращения рабочего органа, мин<sup>-1</sup>;

$z'_n$  – число ножей по окружности рабочего органа в каждом ряду, расположенном в одной плоскости, перпендикулярной оси вращения.

Площадь сечения стружки  $S_c$ ,

$$S_c = \delta h_p,$$

где  $h_p$  – глубина копания, м.

Условная техническая производительность определяется по формуле

$$\Pi_T = 60 S v_p,$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения, разрабатываемая за один проход машины,  $\text{м}^2$ .

Техническая производительность с учетом неизбежных потерь времени на холостые ходы  $t_x$ , установку рабочего органа, заглубление и выглубление  $t_p$ , установку, сцепку, приемку материала  $t_y$ , повороты  $t_{\Pi}$  определяют по формуле

$$\Pi_T = 60 \ell S t_B^{-1} = 60 \ell S (t_k + t_x + t_p + t_y + t_{\Pi})^{-1} Z_{\text{пп}}^{-1},$$

где  $\ell$  – длина сооружения, м;

$t_B$  – время на устройство сооружения, мин.

$$t_B = (t_k + t_x + t_p + t_y + t_{\Pi}) Z_{\text{пп}}$$

где  $t_k$  – время чистой работы, мин;  $t_k = \ell/v_p$ ,

$t_x$  – время на холостые проходы, мин.  $t_k = \ell_x/v_x$ .

Рабочая скорость перемещения для всех типов ротационных рабочих органов, м/ч:

$$v_p = \Pi_T / S.$$

При увеличении рабочей скорости возрастает производительность и снижается удельная мощность  $N_{\text{уд}}$ . Поэтому желательно увеличивать  $v_p$  в пределах, допускаемых мощностью двигателя ( $v_p < 1000$  м/ч) и производительностью (выносной способностью) рабочего органа.

Направление вращения фрезы может быть прямое и обратное. Прямое – по часовой стрелке ("+" ). Направление вращения фрез принимают преимущественно прямое во избежание падения грунта в канал и увеличения мощности на трение.

### Определение тягового сопротивления машины

При перемещении машины с ротационным рабочим органом учитывают следующие сопротивления: сопротивление перемещению машины на гусеничном или колесном ходу  $F_T$ , реакции грунта на рабочий орган  $F_{\phi}$  и от перемещения грунта отвалом (кожухом или зачищающим устройством  $F_o$ ).

Суммарное тяговое сопротивление в рабочем положении:

$$F = F_T \pm F_{\phi} + F_o,$$

1) Для фрезерных машин (навесных)

$$F_T = (G + P_{\text{об}} \pm i_p \sum P_B \sin \lambda) (f_o \pm i)$$

где  $G$  – полная сила тяжести машины;

$\sum P_B$  – составляющая суммарной реакции грунта;

$\lambda$  – угол наклона откоса к горизонту, град;

$f_o$  – коэффициент сопротивления передвижению

2) Для полунавесных машин, имеющих опорное колесо или лыжу

$$F_T = R_A (f_o \pm i)$$

где  $R_A$  – равнодействующая нормальных реакций грунта на ходовое оборудование.

Реакция грунта на рабочий орган  $F_r$  при прямом вращении направлена обратно тяговому усилию и является силой сопротивления (применяют знак +). При обратном вращении принимают "-".

Пренебрегая трением навесного рабочего органа о грунт, можно принять

$$F_{\phi} \approx \pm i_p \sum P'_r$$

Если ротационный рабочий орган опирается на колеса, поддерживающие колесо или лыжу

$$F_{\phi} \approx \pm i_p \sum P'_r + f_o R_v \quad \text{или} \\ F_{\phi} \approx \pm i_p \sum P'_r + f_o (G''_p \pm i_p \sum P'_v \sin \lambda)$$

где  $i_p$  – число фрез или роторов;

$G''_p$  – часть веса, приходящаяся на опорное колесо

$f_o$  – коэффициент сопротивления качению колеса или передвижению лыжи.

Знак + следует применять при прямом вращении.

Сопротивления передвижению от отвала, кожуха или зачищающего устройства зависят от расположения последних. Если отвал или кожух вырезает часть грунта, то

$$F_o = F_{po} + F_{до} = F_{po} + G_r V_a g^{-1},$$

где  $F_{po}$  – усилие резания и перемещения грунта отвалом, кожухом или подчищающим ножом, определяют как для грейдера или бульдозера;

$G_r$  – сила тяжести грунта, отбрасываемого в секунду, Н/сек;

$F_{до}$  – усилие от давления отбрасываемого грунта на отвал или кожух, Н. Для роторов с гравитационной разгрузкой  $F_{до} = 0$ .

### **Баланс мощности машины с ротационным рабочим органом, ось вращения которого перпендикулярна оси канала**

Для машин с ротационными рабочими органами всех типов суммарная мощность (кВт) для привода может быть выражена формулой

$$N' = N_{po} + N_{пер} + N_d,$$

где  $N_{po}$ ,  $N_{пер}$ ,  $N_d$  – соответственно мощности на привод ротационного рабочего органа, перемещение машины, привод дополнительных устройств.

Для практически всех типов ротационных рабочих органов мощность на их привод определится по формуле:

$$N_{po} = \frac{N_k + N_p + N_{тр} + N_{п}}{\eta_{po} \eta_p},$$

где  $N_k$ ,  $N_p$ ,  $N_{тр}$ ,  $N_{п}$  – соответственно мощность на копание грунта; разгон грунта до скорости вращения ротационного рабочего органа, включая мощность на перемещение грунта рабочим органом; трение грунта по поверхности забоя и откосов канала; подъем грунта;  $\eta_{po}$  – к. п. д. привода рабочего органа (ротора, фрезы),  $\eta_{po} = 0,75 \dots 0,85$ ;  $\eta_p$  – к. п. д. рабочего органа,  $\eta_p = 0,7 \dots 0,8$ .

Мощность (кВт) на копание грунта с толщиной стружки (подачей на 1 нож) более 0,03 м определяют по формуле

$$N_k = \frac{k_1 \Pi_r}{3,6 \cdot 10^3},$$

где  $\Pi_r$  – техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $k_1$  – коэффициент удельного сопротивления копанию грунта, кПа; в таблице 4 приведены коэффициенты  $k_1$ , соответствующие максимальным значениям  $S_{уд}$  для каждой группы грунтов. Для других  $S_{уд}$  коэффициент  $k_1$  берут по графику (рис. 14.2.).

Таблица 14.1- Максимальные значения  $k_1$

Группа грунтов	Число ударов $S_{уд}$	$k_1$ , кПа	
		Без обрушения	С обрушением
1	4	60...65	40...48
2	8	118...130	75...85
3	15	195...200	135...140
4	24	300...310	205...210

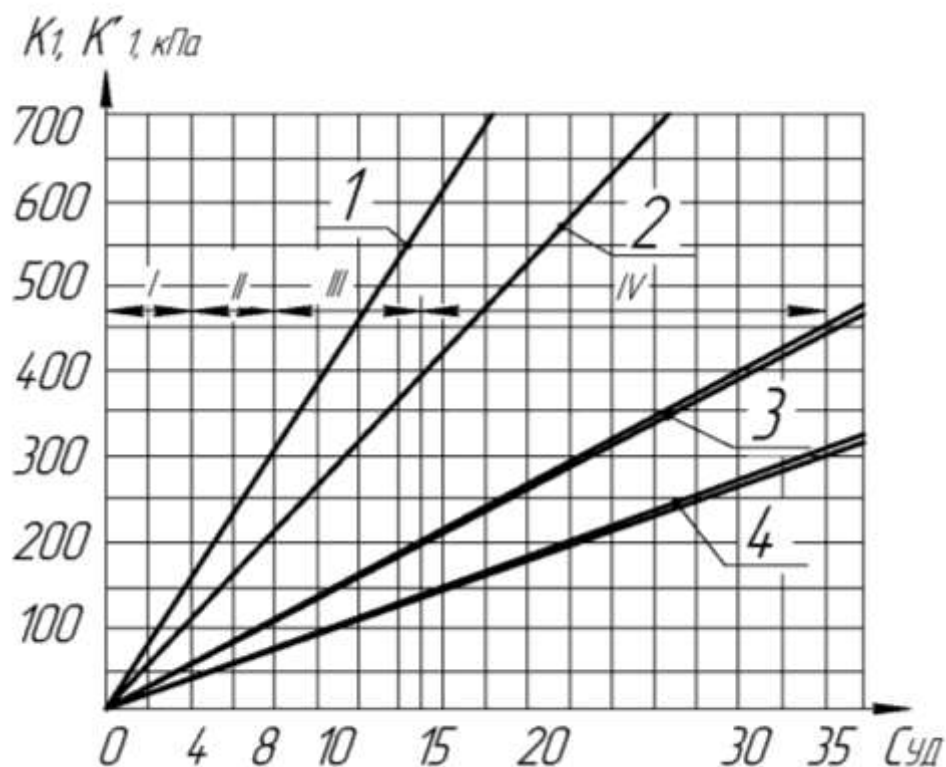


Рисунок 14.2. График зависимости коэффициентов удельного сопротивления копанию  $k_1$ ,  $k_1'$  от показателя плотномера ДОРНИИ – числа ударов  $S_{уд}$ : 1-  $k_1'$  – без обрушения грунта; 2-  $k_1'$ - с обрушением грунта, I, II, III, IV – соответственно 1, 2, 3, 4-я группы грунта.

При использовании эффекта обрушения коэффициент  $k_1$  снижается на 25—40%.

Мощность (кВт) на копание грунта с толщиной стружки  $\delta$  (подача на 1 нож) менее 0,03 м (резание тонкими стружками) вычисляют по формуле

$$N_k = i_\phi N'_k + N''_k$$

где  $i_\phi$  – число фрез;  $N'_k$  – мощность на непосредственную разработку грунта фрезой;  $N''_k$  – мощность на измельчение обрушившегося грунта.

Мощность (кВт) на разгон грунта

$$N_p = \frac{\Pi_T \rho v_{\text{окр}}^2}{7,2 \cdot 10^6},$$

где  $\Pi_T$  – техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $\rho$  – плотность грунта, кг/м<sup>3</sup>;  $v_{\text{окр}}$  – окружная скорость ротационного рабочего органа, м/с.

Мощность (кВт) на подъем грунта

$$N_{\text{п}} = \frac{\Pi_T \gamma_{\text{г}} h_{\text{ср}}}{3,6 \cdot 10^6},$$

где  $\gamma_{\text{г}}$  – удельный вес грунта, Н/м<sup>3</sup>;  $h_{\text{ср}}$  – средняя высота подъема грунта, м (определяется в зависимости от типа рабочего органа).

Мощность на преодоление сил трения грунта по поверхности забоя и откосов канала

$$N_{\text{тр}} = N'_{\text{тр}} + N''_{\text{тр}}$$

где  $N'_{\text{тр}}$  – мощность на трение грунта по поверхности забоя (кВт);  $N''_{\text{тр}}$  – мощность на трение грунта по поверхности откоса (кВт).

По мощности на привод рабочего органа  $N_{\text{во}}$  предварительно подбирают мощность двигателя базовой машины с коэффициентом запаса  $k_{\text{зап}} = 1,2 \dots 1,4$ .

$$N'_{\text{дв}} = k_{\text{зап}} N_{\text{ро}}.$$

По  $N'_{\text{дв}}$  подбирают базовый трактор. По характеристике трактора уточняют мощность двигателя и рабочую скорость машины (формула

$$v_k = \frac{\Pi_T}{3,6 \cdot 10^3 S_k})$$

по скорости движения трактора. Скорость трактора  $v_T$  принимают наиболее близко к расчетной. При несоответствии скорости трактора  $v_T$  с расчетной  $v_k$  определяют передаточное число ходоуменьшителя, обеспечивающего расчетные поступательные скорости машины

$$i_{xy} = v_T / v_k.$$

После предварительного выбора трактора вычисляют тяговые сопротивления и делают тяговый расчет.

Мощность (кВт) на перемещение машины в рабочем положении (в забое) определяется по формуле

$$N_{\text{пер}} = \frac{F' v_k}{10^3 \eta_x},$$

где  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление, Н;  $v_k$  – скорость машины, м/с;  $\eta_x$  – к. п. д. механизмов ходовой части базовой машины;  $\eta_x = 0,7 \dots 0,8$ .

Мощность (кВт) дополнительных механизмов (подъем рабочего органа и др.)

$$N_d = 0,05 \dots 0,07 (N_{po} + N_{пер})$$

Мощность на буксование и на преодоление сил инерции при разгоне учитывают коэффициентом запаса  $k_{зап}$ .

Мощность двигателя базовой машины проверяют по формуле

$$k_{дв} = N_{дв} / N' = 1,2 \dots 1,4,$$

где  $k_{дв}$  – коэффициент запаса мощности двигателя машины,  $N'$  – суммарная мощность привода.

## 15 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН СО СКРЕБКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ

### Назначение и классификация машин со скребковыми рабочими органами

Скребковые рабочие органы применяют для очистки дна и откосов каналов малых сечений или одного откоса и части дна каналов глубиной до 2 м.

Рабочим органом скребкового каналоочистителя служит цепь со скребками. Срезая наносы на дне и откосах, и перемещая их по поверхности откосов, скребки выбрасывают наносы на берму, когда огибают ведущую звездочку. Рама рабочего органа шарнирно соединена с подвижной рамой, установленной шарнирно на основной раме, охватывающей базовый трактор. Привод скребковой цепи, как правило, механический.

Преимущество скребковых каналоочистителей – малая масса. Недостатки скребковых каналоочистителей заключаются в следующем. Скребковый рабочий орган можно применять лишь в бескаменистых грунтах без плотного дернового покрова и кустарника, без крупных древесных включений, лучше всего в торфяных или рыхлых минеральных грунтах при слегка влажных наносах или с малым слоем воды в канале (150—250 мм). Сильно переувлажненные грунты стекают со скребков или налипают на них; в сухих грунтах цепь и скребки быстро изнашиваются. Скребки могут работать только с подпором грунта со стороны откоса, поэтому ими нельзя очищать каналы с укрепленными откосами или только дно. Скребки при копании и разгрузке работают в неблагоприятных условиях (угол резания близок к  $90^\circ$ ); грунт укладывается у самой бровки канала, что требует очистки бермы.

Скребковые рабочие органы бывают следующих типов, рис. 15.1-15.5:

I – поперечного копания для очистки дна и двух откосов канала, работающий по совмещенной схеме;

II – поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающий по совмещенной схеме;

III – поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающий по разделенной схеме;

IV – продольного копания, разрабатывающий грунт по совмещенной схеме;

V – продольного копания, разрабатывающий грунт по разделенной схеме.



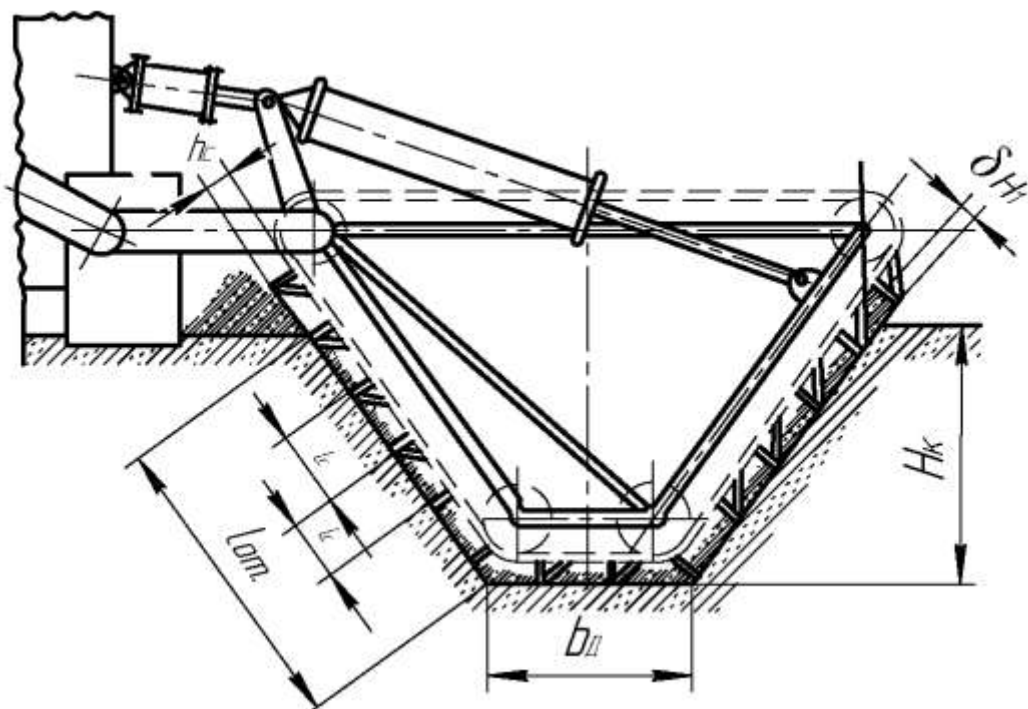


Рисунок 15.1 –Схема машины со скребковым рабочим органов поперечного копания для очистки дна и двух откосов канала, работающих по совмещенной схеме (тип I)

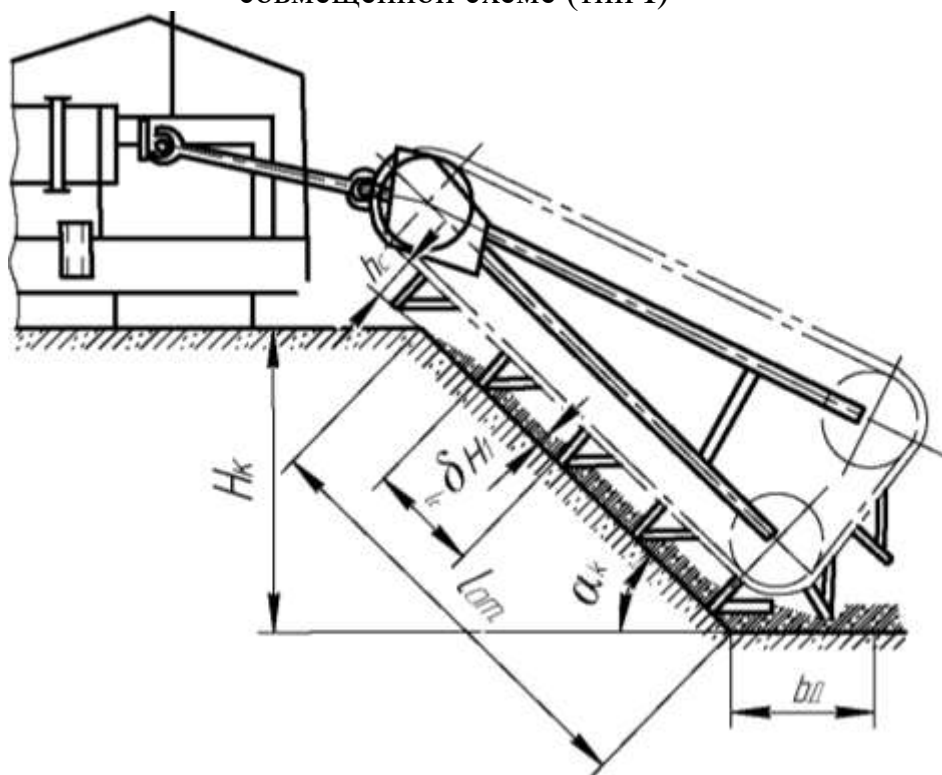


Рисунок 15.2 –Схема машины со скребковым рабочим органов поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающих по совмещенной схеме (тип II)

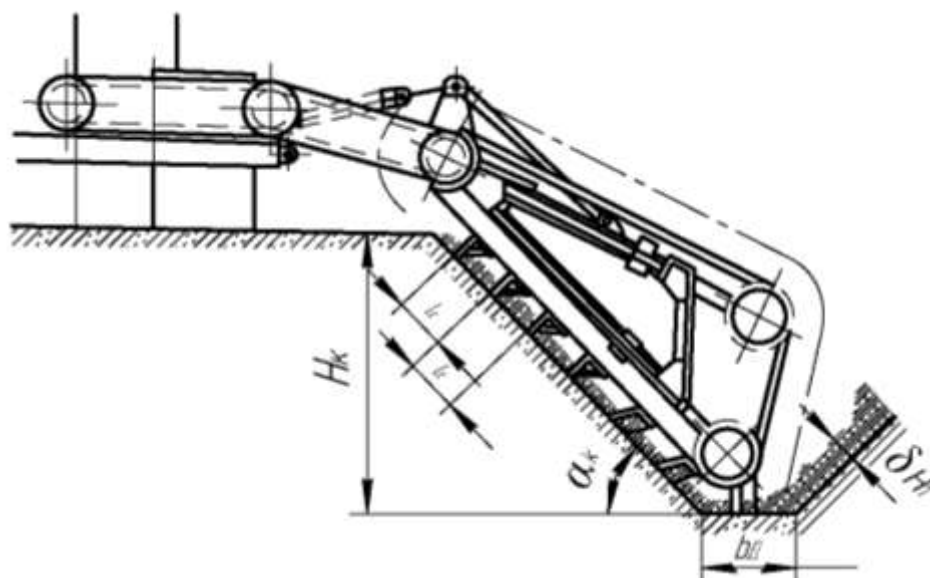


Рисунок 15.3 –Схема машины со скребковым рабочим органов поперечного копания для очистки дна и одного откоса канала, работающих по раздельной схеме (тип III)

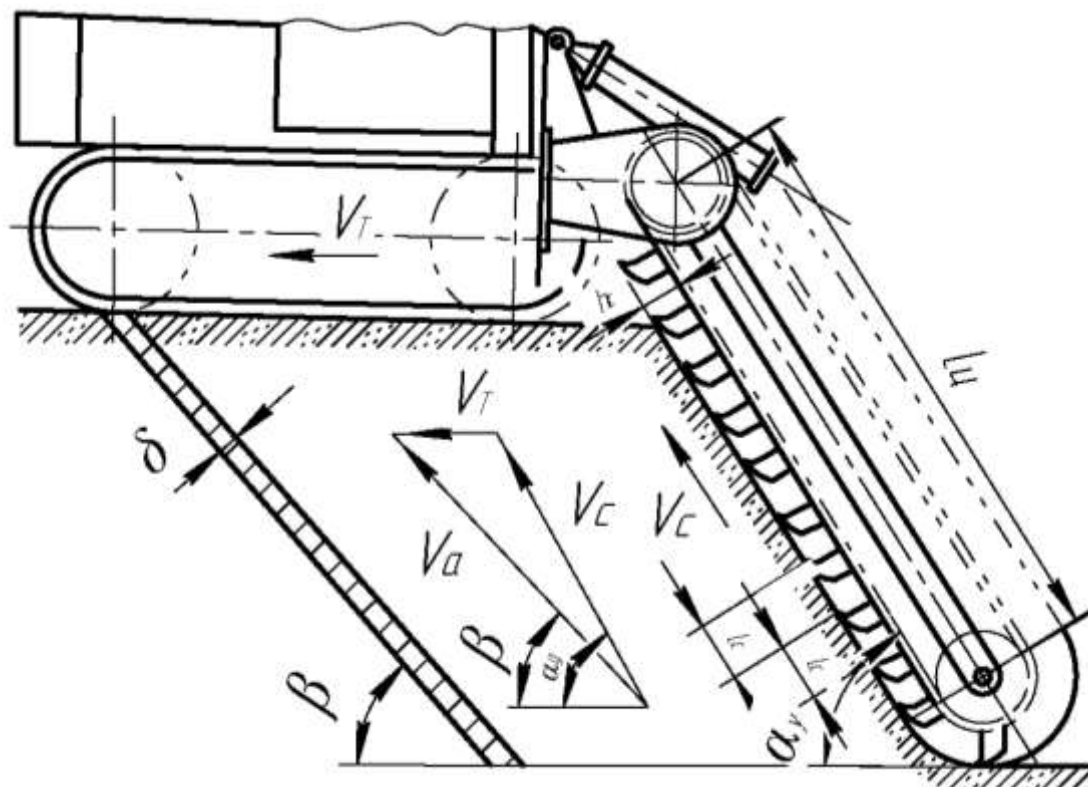


Рисунок 15.4 –Схема машины со скребковым рабочим органов продольного копания, разрабатывающим грунт по совмещенной схеме (тип IV)

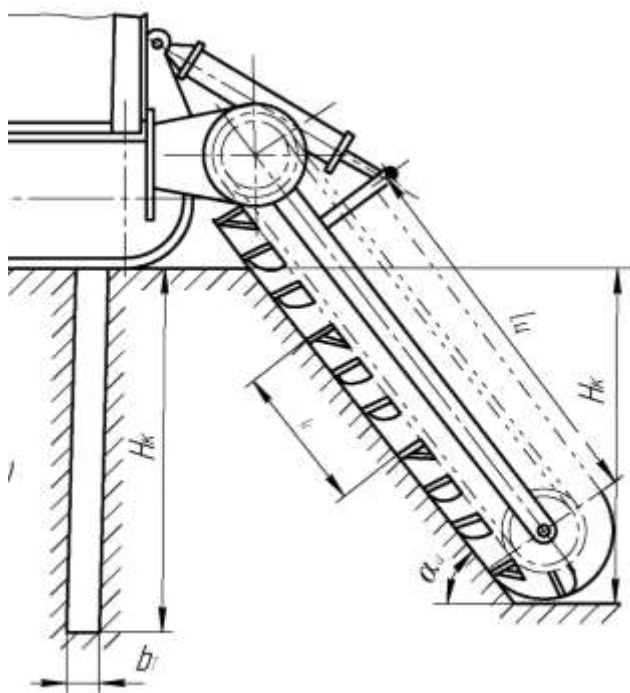


Рисунок 15.5 –Схема машины со скребковым рабочим органом продольного копания, разрабатывающим грунт по раздельной схеме (тип V)

Порядок выполнения расчета: выбор основных параметров рабочего органа; определение мощности двигателя и выбор базовой машины; определение тяговых сопротивлений и тяговый расчет; построение зависимости мощности привода рабочего органа от толщины стружки; определение удельного давления машины на грунт и ее устойчивости.

### **Выбор основных параметров скребкового рабочего органа поперечного копания**

Каналоочистители с цепным скребковым рабочим органом должны перерезать древесные включения, удовлетворительный срез которых происходит при движении рабочей цепи со скоростью  $v_c=2,4\dots5$  м/с.

Меньшие значения скорости относятся к очистке канала с исправлением деформированного сечения. С повышением скорости цепи количество грунта, попадающего (сбрасываемого) в канал, увеличивается.

В процессе работы скребок совершает сложное движение: движение относительно рамы рабочего органа со скоростью  $v_c$  (м/с) и переносное движение со всей машиной со скоростью  $v_k$  (м/с), рис. 15.6.

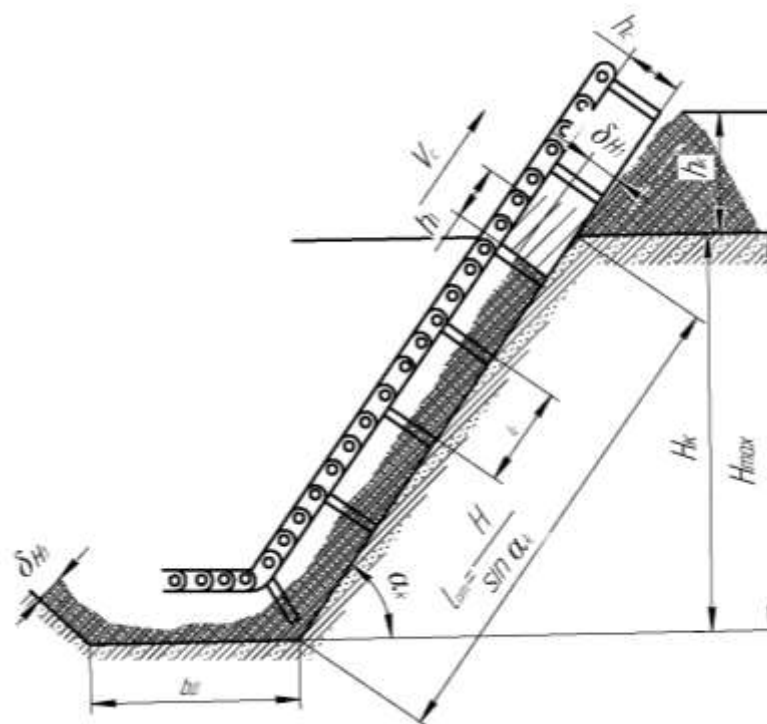
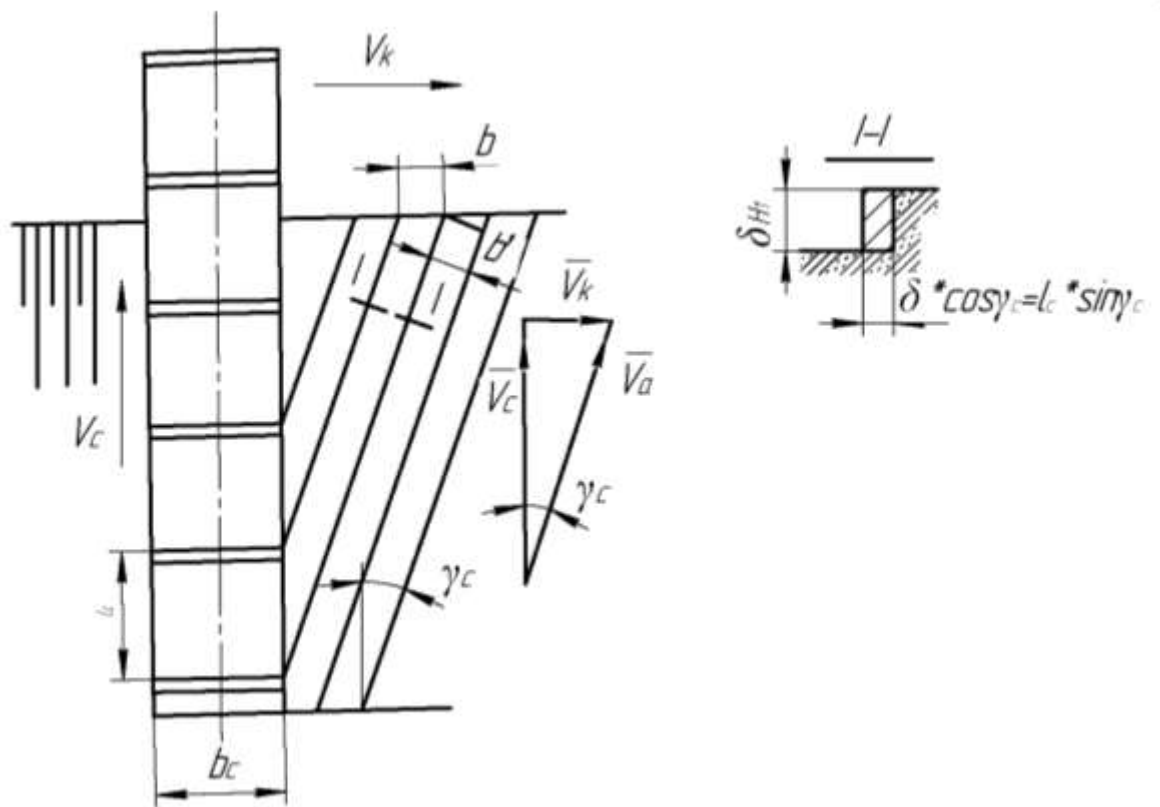


Рисунок 15.6 - Схема к определению основных параметров скребкового рабочего органа поперечного копания

Угол наклона вектора абсолютной скорости  $v_a$  в плоскости рамы рабочего органа  $\gamma_c$  вычисляют по формуле

$$\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{v_k}{v_c}.$$

Значением  $v_c$  задаются, а  $v_k$  (м/ч) определяют по формуле

$$v_k = \frac{\Pi_T}{S_H},$$

где  $\Pi_T$  – заданная техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $S_H$  – площадь поперечного сечения наносов, очищаемых каналоочистителем за один проход, м<sup>2</sup>

$$S_H = \delta_H \left( b'_d + i_o \frac{H_k}{\sin \alpha_k} \right),$$

где  $b'_d$  – очищаемая за один проход ширина дна, м;  $\delta_H$  – толщина наносов, м;  $H_k$  – глубина канала, м;  $\alpha_k$  – угол наклона откоса к горизонту, град;  $i_o$  – число очищаемых откосов.

Ширина стружки грунта по бровке канала  $b$  (м), снимаемая каждым скребком, будет равна подаче на один скребок

$$B = \ell_c \operatorname{tg} \gamma_c,$$

где  $\ell_c$  – шаг скребка, м.

Шаг скребков назначают кратным шагу цепи, но, пока он неизвестен, можно принимать  $\ell_c \geq 0,2$  м. Ориентировочно  $\ell_c = 0,2 \dots 0,4$  м.

Транспортирующая способность скребка определяется его площадью  $S_c$ , м<sup>2</sup>

$$S_c = b_c h_c,$$

где  $b_c$  – ширина скребка, м;  $b_c = (1,1 \dots 2,5) h_c$ ;  $h_c$  – высота скребка, м, предварительно принимают  $h_c = (1,1 \dots 1,35) \delta_{H1}$  ( $\delta_{H1}$  – толщина стружки, снимаемая за один проход, м),

$$\delta_{H1} = \delta_H / i,$$

где  $i$  – число проходов или последовательно работающих цепей.

Объем грунта в плотном теле, срезаемый скребком  $V_o$  (м<sup>3</sup>), вычисляют по формуле

$$V_o = b \delta_{H1} \ell_{\Pi}$$

где  $\ell_{\Pi}$  – периметр канала, очищаемый за 1 проход скребкового рабочего органа, м

$$\ell_{\Pi} = b'_d + i_o \frac{H_k}{\sin \alpha_k}.$$

Принятые размеры скребка проверяют по формуле

$$S_c = b_c h_c = (1,1 \dots 1,5) \frac{V_o k_p}{h_1}$$

где  $k_p$  – коэффициент разрыхления грунта, принимают в зависимости от типа грунта;  $h_1$  – средняя высота заполнения межскребкового пространства, м;  $h_1 = (0,3 \dots 0,5) \ell_c$ , но  $h_1 < h_c$ .

Если размеры скребка не соответствуют значению, найденному по данной формуле, то изменяют его ширину и высоту в допустимых пределах или уменьшают  $\operatorname{tg} \gamma_c = \frac{v_k}{v_c}$ , подбирая  $v_c$  либо изменяя шаг скребка.

После выбора базовой машины уточняют скорость  $v_k$ , ориентируясь на рабочие скорости трактора  $v_T$ .

В случае, если указанные скорости являются неудовлетворительными, то необходимое передаточное число ходоуменьшителя можно найти по формуле:

$$i_{xy} = \frac{v_T}{v_k}.$$

### Усилие копания грунта скребковым рабочим органом

Сопротивление грунта резанию  $F'_c$  (Н) одним скребком типа А (каналоочистители типа I и II) можно определить по упрощенной формуле В. П. Горячкина

$$F'_c = k_c b' \delta_{н1},$$

где  $k_c$  – удельное сопротивление грунта копанию скребком,  $k_c = (1,1 \dots 1,5) k_1$  ( $k_1$  принимают по табличным данным);  $b'$  – ширина стружки, м

$$b' = b \cos \gamma_c,$$

где  $\delta_{н1}$  – толщина стружки (наносов), снимаемая скребком за один проход, м. При очистке канала за один проход  $\delta_{н1} \approx \delta_n$ .

Сопротивление резанию скребками или ножами всей цепи  $F'_k$  (Н) вычисляют по формуле

$$F'_k = F'_c z'_c$$

где  $z'_c$  – число режущих элементов, находящихся в работе одновременно

$$z'_c = \frac{b'_d + i_o \frac{H_k}{\sin \alpha_k}}{\ell_c}$$

Шаг режущих элементов (вертикальных ножей) принимают равным шагу скребков  $\ell_c$ .

### Определение мощности двигателя и подбор базовой машины

Суммарная мощность (кВт) привода для машины со скребковым рабочим органом может быть выражена следующей формулой:

$$N' = N_{po} + N_{nep} + N_d,$$

где  $N_{po}$  – мощность на привод цепного скребкового рабочего органа, кВт

$$N_{po} = \frac{N_k + N_{под} + N_{тр}}{\eta_{po} \eta_{пр}}$$

где  $N_k$ ,  $N_{под}$ ,  $N_{тр}$  – соответственно мощности на копание, подъем и трение грунта в процессе его транспортирования, кВт;  $\eta_{po}$ ,  $\eta_{пр}$  – к.п.д. скребкового рабочего органа и привода ( $\eta_{po} = 0,4 \dots 0,6$ ;  $\eta_{пр} = 0,7 \dots 0,75$ );

$$N_k = \frac{F'_k v_a}{10^3}$$

где  $F'_k$  – общее сопротивление резанию, Н;  $v_a$  – абсолютная скорость скребка, м/с;

$$N_{под} = \frac{\Pi_t \gamma_g H_{max}}{2 \cdot 3,6 \cdot 10^6}$$

где  $\Pi_t$  – техническая производительность, м<sup>3</sup>/ч;  $\gamma_g$  – удельный вес грунта в естественном состоянии, Н/м<sup>3</sup>;  $H_{max}$  – максимальная высота подъема грунта (до вершины образующегося кавальера), м

$$H_{max} = H_k + h_k,$$

где  $H_k$  – глубина канала, м;  $h_k$  – высота кавальера, м, для угла естественного откоса грунта  $\varphi_r = 45^\circ$  и сечения кавальера в виде треугольника

$$h_k = \sqrt{S_H}$$

где  $S_H$  – площадь поперечного сечения наносов, счищаемых каналочистителем за один проход, м<sup>2</sup>;

$$N_{тр} = \frac{\Pi_t \gamma_g f_r \left( b'_d + i_o \frac{H_{max}}{\operatorname{tg} \alpha_k} \right) H_{max}}{2 \cdot 3,6 \cdot 10^6}$$

где  $f_r$  – коэффициент трения грунта по грунту; мощность на передвижение каналочистителя, кВт

$$N_k = \frac{F'_k v_k}{3,6 \cdot 10^6 \eta_{пер}}$$

где  $F'$  – суммарное тяговое сопротивление, Н (см. тяговый расчет);  $v_k$  – скорость каналочистителя, м/ч;  $\eta_{пер}$  – к.п.д. передачи к ходовому механизму,  $\eta_{пер} = 0,75 \dots 0,85$ ;

$N_d$  – мощность на привод дополнительных механизмов, кВт

$$N_d = (0,05 \dots 0,07) (N_{po} + N_{пер}).$$

Трактор (базовую машину) выбирают предварительно по табличным данным с учетом приближенного коэффициента запаса мощности

$$N'_{дв} = (1,3 \dots 1,5) N_{po}$$

Уточненный коэффициент запаса мощности рассчитывают с учетом динамических факторов.

## Подбор скребковой цепи

Скребковую цепь подбирают по разрушающей нагрузке  $F_{\text{раз}}$  и шагу цепи  $\ell_{\text{ц}}$ , кратному величине шага  $\ell_{\text{с}}$ , по ГОСТ 586.

Ниже приведены рекомендуемые параметры цепи:

$\ell_{\text{ц}}$ , мм	40	50	60	78	80	100
$F_{\text{раз}}$ , Н	78500	122 000	196 000	293 000	310 000	490000

$$F_{\text{раз}} = F_{\text{ц}} n_{\text{пр}},$$

где  $F_{\text{ц}}$  – усилие, действующее в цепи, Н;  $n_{\text{пр}}$  – запас прочности,  $n_{\text{пр}} = 6 \dots 9$

$$F_{\text{ц}} = \frac{10^3 (N_{\text{к}} + N_{\text{под}} + N_{\text{тр}}) \eta_{\text{ц}}}{v_{\text{с}}}$$

где  $\eta_{\text{ц}}$  – к.п.д. цепи,  $\eta_{\text{ц}} = \eta_{\text{ро}} = 0,4 \dots 0,6$ .



## 16 ПРОХОДИМОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ПО БОЛОТНО-ТОРФЯНЫМ И ВОДОНАСЫЩЕННЫМ ГРУНТАМ

### Классификация грунтов и типы ходового оборудования мелиоративных машин. Проходимость машин по болотно-торфяным грунтам

Несущим основанием мелиоративных машин для осушения являются торфяно-болотистые грунты, которые классифицируются:

**по степени осушения:** неосушенные, слабоосушенные и осушенные;

**по степени разложения торфа:** слаборазложившиеся (до 20%), среднего разложения (20-40%) и сильноразложившиеся (свыше 40%);

**по природе образования:** низинные, верховные и переходные болота.

**по характеру взаимодействия** с ходовым оборудованием мелиоративных машин грунты делятся на следующие группы:

1. Очень плотные, сухие, практически не дающие колеи (накатанные дороги, искусственно уплотненный грунт);

2. Плотные и средней плотности и влажности, уплотняющиеся под нагрузкой (супесчаные и суглинистые грунты естественной плотности);

3. Рыхлые и очень рыхлые, прессующиеся грунты, сильно уплотняются под нагрузкой и образуют значительную колею (осушенные торфяники, глубокоразрыхленный грунт);

4. Грунты находящиеся в пластическом состоянии, мало уплотняются, но легко выдавливаются под нагрузкой (заболоченные, избыточно увлажненные, неосушенные торфяники и сухие песчаные).

**По типу ходового оборудования** мелиоративные машины классифицируются: на колесном, гусеничном, лыжном ходу и шагающие.

На грунтах 1 и 2-й группы и частично на 3-й работают большинство ирригационных машин (оросительные, обводняющие, дождевальные машины) на колесном ходу. На грунтах 4-й группы можно применять только машины на гусеничном ходу.

**Проходимость** – способность машины к перемещению с нужной скоростью, преодолению всех сопротивлений перемещению при нормальных рабочих нагрузках по деформирующемуся грунту.

Проходимость мелиоративных машин характеризуется следующими свойствами:

1. Опорно-временные, оценивающие несущую способность гусениц за период взаимодействия их с грунтом, определяющие глубину образуемого следа.

2. Тягово-сцепные, оцениваемые коэффициентом сопротивления качению трактора, коэффициентом сцепления гусениц с грунтом и буксованием.

3. Конструктивно-высотные свойства, характеризующие способность трактора двигаться без создания «бульдозерного эффекта» деталями днища.

4. Поворотливость трактора, оцениваемая наименьшим относительным радиусом поворота.

### **Проходимость машин на жестких пневматических колесах. Повышение проходимости колесных движителей по слабонесущим грунтам**

Преимущества пневматических колес:

1. При качении по деформирующемуся грунту обладают меньшим тяговым сопротивлением (30-40%) по сравнению с жесткими. Это объясняется тем, что деформация пневматической шины уменьшает ее кривизну на дуге контакта шины с грунтом. Опорная поверхность передней и задней частей колеса увеличивается и точка приложения равнодействующей грунта у колеса смещается назад, в отличие от жесткого колеса.

2. При качении жесткого колеса грунт вспучивается впереди обода и прорезается ободом колеса, при этом увеличивается сопротивление перекачивания колеса.

Проходимость машин на пневматическом ходе оценивается несущей способностью почвы:

$$p_{\text{нес}} = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S},$$

где  $A_0$  – сопротивление сжатию данного вида и состояния торфа, Н/м<sup>2</sup>;

$B_0$  – сопротивление срезу по периметру опорной поверхности, Н/м;

$\Pi$  – периметр опорной поверхности, м;

$S$  – площадь опорной поверхности, м<sup>2</sup>.

Улучшить проходимость колесных машин можно путем уменьшения давления в пятне контакта, следующими методами:

- увеличить диаметр и ширину колеса;
- применять шины с низким давлением;
- уменьшить нагрузку на колесе;
- увеличить опорную поверхность колеса (сдвигание колес).

### **Проходимость машин на гусеничном ходу**

#### **Влияние среднего удельного давления на проходимость машин**

Высокая влажность (до 90%) осушенного торфа обуславливает малую упругость и пластические свойства грунта. При движении гусеничной машины возникает касательная сила тяги, приложенная к грунтозацепам гусеницы. Эта сила вызывает растяжение, сжатие и сдвиг в дерновом слое. Проходимость машины будет обеспечиваться пока данная сила не создаст в дерновом слое напряжения, превышающие прочность дернины и деформация от вертикальной нагрузки не нарушит целостность слоя.

Если сцепление в дерновом покрове не достаточно, то под действием касательной силы тяги дернина будет разрушена, коэффициент сцепления снизится, возрастет буксование и машина будет не способна нести нагрузку.

Показателем для оценки давления на почву служит среднее удельное давление  $q$ , Н/см<sup>2</sup>

$$q = \frac{G}{2bL},$$

где  $G$  – эксплуатационный вес трактора, Н;

$b$  – ширина гусеницы, м;

$L$  – опорная длина гусеницы, м.

Как видно, при постоянстве веса трактора и увеличение площади контакта, среднее удельное давление уменьшается. Это влечет увеличение касательной силы тяги. Допустимая величина среднего удельного давления для тракторов, работающих на неосушенном болоте, не должна превышать  $(0,16-0,20)10^5$  Н/м<sup>2</sup>, а для работы на осушенных торфяниках  $(0,25-0,30)10^5$  Н/м<sup>2</sup>.

Однако необходимо учитывать соотношение линейных размеров гусениц. При определении среднего удельного давления вдоль опорной поверхности необходимо учитывать следующее, что величина и точка приложения максимального удельного давления будет зависеть от следующих факторов:

1. Несовпадение проекции центра тяжести базовой машины с серединой опорной поверхности;

2. Величины, направления и точки приложения равнодействующей реакции грунта на рабочее оборудование;

Это суммарное действие рассмотренных факторов вызывает смещение центра давления базовой машины от середины опорной поверхности, что в значительной мере изменяет эпюру опорных давлений под гусеницами.

### **Влияние максимального удельного давления на проходимость машин**

Для необходимости условия проходимости гусеничных машин по торфяной залежи необходимо чтобы максимальное удельное давление гусеницы должно быть меньше несущей способности гусеницы для данного типа грунта.

$$Q_{\max} < Q_{\text{нес}}$$
$$Q_{\text{нес}} = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S},$$

где  $A_0$  – сопротивление сжатию данного вида и состояния торфа, Н/м<sup>2</sup>;

$B_0$  – сопротивление срезу по периметру опорной поверхности, Н/м;

$\Pi$  – периметр опорной поверхности, м;

$S$  – площадь опорной поверхности, м<sup>2</sup>.

Для эффективного использования болотных тракторов условиями для проходимости являются:

$$Q_{\max} < Q = f(h) \text{ при } h = h_{\text{доп}}$$

где  $h_{\text{доп}}$  – допустимая глубина колеи, м.

$$Q_{\max} < Q = f(\delta) \text{ при } \delta = \delta_{\text{доп}}$$

где  $\delta_{\text{доп}}$  – допустимая величина буксования, %.

Первый случай, когда способность гусеничного движителя создавать полезную тягу ограничивается глубиной колеи, характерен для работы тракторов на торфоболотах без дерного слоя.

Второй случай, когда способность гусеничного движителя создавать полезную тягу ограничивается величиной допустимого буксования, характерен для работы тракторов на торфоболотах, имеющих прочный поверхностный слой.

В зависимости от отношения ( $l_k/l_{зв}$ ) форма эпюр давлений имеет различную форму (треугольник и трапеция). Тогда, значение максимального давления определится по формуле:

$$P_{\max} = k_n P_{\text{ср}}$$

где  $k_n$  - коэффициент неравномерности распределения давления;

$P_{\text{ср}}$  – среднее давление гусениц на грунт.

### **Влияние сцепления гусениц с грунтом на проходимость машины**

Коэффициент сопротивления качению гусеничной машины состоит из двух компонентов:  $f = f_m + f_{\text{п}}$ , выражающих соответственно внешние и внутренние потери, тогда КПД гусеничного движителя:

$$\eta = \eta_{\delta} \eta_f = (1 - \delta) \left( \frac{P_o - P_f}{P_o} \right) = (1 - \delta) \left( \frac{\varphi - f_{\text{п}}}{\varphi + f_m} \right)$$

где  $P_o$  – суммарное окружное усилие на ведущих звездочках гусениц

$$P_o = (\varphi + f_m) Q$$

$P_f$  – сила сопротивления качению машины  $P_f = (f_m + f_{\text{п}}) Q$

$Q$  – нагрузка на гусенице, Н;

$\varphi$  - коэффициент использования сцепного веса машины.

$$f_{\text{п}} \leq \varphi \leq \varphi_{\text{сц}}$$

где  $\varphi_{\text{сц}}$  – коэффициент сцепления гусениц с грунтом.

Повышение влажности почвы ведет к увеличению внешних потерь. Это объясняется попаданием абразивных частиц грунта в шарниры гусениц, беговые дорожки, на направляющие и ведущие колеса.

Тяговое усилие машины ограничивается условиями сцепления:

$$F_{\text{т.сц}} = F_{\text{кр.сц}} = F_{\text{к.сц}} - R_1 f = G_{\text{сц}} k_{\text{сц}} - G_{\text{сц}} f$$

где  $F_{\text{к.сц}}$  – максимальное касательное усилие на гусеницах по сцеплению, кН;  $G_{\text{сц}}$  – сцепной вес, кН;

$k_{\text{сц}}$ ,  $f$  – соответственно коэффициенты сцепления и сопротивления движению.

При повышении тягового усилия с увеличением коэффициента сцепления и снижением коэффициента сопротивления движению при постоянном сцепном весе проходимость увеличивается.

### Влияние дифферента машины на проходимость

Дифферент – это угол наклона опорной поверхности машины к горизонту.

$$\operatorname{tg}\Delta = \frac{\Delta h}{L},$$

где  $\Delta h$  – разность погружений переднего и заднего опорных колес движителя, м;  $L$  – длина опорной поверхности, м.

При движении машины по слабонесущим грунтам происходит разрушение грунта вдоль опорной поверхности и несущая способность грунта спереди больше, чем сзади. Из-за этого, а также неравномерного распределения давлений вдоль опорной поверхности машина движется с дифферентом – положительным при наклоне назад и отрицательном при наклоне вперед. Наименьшие значения удельных давлений получаются в транспортном положении при положительном дифференте  $1^{\circ}50'$  для эластичной и  $1^{\circ}15'$  для жесткой гусеницы и соответственно под нагрузкой  $0^{\circ}40'$  и  $0^{\circ}33'$ .

Дорожный просвет (клиренс) должен быть не менее

$$h_{\min} = 1,1h_{\text{нер}}$$

где  $h_{\text{нер}}$  – максимальная высота неровностей.

Обычно  $h_{\min} > 400-500$  мм. Учитывая дифферент машины назад, минимальный дорожный просвет желательно иметь спереди или в средней части машины, а сзади

$$h_{\max} = h_{\min} + h_{\text{кол}}$$

где  $h_{\text{кол}}$  – глубина колеи под задними звеньями гусениц.

Скорость движения не оказывает существенное влияние на проходимость машины, но с ее увеличением свыше 3 км/ч снижается глубина следа, коэффициент буксования и сопротивление передвижению.

Во избежание образования призмы волочения перед лобовыми участками гусениц угол подъема гусеничной ленты должен быть равным  $22-34^{\circ}$ .

По величине отношения шага катков к шагу звеньев гусениц различают многоопорные движители ( $l_{\text{к}}/l_{\text{зв}} \leq 2$ ) и малоопорные при ( $l_{\text{к}}/l_{\text{зв}} \geq 2$ ). Для более равномерного распределения давления под катками и между ними данное отношение должно быть в пределах  $l_{\text{к}}/l_{\text{зв}} = 1,7-2,0$ . Звенья гусениц должны иметь отверстия для пропуска воды, выжимаемой из влажного грунта. Наибольшая проходимость будет достигаться путем увеличения ширины гусеницы, нежели ее длины путем увеличения числа грунтозацепов.

## 17 КЛАССИФИКАЦИЯ, МАРКИРОВКА И СПЕЦИФИКА ПОЖАРНОЙ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

**Пожарная, аварийно-спасательная техника** – это специальные средства механизации, используемые пожарными, аварийно-спасательными подразделениями при выполнении работ при тушении пожаров, предупреждения, ликвидации аварий и катастроф.

Пожарная, аварийно-спасательная техника (рис. 17.1) классифицируется на:

- аварийно-спасательные автомобили;
- пожарные автомобили;
- вспомогательные пожарные аварийно-спасательные автомобили;
- специальные пожарные аварийно-спасательные автомобили;
- инженерная техника;
- аварийно-спасательные автомобили целевого применения;
- аварийно-спасательный инструмент;
- авиационные и воздушно-десантные средства;
- суда, катера и т.д.

При проведении аварийно-спасательных работ используется так же другая специальная техника и средства малой механизации.

К ним относятся:

- средства связи, оповещения и управления;
- средства радиационной, химической и биологической защиты;
- автомобильная техника;
- робототехнические средства;
- приборы поиска пострадавших;
- медицинская техника.

В настоящее время на оснащении МЧС России находится ряд аварийно-спасательных машин.

**Аварийно-спасательные машины (АСМ)** – транспортные средства, предназначенные для доставки расчетов спасателей и специального оборудования к месту чрезвычайной ситуации.

В зависимости от грузоподъемности аварийно-спасательные машины классифицируются:

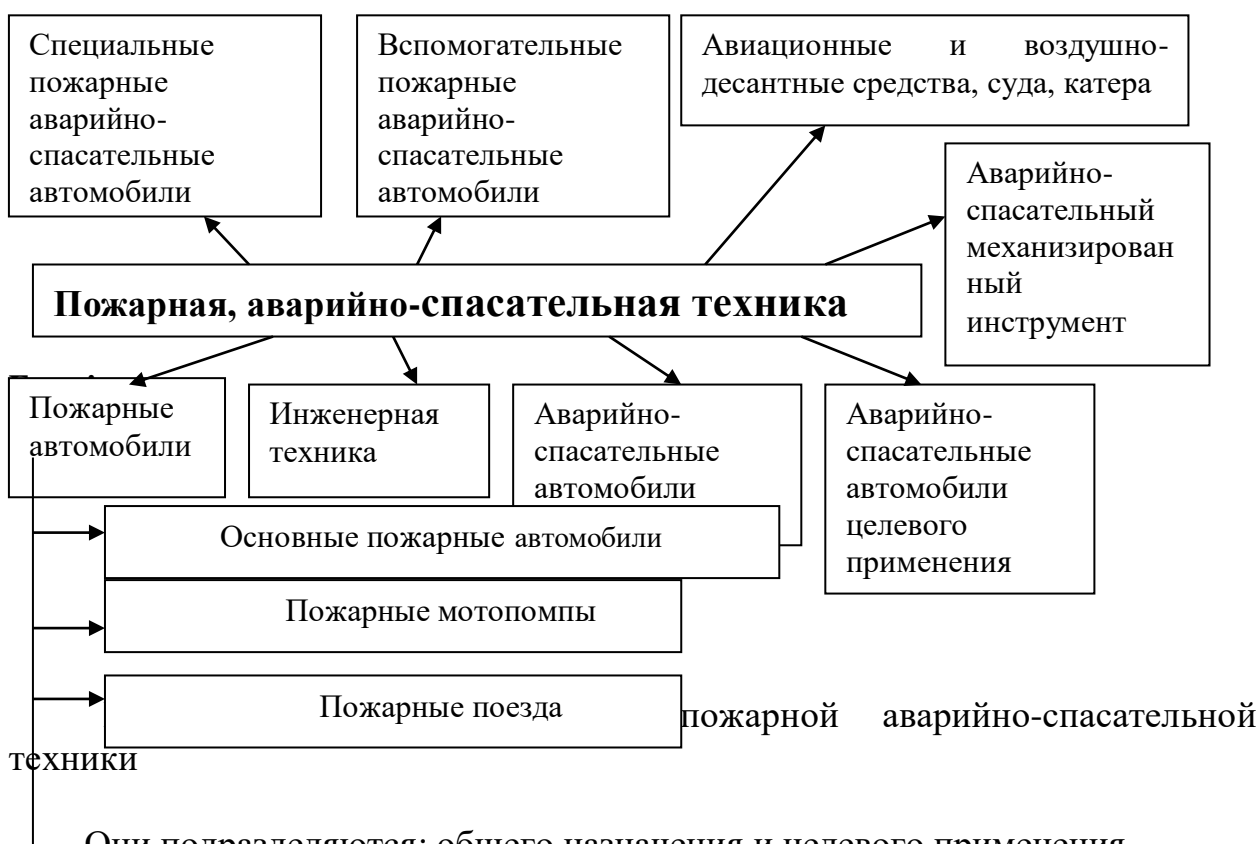
- особо большого класса (более 8 т);
- большого класса (5-8 т);
- среднего класса (3-5 т);
- легкого класса (1-3 т);
- сверхлегкого класса (до 1 т).

К пожарным машинам относятся: основные пожарные автомобили, пожарные мотопомпы, пожарные поезда и другие моторизированные средства.

Основные пожарные автомобили (рис. 17.2) предназначены для:

1) экстренной доставки к месту пожара боевого расчета, огнетушащих веществ и пожарно-технического вооружения;

2) подачи огнетушащих веществ в очаги пожара и выполнения боевым расчетом работ по спасению людей и тушению пожара.



Они подразделяются: общего назначения и целевого применения.

Основные пожарные автомобили общего применения предназначены для тушения пожаров в городах и населенных пунктах (пожарные автоцистерны, пожарные автонасосы и пожарные насосно-рукавные автомобили).

Основные пожарные автомобили целевого применения используются для тушения пожаров на промышленных предприятиях. Участвуют при тушении крупных, сложных и специфических пожаров (воздушно-пенного, порошкового, газоводяного, аэродромного тушения).

Специальные пожарные аварийно-спасательные автомобили предназначены для выполнения специальных работ. Их можно условно разделить на группы: обеспечения управления тушением пожара (штабные, связи и освещения) и обеспечения боевых действий подразделений МЧС (освещения, газодымозащитной службы, пожарные автомобильные лестницы) (рис. 17.3).

Вспомогательные пожарные аварийно-спасательные автомобили обеспечивают бесперебойную работу пожарных аварийно-спасательных машин при тушении крупных и продолжительных пожаров и аварий. Они не используются непосредственно в боевой работе, а осуществляют подвоз к месту пожара личного состава, пожарно-технического вооружения (ПТВ),

огнетушащих средств. Это автотопливозаправщики, передвижные ремонтные мастерские, диагностические лаборатории (рис. 17.4).

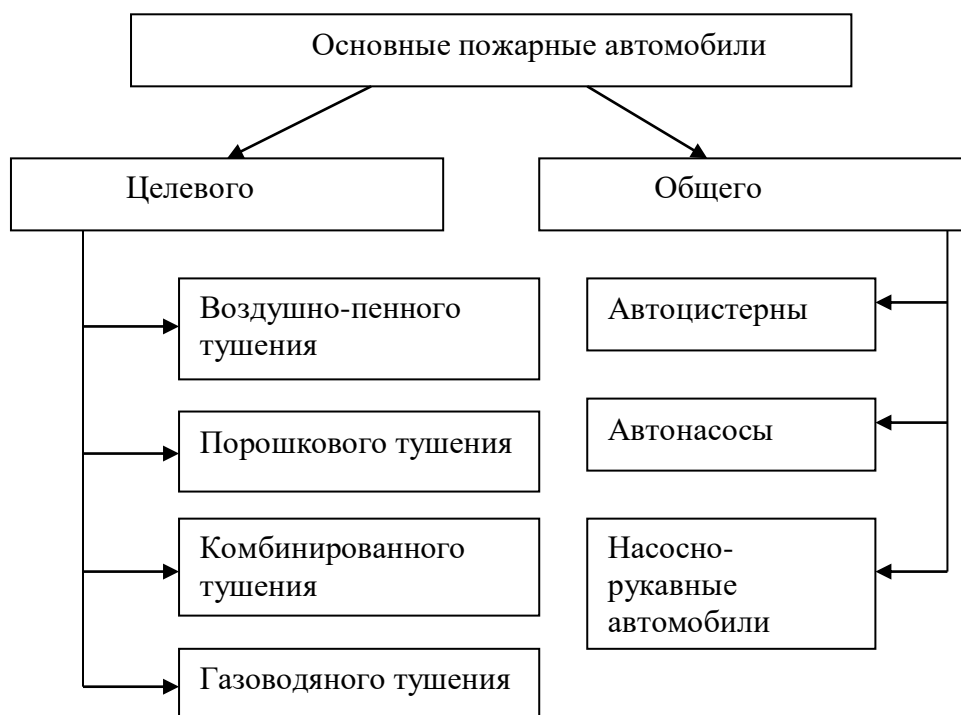


Рисунок 17.2 - Классификация основных пожарных автомобилей

Аварийно-спасательные автомобили предназначены для выполнения работ по спасению людей, разборке и вскрытию конструкций. Они оснащены необходимым оборудованием, механизированным инструментом и приспособлениями.

Аварийно-спасательные автомобили целевого применения выполняют работу по ликвидации аварий и катастроф в специфических условиях с организацией служб: химической, радиационной, медицинской и т.д.).

По приспособленности пожарных аварийно-спасательных автомобилей к работе в различных дорожных условиях различают автомобили обычной проходимости, повышенной и высокой.

Все автомобили по общему числу колес и количеству ведущих колес условно обозначают «колесной формулой», в которой первая цифра указывает общее число колес автомобиля, а вторая – количество ведущих колес.

На вооружении подразделений МЧС находятся пожарные аварийно-спасательные автомобили: ограниченной проходимости 4x2 (двухосный автомобиль с одной ведущей осью ЗиЛ-130, ГАЗ-53А); повышенной проходимости: 4x4 (двухосный автомобиль с двумя ведущими мостами (ГАЗ-66), 6x4 – трехосный автомобиль с двумя ведущими мостами (КамАЗ-43105, ЗиЛ-133ГЯ), 6x6 – трехосный автомобиль со всеми ведущими мостами (ЗиЛ-131, Урал-375), высокой проходимости 8x8 – четырехосный автомобиль со всеми ведущими осями (МАЗ-7310).





Рисунок 17.3- Классификация пожарных аварийно-спасательных автомобилей

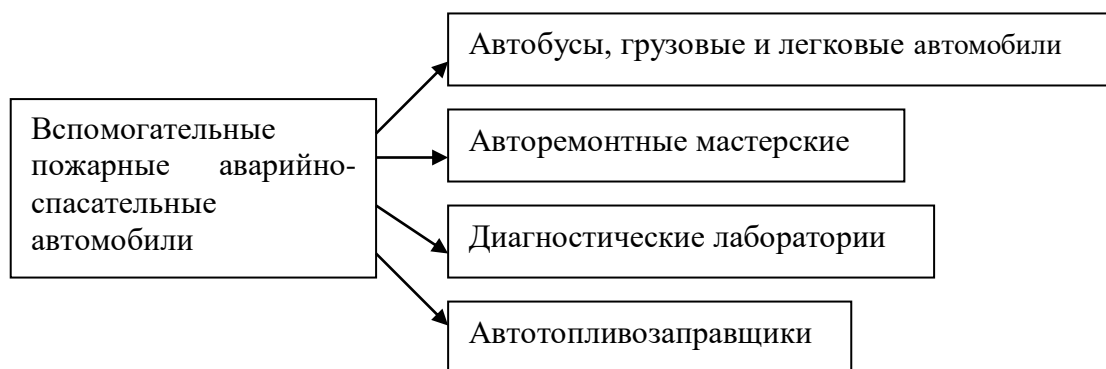


Рисунок 17.4 - Классификация вспомогательных пожарно-аварийно-спасательных автомобилей

По полной массе, от которой зависит количество вывозимых огнетушащих веществ, ПТВ, оборудования:

легкие – до 6 т.

средние – от 6 до 12 т.

тяжелые – свыше 12 т.

По виду потребляемого топлива: карбюраторные, дизельные, газобаллонные.

В системе МЧС введена специальная маркировка, в соответствии с которой показывается вид автомобиля, главный параметр тактико-технической характеристики, его базовое шасси и заводской номер модели.

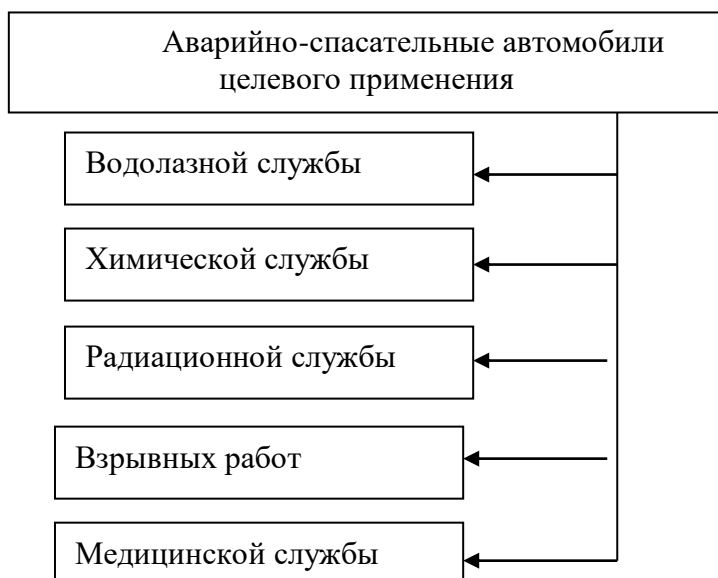


Рисунок 17.5- Классификация аварийно-спасательные автомобили целевого применения

Начальные буквы марки автомобиля обозначают его вид, цифры после дефиса – главный параметр тактико-технической характеристики, цифры в скобках – марка базового автомобиля.

Следующие за скобкой цифровые и буквенные обозначения показывают модель завода-изготовителя. При изменении конструкции отдельных специальных агрегатов завод указывает номер модели.

Основные пожарные автомобили в зависимости от типа вывозимых огнетушащих веществ и способы их подачи классифицируются на следующие типы:

- АА – пожарный аэродромный автомобиль;
- МАП – пожарный микроавтомобиль;
- АПТ – пожарный автомобиль пенного тушения;
- ПНС – пожарная автонасосная станция;
- АЦ – пожарная автоцистерна;
- АЦ(Б) – автоцистерна бронированная;
- АЦЛ – пожарная автоцистерна с лестницей;
- АЦКП – пожарная автоцистерна с коленчатым подъемником;
- АП – пожарный автомобиль порошкового тушения;
- АКТ – пожарный автомобиль комбинированного тушения;
- АГТ – пожарный автомобиль газового тушения;
- АПП – пожарный автомобиль первой помощи;
- ППП - пожарный пеноподъёмник;
- АПСЛ – пожарно-спасательный автомобиль с лестницей.
- АГВТ – пожарный автомобиль газовой тушения;
- АНР – пожарный автомобиль насосно-рукавный;
- АВД – пожарный автомобиль с насосом высокого давления;
- АПС – пожарно-спасательный автомобиль;

Специальные пожарные автомобили в зависимости от типа выполняемых работ, сопровождающих тушение пожара классифицируются на следующие типы:

- АСО – пожарный автомобиль связи и освещения;
- АГ – пожарный автомобиль газодымозащитной службы;
- АД – пожарный автомобиль дымоудаления;
- АСА – пожарный аварийно-спасательный автомобиль;
- АЛ – пожарная автолестница;
- АПК – пожарный коленчатый автоподъемник;
- АЛЦ – пожарная автолестница с цистерной;
- АПКЦ – пожарный коленчатый автоподъемник с цистерной;
- АСА МК – аварийно-спасательный автомобиль модульной комплектации;
- АВЗ – пожарный водозащитный автомобиль;
- АР – пожарный рукавный автомобиль;
- АШ – пожарный штабной автомобиль;
- АЛП – пожарная автолаборатория;
- АПРСС – пожарный автомобиль профилактики и ремонта средств связи;
- АДПТ – автомобиль диагностики пожарной техники;
- АБГ – пожарный автомобиль - база ГДЗС;
- АПТС – автомобиль пожарной технической службы;
- АОПТ – автомобиль отогрева пожарной техники;
- ПКС – пожарная компрессорная станция;
- АОС – пожарный оперативно-служебный автомобиль;
- АТ – пожарно-технический автомобиль;
- ПП – пожарный прицеп;
- КП – пожарный контейнер.

Для эксплуатации в условиях Севера предназначены ПА в северном исполнении. Такие автомобили в буквенном обозначении имеют символ (С), например, АЦ(С).

После буквенного обозначения типа ПА указывается отличительная характеристика изделия в виде величины его основного параметра.

Цифры, заключенные в скобки, обозначают модель базового шасси, а последующие две или три цифры обозначают номер модели ПА, выпущенной предприятием-изготовителем. После индекса модели могут быть даны буквенные обозначения, указывающие на модернизацию изделия (А – первая, Б – вторая и т.д.), а следующие за этим цифры – модификацию. Например:

АЦ-40(431410)63Б – пожарная автоцистерна на шасси ЗИЛ-431410, с пожарным насосом производительностью 40 л/с, номер модели 63, модернизация Б.

АЦ-3-40/4(43206)003-ПС ТУ – пожарная автоцистерна на шасси УРАЛ-43206, ёмкость цистерны 3 м<sup>3</sup>, с комбинированным насосом (подача ступени нормального давления 40 л/с, ступени высокого давления 4 л/с), модель 003.

АП-5(53213)196 – пожарный автомобиль порошкового тушения с массой вывозимого (полезного) порошка 5000 кг, на шасси КамАЗ-53213, модель 196.

АЛ-30(131)ПМ-506Д – пожарная автолестница высотой 30 метров на шасси ЗИЛ-131, модель ПМ-506, модернизация Д.

АСА-20(43101)ПМ-523 – пожарный аварийно-спасательный автомобиль на шасси КамАЗ-43101 со стационарно установленным электрогенератором мощностью 20 кВт, модель ПМ-523.

## 18 ОСНОВНЫЕ ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Пожарные автоцистерны наиболее распространенные среди основных типов пожарных автомобилей.

Условно они автоцистерны подразделяются на 3 группы:

- 1) *легкие* – вместимость цистерны для воды до 2 м<sup>3</sup>;
- 2) *средние* – вместимость цистерны для воды от 2 до 4 м<sup>3</sup>;
- 3) *тяжелые* – вместимость цистерны для воды свыше 4 м<sup>3</sup>.

Основными элементами пожарной автоцистерны являются:

- базовое шасси с кабиной водителя или специальной кабиной для размещения водителя и расчета;
- кабина для размещения расчета в виде отдельного модуля;
- отсеки кузова для размещения насосной установки и ПТВ;
- сосуды для огнетушащих веществ (ОТВ);
- насосная установка с коммуникациями;
- дополнительные трансмиссии привода насосной установки;
- пожарный лафетный ствол;
- дополнительное электрооборудование;
- система дополнительного охлаждения двигателя;
- система обогрева салона.

В зависимости от назначения и конструктивного исполнения АЦ могут быть оборудованы дополнительными устройствами.

Для изготовления отечественных пожарных автоцистерн в настоящее время производители применяют автомобильные шасси обычной (4×2, 6×4) или повышенной (4×4, 6×6, 8×8) проходимости таких предприятий как ЗИЛ, Урал, КамАЗ, ГАЗ, МАЗ в стандартном исполнении.

При этом основные части автомобилей – двигатель, трансмиссия, ходовая часть, механизм управления сохраняются, или в некоторые вносятся изменения. Так, двигатель, работая на насос в летнее время в стационарном режиме, может перегреваться. Поэтому в систему охлаждения вводится дополнительный теплообменник, который соединяется трубами с пожарным насосом.

Разрежение в полости центробежного насоса при заборе воды из посторонней емкости осуществляется с помощью газоструйного вакуум-аппарата. Оно создается отработавшими газами двигателя, которые также используются в зимнее время для обогрева насосного отделения и воды в цистерне.

Существенные изменения вносят в электрооборудование автомобиля. В него дополнительно включаются приборы освещения (кабина расчета, отсеки кузовов, насосного отделения, а также площадки около него), световая и звуковая сигнализация и необходимые контрольно-измерительные приборы.

С кабиной водителя наиболее часто жестко соединена цельнометаллическая кабина расчета. В отсеках кузова и на крыше

автомобиля размещено пожарное оборудование. К элементам кузова закреплены баки для пенообразователя.

Огнетушащие жидкости на автоцистерне подаются насосной установкой. Она включает: пожарный насос, водопенные коммуникации, пеносмеситель и вакуумную систему. Насосные установки размещаются сзади пожарного автомобиля или посередине. Передача мощности от двигателя к насосу осуществляется через дополнительную трансмиссию, состоящую из коробки отбора мощности и карданной передачи. В случае заднего расположения установки дублируются приводы управления сцеплением и дроссельной заслонкой карбюратора (или рейкой ТНВД). Таким образом, изменение режимов работы насоса можно производить как из кабины водителя, так из насосного отделения.

Наиболее массовыми пожарными автоцистернами в настоящее время являются АЦ-40(431410)63Б и АЦ-40(131)137А. Пожарная автоцистерна АЦ-40(431410)63Б (рис. 18.1) смонтирована на автомобильном шасси ЗИЛ-431410 с колёсной формулой 4×2.



Рисунок 18.1 - Пожарная автоцистерна АЦ-40(431410)63Б

На автомобиле установлен V-образный восьмицилиндровый четырёхтактный карбюраторный двигатель ЗИЛ-508 мощностью 110 кВт (150 л.с.). За трёхместной кабиной водителя располагается четырёхместная кабина расчёта, жёстко соединённая с первой. За кабиной расчёта установлена цистерна с 2350 литрами воды. В верхней части цистерны - бак пенообразователя ёмкостью 165 литров.

Привод пожарного насоса осуществляется от двигателя автомобиля через коробку перемены передач и дополнительную трансмиссию, состоящую из коробки отбора мощности (КОМ), установленной на крышке

коробке перемены передач (КПП), двух карданных и одного промежуточного вала.

Пожарная автоцистерна АЦ-40(131)137А (рис. 18.2) по общему устройству напоминает АЦ-40(431410)63Б. На крыше кабины автоцистерны стационарно устанавливается управляемый из кабины лафетный ствол, имеющий производительность 20 л/с.

На современных моделях пожарных автоцистерн зачастую цистерну и пенобак выполняют в виде единого сварного блока, как это сделано, например, на АЦ-2,5-40(433362)ПМ-540 (рис. 18.3).



Рисунок. 18.2 Пожарная автоцистерна АЦ-

Базовая машина - шасси ЗИЛ-433362 (4×2) с бензиновым двигателем мощностью 110 кВт (150 л.с.). Машина оснащена стационарной насосной установкой с пожарным насосом ПН-40УВ. На автоцистерне применен модульный принцип компоновки пожарной надстройки.

Модуль цистерна-пенобак выполнены заодно – внутри корпуса цистерны с полезным объемом 2,5 м<sup>3</sup> монтируется бак для пенообразователя емкостью 200 л.

Современные пожарные автоцистерны в последнее время оборудуют насосными установками, обеспечивающими подачу воды как с нормальным, так и с высоким давлением. Наличие насоса высокого давления позволяет создавать мелкораспыленные водяные струи, обладающие повышенной огнетушащей эффективностью.



Рисунок 18.3 Пожарная автоцистерна АЦ-2,5-40(433362)ПМ-540

Зачастую вместо традиционного пожарного насоса нормального давления ПН-40УВ устанавливается современная насосная установка отечественного производства, состоящая из комбинированного центробежного насоса НЦПК 40/100-4/400, вакуумного насоса объемного типа и катушки с рукавом высокого давления.

Пожарные автоцистерны легкого типа как правильно смонтированы на шасси с колесной формулой 4×2. Например ЗИЛ-530104 или ЗИЛ-5301ГА, оборудованы ёмкостями от 800 до 1400 литров, баками для пенообразователя на 80-150 литров, пожарными насосами ПН-20, НЦПВ-4/400 или НЦПК-40/100-4/400.

Пожарные автоцистерны на шасси КамАЗ обычной и повышенной проходимости АЦ-7-40(53215)ПМ-524 с колесной формулой 6×4 и АЦ-5-30(43118)ПМ-525 с колесной формулой 6×6 имеют модульную компоновку пожарной надстройки, оснащаются цистернами для воды объемом 7 и 5 м<sup>3</sup>, соответственно, пенобаками объемом 450 и 350 литров и пожарными насосами нормального давления с номинальной подачей до 40 л/с. Машины могут комплектоваться по специальному заказу пожарными насосами высокого давления и комбинированными насосами, в том числе зарубежного производства. Вместо классического ПН-40УВ на этих автоцистернах возможна установка насосов НЦПН-40/100, НЦПК-40/100-4/400, НЦПВ-4/400, НЦПВ-20/200, Ziegler-FP16/8-2H с номинальной подачей 50 л/с и других.





Рисунок 18.4- Пожарная автоцистерна лёгкого типа АЦ-0,8-4 (432720)ПМ-541

По такому же принципу на базовом шасси КамАЗ-53211 с колесной формулой 6x4 устанавливается пожарная автоцистерна АЦ-6,0-40/4(53211)1ДД. За 7-местной кабиной расчета монтируется обогреваемая цистерна на 6 м<sup>3</sup> воды и 600-литровый бак для пенообразователя с пеносмесителем.



Рисунок 18.5- Пожарные автоцистерны моделей ПМ-524 и ПМ-525

Особую группу автоцистерн составляют так называемые автоцистерны упрощённые (АЦУ или АЦП), на которых за счёт отказа от салона личного состава и сокращения численности расчёта до 3-х человек количество возимой воды увеличено почти в два раза по сравнению со стандартными.

На пожарных автомобилях устанавливают следующие виды дополнительных трансмиссий: механические, гидравлические, электрические и комбинированные. Для привода пожарного насоса наибольшее распространение имеет дополнительная механическая трансмиссия, которая состоит из коробки отбора мощности (КОМ), карданных валов, промежуточных опор и системы управления трансмиссией.

Механические трансмиссии характеризуются следующими основными параметрами: передаточным числом  $u$ , коэффициентом полезного действия (к.п.д.) трансмиссии  $\eta$  и передаваемым крутящим моментом  $M_{кр}$ , табл.2.1.

Передаточное число простейшей передачи, состоящей из ведущей и ведомой шестерен, определяется следующими соотношениями:

$$u = \frac{n_1}{n_2} = \frac{z_2}{z_1} = \frac{r_2}{r_1}$$

где  $n_1$ ,  $n_2$ ,  $z_1$ ,  $z_2$ ,  $r_1$ ,  $r_2$  – частота вращения, число зубьев и радиусы ведущей и ведомой шестерни соответственно. При  $u < 1$  передача называется ускоряющей, а при  $u > 1$  – понижающей. Если трансмиссия пожарного автомобиля состоит из нескольких агрегатов, каждый из которых имеет свое передаточное число, то общее передаточное число трансмиссии будет равно

$$u_{общ} = u_1 u_2 \dots u_n.$$

Таблица 2.1-Основные технические данные некоторых основных ПА общего применения

Марка пожарного автомобиля	Модель базового шасси	Колёсная формула	Полная масса, кг	Мощность двигателя, с.(кВт)	Тип насосной установки	Производительность насоса, л/с. / Напор насоса, м
1	2	3	4	5	6	7
АЦ-40(431410) модель 63Б	ЗИЛ-431410	4×2	9600	150 (110)	ПН-40УВ	40 100
АЦ-40(131) модель 137А	ЗИЛ-131	6×6	11000	150 (110)	ПН-40УВ	40 100
АЦ-40(43202) модель 186	Урал-43202	6×6	15125	210 (155)	ПН-40УВ	40 100
АЦ-3-40 (43206) модель 1МИ	Урал-43206	4×4	12800	180 (132)	ПН-40УВ	40 100
АЦ-5-40(43101) модель ПМ-525А	КамАЗ-43101	6×6	15600	210 (155)	ПН-40УВ	40 100

1	2		4	5	6	7
АЦ-6-40/4(53211) модель 1ДД	КамАЗ-53211	6×4	18110	240(176)	НН-30 Rosenbauer	40/4 100/400
АЦ-1,0-4/400(5301) модель ПМ-542Д	ЗИЛ-5301	4×2	6950	109 (80)	НЦПВ- 4/400	4 400
АЦ-3,2-40(433104) модель 8ВР	ЗИЛ-433104	4×2	11400	185(136)	НПЦ- 40/100	40 100
АНР-40(431412) модель 127Б	ЗИЛ-431412	4×2	8200	150 (110)	ПН-40УВ	40 100

К.п.д. трансмиссии оценивается потерей мощности при передаче ее от двигателя к исполнительному механизму и определяется по формуле:

$$\eta = \frac{N_m}{N_e} = \frac{N_e - N_n}{N_e} = 1 - \frac{N_n}{N_e}$$

где  $N_e$  – эффективная мощность двигателя,  $N_n$  – мощность механических потерь в трансмиссии;  $N_m$  – мощность, передаваемая к специальному агрегату.

Величина  $\eta$  в значительной степени зависит от конструкции трансмиссии, скорости вращения ее элементов, передаваемого крутящего момента, а так же от вязкости и уровня масла в агрегатах трансмиссии.

Эффективный крутящий момент  $M_e$  (Н·м), передаваемый от двигателя, определяется по формуле

$$M_e = 9740 \cdot N_e / n_{дв},$$

где  $n_{дв}$  – частота вращения коленчатого вала двигателя, об/мин.

Эффективный крутящий момент двигателя связан с моментом  $M_m$  (Н·м), подводимым к исполнительному механизму, следующим выражением:

$$M_m = M_e \cdot \eta_{общ}$$

Схемы дополнительных трансмиссий определяются особенностями базового шасси и размещением насоса на пожарном автомобиле (рис. 18.6).

В зависимости от конструктивных особенностей базовых шасси наибольшее распространение получили следующие варианты схем компоновки дополнительных трансмиссий:

*вариант 1* (рис. 18.6 А) применяется на большинстве пожарных автомобилей (АЦ-40(130)63Б, АЦ-40(131)137А, АЦ-2,5-40(433362)ПМ-540, АЦ-1,0-4/400(5301)ПМ-542Д, АЦ-5-40(43101)ПМ-525А, АЦ-3-40(43206)1МИ). Пожарный насос на них размещается в заднем отсеке.

Разновидностью этого варианта является схема со средним расположением насоса (рис. 18.6 Б), применяемая на пожарных автомобилях АЦ-40(43202)186, АЦ-4,0-40(5557)9ВР, АНР-40(130)127А, АЦ-2,5-40(433362)ПМ-577. Отличительной особенностью такой схемы является укороченная карданная передача и отсутствие промежуточной опоры. В обеих схемах варианта I крутящий момент от двигателя 1 передается через механизм сцепления 2, коробку передач 7, коробку отбора мощности 3,

карданную передачу 4 на вал пожарного насоса 6. Карданная передача при заднем расположении насоса имеет, как правило, две промежуточные опоры 5 и промежуточный вал 9.

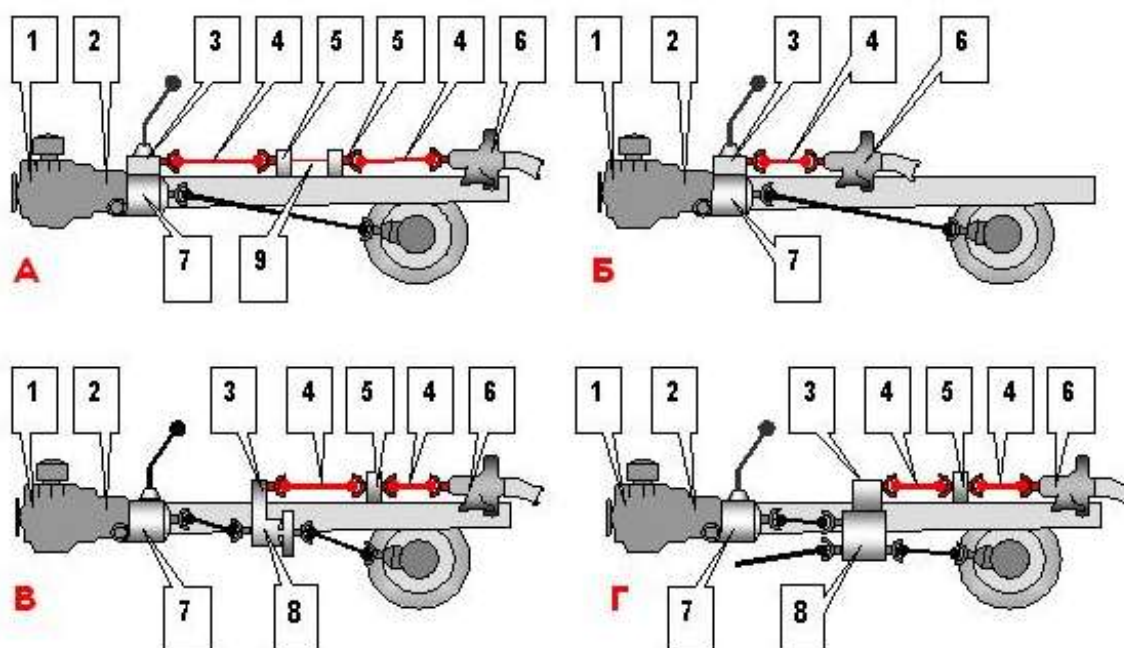


Рис. 18.6- Схемы дополнительных трансмиссий пожарных автомобилей "А", "Б" – 1-й вариант; "В" – 2-й вариант; "Г" – 3-й вариант 1 – двигатель; 2 – сцепление; 3 – КОМ; 4 – карданный вал; 5 – опоры; 6 – пожарный насос; 7 – коробка перемены передач; 8 – раздаточная коробка; 9 – промежуточный вал.

*вариант II* (рис. 18.6 В) применён на многих новых автоцистернах, изготовленных на так называемых адаптированных шасси АМО-ЗИЛ: АЦ-3,2-40(4331) моделей 8ВР, 001ММ, 003ММ, 004ММ, а также на первых партиях АЦ-40(433362)ПМ-540. Здесь мощность от двигателя 1 (рис.2.7) передается через механизм сцепления 2, коробку перемены передач 7 и коробку отбора мощности 3, смонтированную на раздаточной коробке. Далее крутящий момент через карданный вал 4 (или два карданных вала 4 с промежуточной опорой 5) передаётся на вал насоса 6. Особенностью некоторых таких трансмиссий является то, что входной и выходной валы основной трансмиссии имеют разное направление вращения. Задние мосты этих автоцистерн не взаимозаменяемы с мостами обычных грузовых автомобилей с традиционной трансмиссией.

*вариант III* представлен на рис. 18.6 Г. Такую схему применяют на пожарных автомобилях, монтируемых на шасси повышенной проходимости с колесной формулой 4×4. Например, на АЦ(Л)-1,6-20(66)ПМ-554 пожарный насос 6 приводится в действие от двигателя 1 через механизм сцепления 2, коробку передач 7, карданный вал 4 (или два карданных вала 4 с

промежуточной опорой 5), раздаточную коробку 8 и установленную на ней коробку отбора мощности 3.

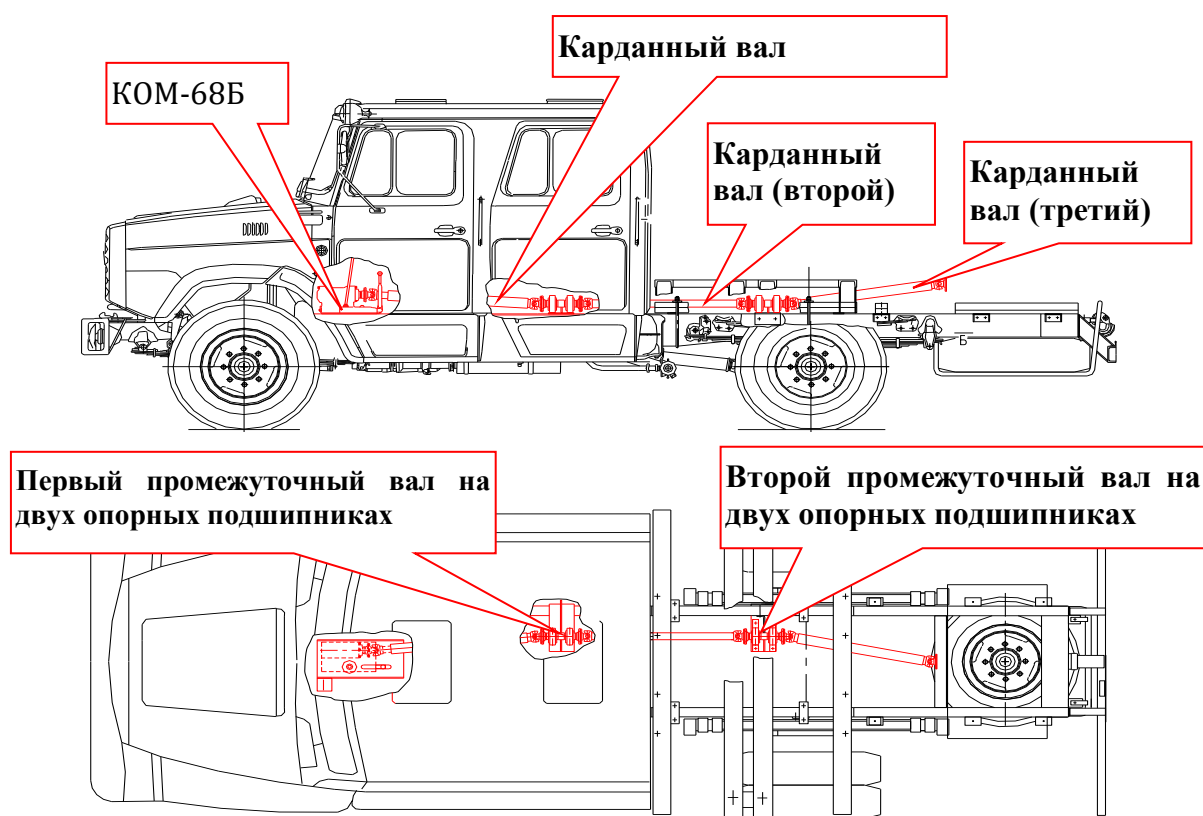


Рисунок 18.7 - Схема трёхвальной дополнительной трансмиссии

В зависимости от принятой схемы дополнительной трансмиссии коробки отбора мощности можно классифицировать на следующие типы:

тип I – применяют в первом варианте схемы дополнительной трансмиссии (рис. 18.6 А, Б). КОМ этого типа устанавливают на верхний фланец корпуса коробки передач вместо её крышки;

тип II – выполняется отдельным редуктором и устанавливается между коробкой передач и пожарным насосом (рис. 18.6 В);

тип III (рис. 18.6 Г) закрепляется на боковой лючке раздаточной коробки.

Коробки отбора мощности первого типа наиболее распространены в дополнительных трансмиссиях основных пожарных автомобилей. На пожарных автомобилях на шасси ЗИЛ вместо крышки коробки передач устанавливается коробка отбора мощности КОМ-68Б.

Для обеспечения надёжной работы двигателя некоторые модели пожарных автомобилей оборудуют системами дополнительного охлаждения, в основе которых лежит теплообменный аппарат.

Принципиальная и конструктивная схемы теплообменника, установленного на пожарных автоцистернах АЦ-40(130)63Б и АЦ-40(131)137А показаны на рис. 18.8.

В корпусе теплообменника установлен трубопровод-змеевик. Концы латунной трубки змеевика выведены на крышку, и вместе со штуцерами. Змеевик с крышкой закреплен в корпусе теплообменника. На входе в корпус теплообменника установлен термостат. При работе пожарного насоса охлаждающая жидкость из двигателя поступает в корпус теплообменника и охлаждаясь подаётся в змеевик по трубопроводу от пожарного насоса.

Если температура охлаждающей жидкости при работе пожарного насоса в системе охлаждения двигателя превышает  $95^{\circ}\text{C}$ , то необходимо включить дополнительную систему охлаждения. После открытия вентилей 3 (рис. 2.9) вода из напорной полости пожарного насоса по трубопроводу 1 поступит в змеевик теплообменника и уже нагретая поступит во всасывающую полость пожарного насоса. Количество воды, протекающей в дополнительной системе охлаждения, составляет 5-10% подачи пожарного насоса.

Некоторые типы основных пожарных автомобилей могут оборудоваться системами с дополнительными теплообменниками для механизмов трансмиссий автомобиля. Необходимость применения системы обусловлена эксплуатацией пожарного автомобиля на стоянке в качестве мотор-насосного агрегата.

На современных так называемых адаптированных шасси, специально предназначенных для установки надстроек пожарных автомобилей, устанавливают дополнительные радиаторы для охлаждения рабочей жидкости гидроусилителей рулевого управления (ГУР). Радиаторы ГУР располагают в зоне воздушного потока, создаваемого вентилятором системы охлаждения.

На многих современных пожарных автоцистернах с насосами ПН-40УВ, НЦПН-40/100 системы дополнительного охлаждения не устанавливаются, если шасси оснащено двигателем мощностью более 130 кВт. Для этих двигателей потребляемая насосом мощность составляет менее 50% от максимальной мощности двигателя, и усиливать систему охлаждения не целесообразно. Системы дополнительного охлаждения не устанавливаются и в тех случаях, когда адаптированное пожарное шасси снабжено специальным радиатором с резко увеличенной поверхностью теплоотдачи (АЦ-0,8-40/2(530104)002ММ), оснащенная двигателем Д-245 с максимальной мощностью 80 кВт и насосом НЦПК-40/100-4/400. Штатная система охлаждения ЗИЛ-5301 не обеспечивает нормальный температурный режим, поэтому устанавливается специальный радиатор и новый дефлектор вентилятора.

Пожарный автомобиль во многом определяет его специальный кузов. Кузов пожарной автоцистерны состоит из кабины, собственно кузова, цистерны, бака для пенообразователя и деталей оперения.

На большинстве пожарных автоцистерн кабина водителя стандартного шасси остается без изменений, а к ней лишь пристраивают посредством сварки кабину пожарного расчета (рис. 18.10). В этом случае кабина расчета,



как правило, цельнометаллическая бескаркасная и сварена из стальных профилей.

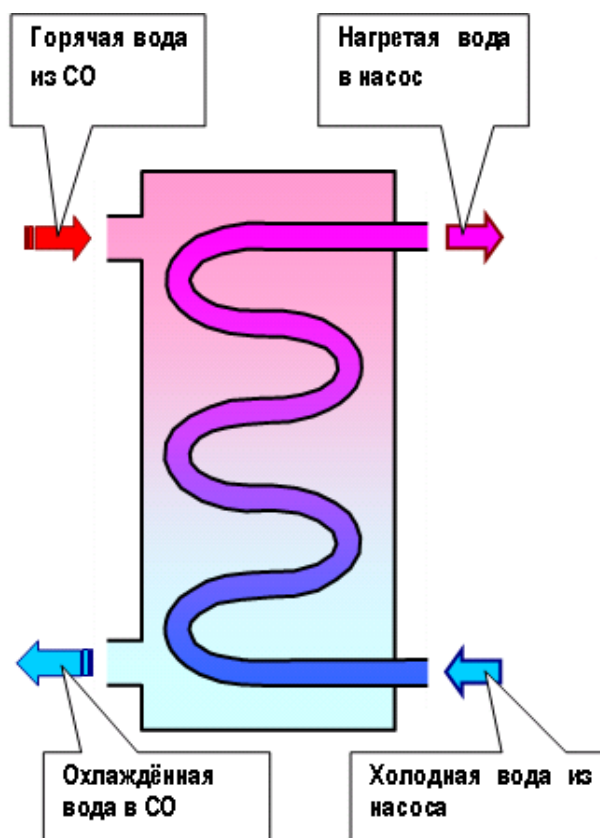


Рисунок. 18.8 Принципиальная схема теплообменника

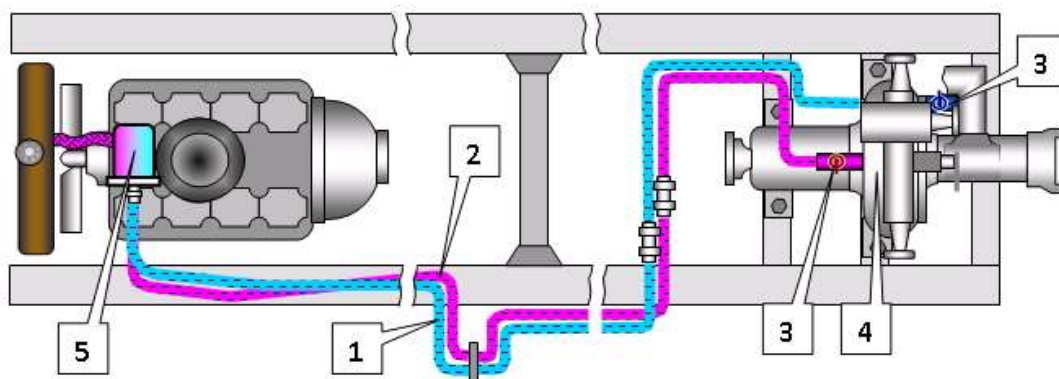


Рисунок. 18.9 Схема дополнительной системы охлаждения двигателя пожарной автоцистерны АЦ-40(431410)63Б: 1, 2 – трубопроводы; 3 – вентили; 4 – пожарный насос; 5 – теплообменник

Кабины расчета некоторых типов пожарных автоцистерн изготавливают отдельно от кабины водителя (например, на автомобилях, смонтированных на шасси КамАЗ или МАЗ с откидывающейся кабиной). Кабины пожарного расчета оборудуются двумя дверями, по одной на каждую сторону. На стенках кабины и под сидениями личного состава монтируются крепления

для пожарно-технического оборудования. Некоторые компоновочные схемы пожарных автомобилей предполагают размещение в кабине и пожарного насоса.

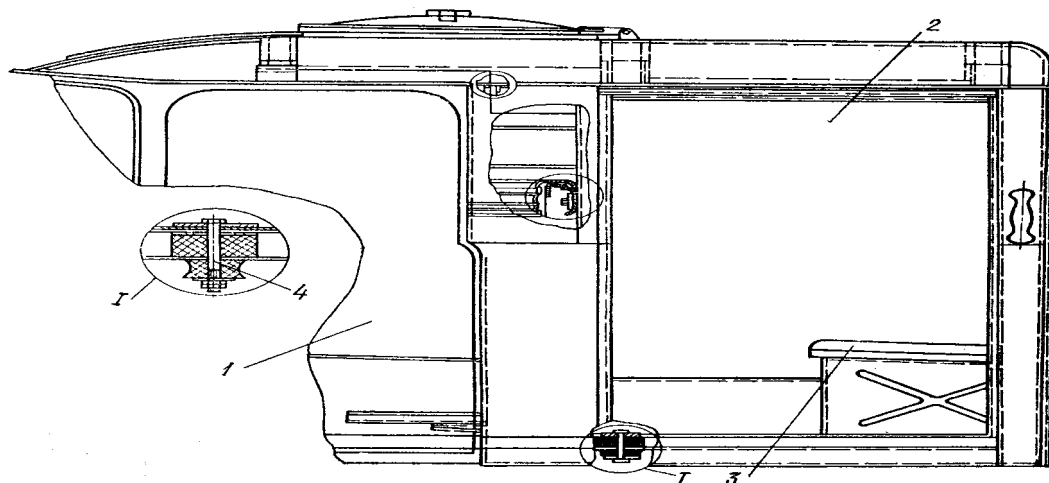


Рисунок. 18.10 Кабина водителя и пожарного расчета автоцистерны АЦ-40(131)137А: 1 – кабина водителя; 2 – кабина (салон) боевого расчета; 3 – сиденье; 4 – крепёжный болт.

Специальный кузов пожарной автоцистерны предназначен для размещения пожарно-технического вооружения, а также для предохранения от повреждений и загрязнения цистерны, насоса, трубопроводов и механизмов управления.

На большинстве пожарных автомобилей, находящихся в настоящее время в эксплуатации, специальный кузов выполнен в виде двух частей - тумб расположенных вдоль оси автомобиля, с обеих сторон цистерны. Тумбы кузова цельнометаллические бескаркасные. Они сварены из стальных профилей. На автоцистернах традиционной компоновки в задней части автомобиля между тумбами и задней стенкой цистерны устанавливается насос.

На рис. 18.11 показан общий вид левой тумбы автоцистерны АЦ-40(131)137А. Тумбы сверху и сзади оборудуются поручнями 3, сзади – подножками 4 и скобами 6 для подъема на крышу. Для предотвращения продавливания тумб на их крыше уложены деревянные трапики 5.

Тумбы разделены на отсеки 2, в которых размещается пожарное оборудование. К нижней части тумб присоединяются крылья облицовки. Отсеки (их всего четыре, по два с каждой стороны рамы) закрываются навешенными на петлях дверями, которые в открытом положении удерживаются ограничителями.



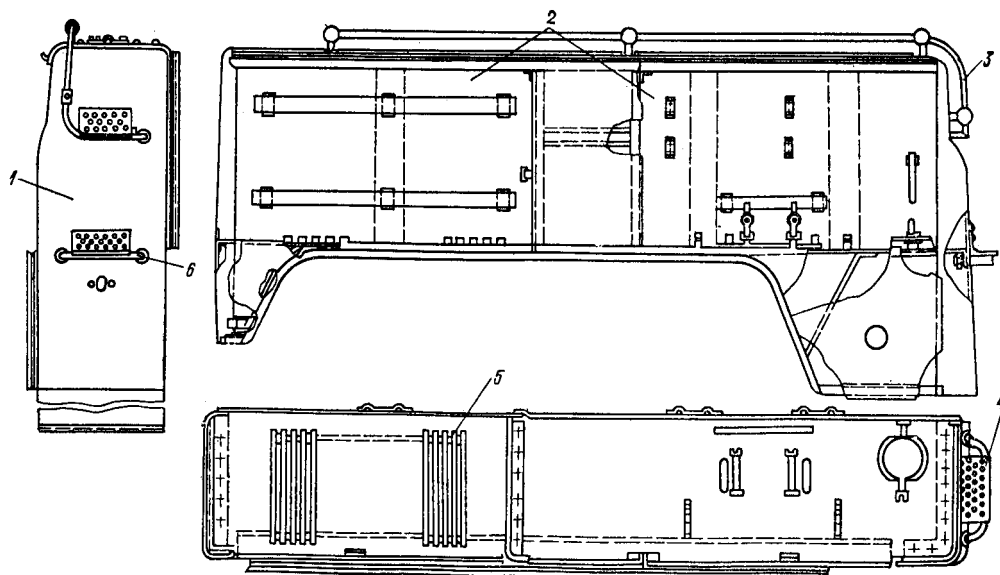


Рисунок 18.11- Левая тумба кузова пожарной автоцистерны АЦ-40(131)137А.

Крышу пожарного автомобиля образуют верхние части тумб, цистерны и насосного отделения. На крыше размещается крупногабаритное пожарно-техническое оборудование. По ней же прокладываются водопенные коммуникации, если автоцистерна оборудована стационарным лафетным стволом.

На рис.18.12, 18.13 показаны принципиальные схемы крепления цистерны и кузова и взаимного расположения кузова и цистерны на пожарных автомобилях.

По схеме «а» к цистерне, выполняющей роль жесткого корпуса, приварены кронштейны, на которых установлены боковые тумбы кузова. При использовании схемы «б» цистерну изготавливают в виде единого сварного блока с боковыми тумбами кузова. Наибольшее распространение имеет схема «в», в которой цистерну и боковые тумбы кузова крепят на раме эластично независимо друг от друга, и схема «г», где цистерну и отсеки кузова жестко крепят на вспомогательном надрамнике, а всю надстройку подвижно соединяют с рамой шасси.

На современных пожарных автомобилях зачастую устанавливают кузов, имеющий единый силовой каркас и лёгкую обшивку. Каркасные кузова обеспечивают более широкие возможности по взаимному расположению цистерны и отсеков, позволяя реализовывать не только традиционную схему "а", но и более сложные решения. Схема "б" применена в конструкции автоцистерны АЦ-1,0-4/400(5301)ПМ-542Д, схема "в" – на автоцистерне АЦ-2,5-40(433362)ПМ-540, а схема "г" – на автомобиле пенного тушения АПТ-40(53215)ПМ-525М.

Специальный кузов пожарной автоцистерны АЦ-1,0-4/400(5301)ПМ-542Д (рис. 18.14) изготовлен по компоновочной схеме "б" на силовом каркасе из прямоугольных стальных труб и обшит тонкостенными

стальными листами 4, 7, 9. К каркасу закреплены подкрылки 5 с брызговиками 6.

В заднем отсеке кузова по оси автомобиля установлен пожарный насос. Передний и боковые отсеки предназначены для размещения пожарно-технического вооружения.

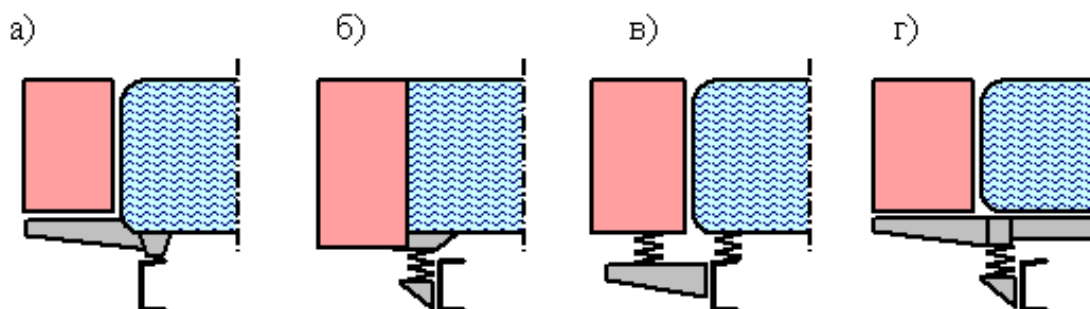


Рисунок 18.12 - Принципиальные схемы крепления цистерны и кузова на пожарных автомобилях

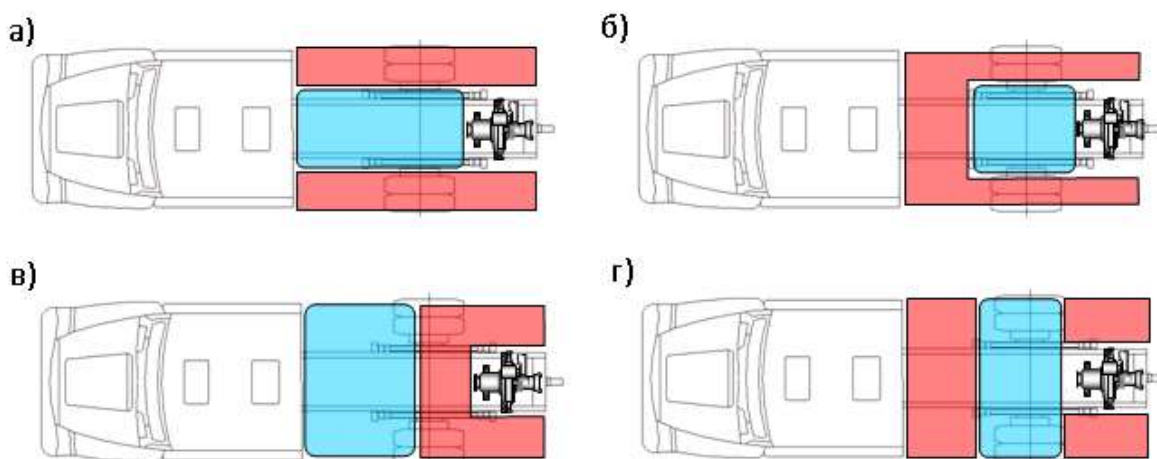


Рисунок 18.13 - Принципиальные схемы взаимного расположения цистерны и кузова на пожарных автомобилях

Цистерны имеют шторные двери 2, скользящие по направляющим, закреплённым на боковых стойках 1 каркаса. Рукоятки 3 открывания дверей отсеков изготовлены заодно с запирающими замками. На крыше кузова размещены опоры 10 и 11 трёхколенной лестницы, а также элементы крепления другого ПТВ.

Цистерна представляет собой, как правило, цельносварную конструкцию из конструкционной стали, которая может после сварки оцинковываться или обрабатываться специальными смолами. В последнее время пожарные автоцистерны начали оснащаться цистернами, изготовленными из армированного стеклопластика.

Цистерны пожарных автомобилей в поперечном сечении могут иметь эллиптическую форму или форму, близкую к квадрату с закругленными углами. Цистерны с эллиптической формой достаточно жесткие, поэтому

имеют более тонкие стенки и меньшую массу. Они устанавливаются, как правило, на пожарные автомобили, смонтированные на шасси с небольшой грузоподъёмностью.

На большинстве пожарных автомобилей используются цистерны с поперечным сечением, близким к квадратному. Такая форма более выгодна с точки зрения компоновки и конструкции кузова.

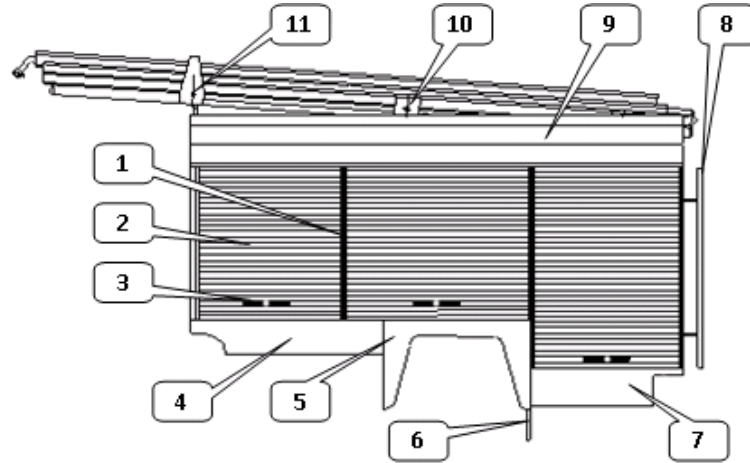


Рисунок 18.14 - Кузов автоцистерны АЦ-1,0-4/400(5301)ПМ-542Д

1 – боковая стойка с направляющей двери; 2 – шторная дверь отсека; 3 – рукоятка двери; 4, 7 – нижняя обшивка; 5 – подкрылок; 6 – брызговик; 8 – лесенка; 9 – верхняя обшивка; 10, 11 – опоры трёхколенной лестницы

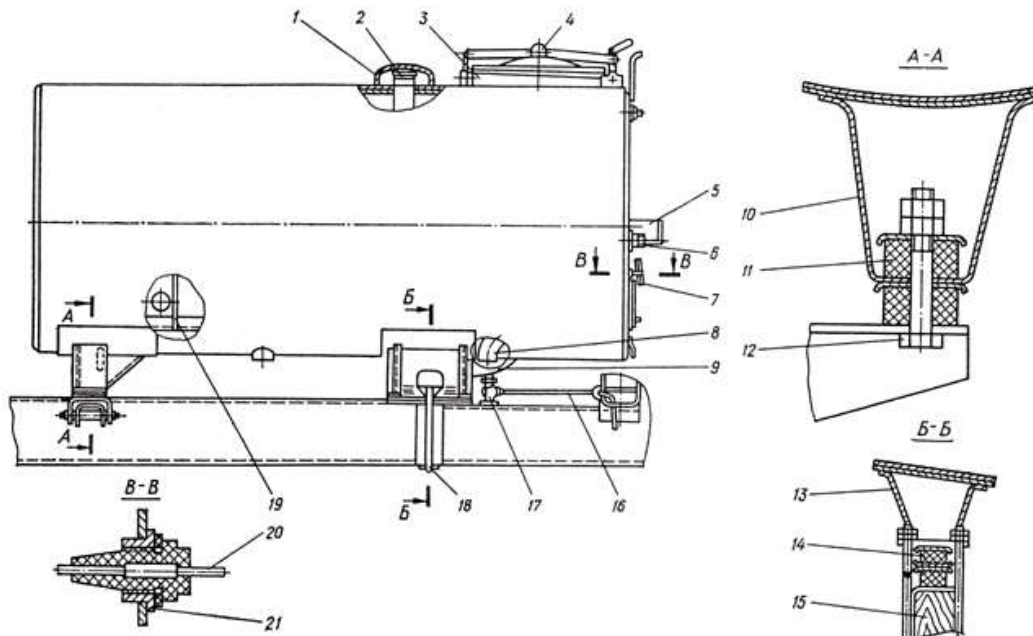


Рисунок 18.15- Цистерна пожарного автомобиля АЦ-40(431410)63Б

1, 4 – крышка; 2 – трубка контрольная; 3 – горловина; 5 – кронштейн; 6 – труба; 7 – патрубок; 8 – труба заборная; 9 – отстойник; 10 – опора передняя; 11, 14 – амортизатор; 12 – болт; 13 – опора задняя; 15 – брусок; 16 – рычаг; 17 – кран сливной; 18 – стремянка; 19 – волнолом; 20 – гидроконттакт датчика уровня воды; 21 – штуцер.

Цистерна пожарного автомобиля АЦ-40(431410)63Б (рис. 18.15) представляет собой обечайку, закрытую с обеих сторон приваренными днищами. В верхней части цистерны имеется горловина 3 с откидной крышкой 4. Под крышкой 1 установлена контрольная трубка 2 с выходом через днище цистерны. При заполнении цистерны водой, лишняя вода будет выливаться по этой трубке из цистерны. В днище цистерны имеется отстойник 9 со сливным краном 17. Управление краном производится рычагом 16. Забор воды из цистерны осуществляется по трубе 8. На заднем днище цистерны на кронштейне 5 устанавливается тахометр. К задней торцевой стенке приварены фланец, патрубок 7, труба 6 для подсоединения водопенных коммуникаций и штуцеры 21 для установки датчиков уровня воды в цистерне.

При заполненной цистерне вода происходит замыкание электрической цепи через гидроконтакты 20 датчиков уровня, и на щитке приборов загораются соответствующие индикаторы, сигнализирующие об уровне воды в цистерне. Внутри цистерны установлены продольные и поперечные волноломы 19. Крепление цистерны трехточечное. Спереди цистерна опорами 10 через амортизаторы 11 крепится к шарнирной балке. В задней части опорами 13 через амортизаторы 14 на бруске 15 цистерна устанавливается на раму шасси, к которой крепится стремянками 18.

На пожарных автомобилях северного варианта исполнения цистерны для воды устраивают с подогревом и теплоизоляцией. Для этой цели на некоторых пожарных автоцистернах, в цистерне установлена труба, по которой проходят отработавшие газы двигателя, а ее наружная поверхность покрыта теплоизоляционным слоем.

Баки для пенообразователя изготавливают из нержавеющей стали. На пожарных автоцистернах внутренний объем пенобака составляет не менее 6% объема цистерны для воды. Пенобак на большинстве пожарных автоцистерн установлен в насосном отсеке.

К обечайке 2 приварены два днища 1. В верхней части бака имеется горловина 3, закрываемая крышкой 4, для заполнения бака пенообразователем. В баке имеется отстойник 5, закрываемый заглушкой 7. Внутри бака установлены волноломы 6. К штуцеру 8 присоединяется трубопровод, идущий к пеносмесителю пожарного насоса.

## 19 ПОЖАРНЫЕ НАСОСНО-РУКАВНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Автомобили рукавные (АР) предназначены для доставки к месту пожара большого количества предварительно соединенных между собой напорных рукавов и их механизированной прокладки в виде одной или двух параллельных магистральных линий, которыми соединяют установленную на водоисточник пожарную насосную станцию с пожарными автоцистернами и другими основными пожарными автомобилями, непосредственно участвующими в пожаротушении, а также при подаче воды в перекачку с использованием пожарных автоцистерн.

Их основное отличие от АЦ заключается в отсутствии цистерны. За счёт высвободившегося объёма и массы автомобиль вывозит большее количество напорных рукавов, имеет увеличенный объём пенобака и, как правило, удлиненный салон боевого расчёта, допускающий размещение 9 человек.

Рукавные автомобили изготавливаются на шасси грузовых автомобилей повышенной проходимости ЗиЛ-131, КамАЗ-4310, 4326. В нашей стране наибольшее распространение получили рукавные автомобили на шасси ЗиЛ-131: АР-2(131)133; АР-2(131)133А.

На рис. 19.1 изображён ранее широко распространённый насосно-рукавный автомобиль АНР-40(431412) модели 127. Запас рукавов и большая численность боевого расчёта обеспечивают быструю прокладку магистральных рукавных линий протяжённостью до 800 метров. Конструктивными особенностями машины является среднее расположение насоса ПН-40.

На современных насосно-рукавных автомобилях численность боевого расчёта уменьшена до 7-ми или даже до 3-х человек, зато увеличен до 1400 метров возимый запас напорных рукавов.

Автомобиль рукавный АР-2(131)133А предназначен для доставки к месту пожара боевого расчета, напорных рукавов диаметром 150, 110 или 77 мм общей длиной соответственно 1, 34: 1,76 или 2,04 км; прокладки магистральных рукавных линии при скорости движения 9 км/ч.

Он применяется совместно с пожарными насосными станциями, автонасосами или автоцистернами. Кабина водителя - трехместная, цельнометаллическая. За ней установлен цельнометаллический кузов каркасной конструкции. Под полом имеются вентиляционные каналы естественной вентиляции кузова. Внутреннее пространство кузова разделено на ряд секций быстросъемными стойками с капроновыми роликами. Автомобиль рукавный может быть также использован для подачи мощной струи воды или воздушно-механической пены через лафетный ствол, установленный над кабиной водителя. Управление стволом осуществляется из кузова через люк в крыше.



Рисунок 19.1 - Пожарный насосно-рукавный автомобиль АНР-40(130)127

Помимо пожарных напорных рукавов автомобиль укомплектован:

- зажимами рукавными (8 шт.);
- ключами для рукавных соединений (6 шт.);
- треногой и катушкой прожектора;
- мостиками рукавными (4 шт.);
- фонарем индивидуальным.

Автомобиль рукавный АР-2(43105)215. От автомобиля АР-2(131) он отличается:

- отсутствием стационарного лафетного ствола;
- большим количеством вывозимых рукавов.

Автомобиль рукавный АР-2(4326) выпускается ОАО «Пожтехника» (г. Торжок).

Отличие от однотипного автомобиля на шасси КамАЗ в следующем:

- оборудован стационарным лафетным стволом;
- на автомобиле одновременно вывозятся и прокладываются в магистральные рукавные линии рукава диаметром 150 и 77 мм.

Тактико-технические характеристики рукавных автомобилей приведены в таблице 19.1.

**Общий вид АР-2(131) мод.133** представлен на рис. 19.2. На бампере автомобиля установлена лебедка. За трехместной кабиной 1 водителя установлен лафетный ствол 2.

Таблица 19.1 - Тактико-технические характеристики рукавных автомобилей

Показатели	АР-2(131), 133А	АР-2(43105), 215	АР-2(4326)
Базовое шасси	ЗиЛ-131	КамАЗ-43105	КамАЗ-4326
«Колесная формула»	6х6	6х6	6х6
Тип и мощность двигателя, л. с.	Карбюраторны й 150	Дизельный, 210	Дизельный 210
Число мест для боевого расчета,	3	3	3
Максимальная скорость, км/ч	80	85	90
Полная масса, кг	10425	15530	12000

АР укомплектовывается различным оборудованием и инструментом. К ним относятся: зажимы рукавные, прожектор, катушки к нему и тренога, лампа паяльная и другое оборудование. Все оборудование и инструмент размещены в кабине водителя, в ящиках б кузова.

**Пожарный автомобиль рукавный АР-2(4310)** отличается от АР-2(131) параметрами технической характеристики и особенностями конструкции механизма намотки рукавов и трансмиссии к нему. Общий вид автомобиля представлен на рис. 3.3.

Пожарный рукавный автомобиль АР-2(43114)ПМ-538 представлен на рисунке 19.3. На раме шасси автомобиля установлен цельнометаллический кузов, оборудованный боковыми и задними дверями. Внутреннее пространство кузова разделено перегородкой на два отсека: передний – для размещения рукавного оборудования и задний – для укладки напорных рукавов.

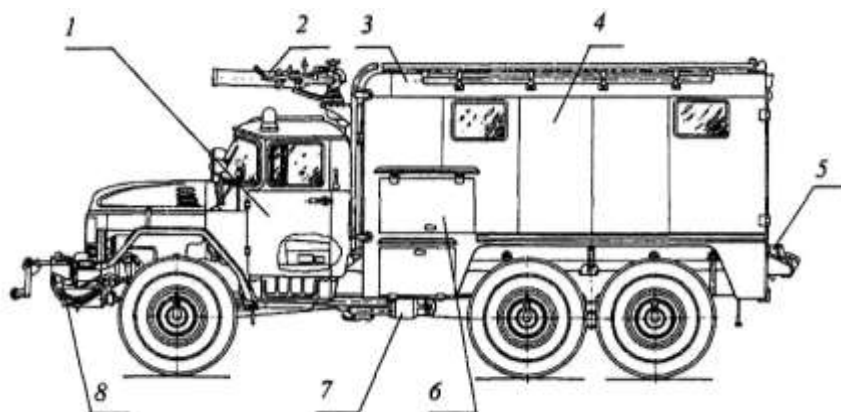


Рисунок 19.2 - Автомобиль пожарный рукавный АР-2(131) мод. 133:  
1 - кабина; 2 - лафетный ствол; 3 - корзина; 4 - кузов; 5 - механизм погрузки скаток рукавов; 6 - отсеки с ПТВ; 7 - газовая сирена; 8 - механизм скатки рукавов

Задний отсек кузова разделен легкоъемными стойками на продольные секции, в которых "гармошкой" уложены рукава диаметром 77 мм, 89 мм (по



специальному заказу) и 150 мм, соединенные между собой в три магистральные линии.



Рисунок 19.3 - Пожарные рукавные автомобили АР-2 на шасси КамАЗ-43114: модель 215; модель ПМ-538 (внизу)

Общий запас рукавных линий более 2000 метров. В задней части автомобиля для складывания использованных рукавов в кузов, установлен механизм уборки и намотки рукавов с гидравлическим приводом. Управление механизмом уборки рукавов осуществляется дистанционно с выносного пульта.



## 20 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ

До утверждения "Типажа пожарных автомобилей" они обозначались как АБР – автомобили быстрого реагирования, также относятся к основным пожарным автомобилям общего применения, и в настоящее время приобретают всё большее распространение и маркируются как АПП.

Чаще всего изготавливаются на шасси грузовых автомобилей или микроавтобусов "Газель" различных модификаций. На рисунке 20.1 представлен один из серийно выпускаемых образцов АПП на шасси ГАЗ-33023 с колёсной формулой 4×2. Автомобиль АПП-2(33023)01, полная масса которого 3,65 т, оснащается дизельным двигателем ГАЗ-562 или бензиновым мотором ЗМЗ-4052 и оборудуется усиленной подвеской.

Максимальная скорость машины достигает 115 км/час, боевой расчёт составляет 5 человек. Автомобиль укомплектован насосной установкой ЦСГ-7,2-150, обеспечивающей подачу от 1,1 до 3,3 л/с с напором соответственно 155 – 105 м.

При работе насоса с подпором он создаёт давление до 2,5 МПа. Это обеспечивает возможность формирования с помощью многорежимного ствола тонкодисперсной водяной струи на высотах до 160 метров. Насос имеет привод через автоматическую муфту от вспомогательного бензинового двигателя, который одновременно служит и приводом электрогенератора.

Автомобиль вывозит в качестве огнетушащих средств 500 л воды и 10 л пенообразователя в переносном портативном модуле пеносмещения. В комплектацию автомобиля входят дыхательные аппараты, комплект электрозащитных средств, переносные огнетушители, гидравлический аварийно-спасательный инструмент, ручные пожарные лестницы, пожарная колонка, выносные и стационарные прожекторы.



Рисунок 20.1 - Пожарный автомобиль первой помощи АПП-2(33023)01

Таблица 20.1 – Основные тактико-технические характеристики АПП

Показатели	АПП-4/400 (3302)	АБР-3 (2705)	АБР-4 (3778)	АПП-4 (2705)
Марка шасси	Газ-3302	ГАЗ-2705	БАЗ-3778	ГАЗ-2705
Колесная формула	4×2,2	4×2,2	4×2,1	4×2,2
Число мест боевого расчета, чел	3	3(5)	4	4
Вместимость цистерны, м <sup>3</sup>	0,5 (не менее)	0,5	0,35 (не менее)	0,5
Вместимость пенобака, м <sup>3</sup>	0,03 (не менее)	-	0,02 (не менее)	-
Марка насоса	НЦПВ 4/400	Мотопомпа МП-13	ИНР-250	ПН-20
Подача насоса, л/с	4	-	0,4	2,0...4,0
Полная масса, кг	2500	3500	3800	3500
Габаритные размеры, мм	5,5х2,1х2,2	5,5х2х2,45	5,163х2,09х 2,6	5,5х2х2,45
Скорость, км/ч	115	85	110	110

## 21 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ПЕННОГО ТУШЕНИЯ

Применяются в тех случаях, когда пожары могут быть наиболее эффективно потушены воздушно-механической пеной. Их используют для тушения нефти и нефтепродуктов, а также в случае необходимости заполнения воздушно-механической пеной всего объема горящих помещений. Автомобили пенного тушения доставляют к месту пожара личный состав расчета, пенообразователь, пожарное оборудование, технические средства для подачи воздушно-механической пены (генераторы пены средней кратности, дозаторы-смесители для подачи пенообразователя в рукавные линии, переносные пеноподъемники и т.п.).

Автомобили пенного тушения принципиально мало отличаются от пожарных автоцистерн. В то же время, к ним предъявляются и дополнительные требования, связанные, главным образом, с высокой коррозионной активностью пенообразователя. Для уменьшения скорости коррозии на АПТ принимаются меры для эффективной защиты от коррозии стальных емкостей, либо устанавливают цистерны из нержавеющей стали или стеклопластика.

Долгое время основу парка АПТ составляли автомобили, изготовленные силами ПТЦ или ОТС на базе изготавливаемой в ОАО "Пожтехника" обмывочно-нейтрализационной машины 8Т311 (рис. 21.1 "а"). Переоборудование этих машин в АПТ сводится к установке дополнительных навесных отсеков для ПТВ и оборудования. Основные узлы и системы остаются без изменений.

Современные автомобили пенного тушения, как, например, АПТ-7-20(53215) модель ПМ-525 (заводское обозначение автомобиля АВ-20) и АПТ-7-40(53215) модель ПМ-525М (заводское обозначение АВ-40) выпускаются на шасси КамАЗ-53215 с колесной формулой 6×4, имеют одинаковые надстройки модульного типа (рис. 21.1 "б" и "в") и различаются только типом насосной установки. Используются насосы ПН-1200ЛА и пожарные насосы ПН-40УВ. По специальному заказу АПТ могут изготавливаться на базе автоцистерн, смонтированных на полноприводных шасси, например, АПТ-5-40(5557) модель ПМ-551А. В табл. 5.1 приводятся параметры АПТ.

**Автомобиль АВ-40 (5557)** предназначен для доставки к месту пожара запаса пенообразователя и ПТВ, а также для подачи пенообразователя к пеносмесителям. Он может быть использован в комплекте с другими пожарными автомобилями для подачи пенообразователя к магистральным пеносмесителям и как самостоятельная боевая машина для забора воды из водоема или водопроводной сети.

Стационарный пеносмеситель типа ПС-5 обеспечивает подачу пены низкой кратности в количествах 10, 15, 20 м<sup>3</sup>/мин при работе пяти ГПС-600. Лафетным стволом можно подавать до 20 м<sup>3</sup>/мин пены. Для поддержания

положительной температуры в насосном отсеке устанавливается отопительно-вентиляционная установка ОВ-065.

В отсеках кузова вывозятся шесть ГПС-600, два пеноподъемника, рукава диаметром 77 мм и другое ПТВ.

Для подачи большого количества пены (более 3000 л/мин), т.е. при установке более пяти ГПС-600, необходимо применять дозатор-смеситель.

**Автомобиль АВ-20** предназначен для доставки к месту пожара боевого расчета, ПТВ и пенообразователя, а также для подачи в очаг пожара воздушно-механической пены, подаваемой по рукавным линиям. На автомобиле установлен пожарный насос ПН-1200.

Для хранения и транспортировки огнетушащих веществ на автомобиле установлены три цистерны общей вместимостью 7000 л. Между собой они соединены гибкими трубопроводами. Для поддержания положительной температуры жидкости в цистернах и в отсеке насосной установки предусмотрена система обогрева их отработавшими газами двигателя

Таблица 21.1 - Техническая характеристика АПТ

Наименование параметров	Модель АПТ	
	АВ-40(5557) ПМ551А	АВ-20(53213) ПМ525
Тип шасси	Урал-5557	КамАЗ-53213
Колесная формула	6х6	6х4
Максимальная скорость, км/ч	75	80
Численность боевого расчета, чел	7	3
Насос	ПН-40УВ	ПН-1200
Подача насоса, л/с	40	20
Развиваемый напор, м	100	80
Вместимость цистерны, м <sup>3</sup>	4000	7000
Число одновременно работающих ГПС	5	5
Подача лафетного ствола, л/с	20	-

а)



б)



в)



Рисунок 21.1 - Автомобили пенного тушения: а) модель 8Т311, б) модель ПМ-525, в) модель ПМ-525М

## 22 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ПОРОШКОВОГО ТУШЕНИЯ

Предназначены для тушения пожаров на предприятиях химической, нефтяной и нефтеперерабатывающей промышленности, электрических подстанциях и аэродромах при ликвидации горения щелочных металлов, горючих и легковоспламеняющихся жидкостей путём подачи на очаг пожара огнетушащего порошка через лафетный и ручные стволы.

Основой такого автомобиля является установка порошкового тушения, смонтированная на стандартном шасси грузового автомобиля, которая состоит из следующих составных частей: емкости для порошка, источника сжатого газа, системы соединяющих трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры, лафетных и ручных стволов, контрольных приборов.

На отечественных автомобилях порошкового тушения источником сжатого газа являются, как правило, воздушные баллоны. Принцип действия автомобиля основан на подаче аэрированного порошкового состава на очаг пожара аэрозольным способом при рабочем давлении в цистерне 0,43 – 1,2 МПа за счёт подачи сжатого воздуха из баллонов под аэроднище цистерны. Рабочее давление воздуха в цистерне поддерживается регулятором давления и контролируется с помощью мановакуумметров, расположенных у лафетного ствола и на панели приборов баллонного отсека.

Пожарный автомобиль порошкового тушения АП-5(53213)196 (рис. 22.1) изготавливался заводом "Пожмашина" (г. Прилуки) и длительное время был одним из самых распространённых автомобилей этого назначения. На раме автомобильного шасси на двух ложементах установлена и закреплена цистерна для огнетушащего порошка. Количество вывозимого порошка составляет 6300 кг. Между кабиной водителя и цистерной находится баллонный отсек, в котором размещены 10 стандартных 40-литровых баллонов для сжатого воздуха.

На крыше отсека установлен лафетный ствол, имеющий производительность по порошку 50 кг/сек при дальности струи 34 метра. За баллонным отсеком, в левом отсеке кузова размещена основная часть порошковых коммуникаций, представляющих собой комплекс запорной, предохранительной, регулирующей и контрольной арматуры и трубопроводов, предназначенных для подачи сжатого воздуха в цистерну, выдачи порошка, продувки рукавов и лафетного ствола от остатков порошка после окончания работы. В средних отсеках кузова размещаются постоянно присоединённые к коммуникациям две рукавные линии длиной по 40 метров с ручными стволами производительностью по порошку 4 кг/сек. при дальности струи 17 метров.

Неустранимый конструктивный дефект этого автомобиля, проявляющийся в неполной выработке порошка и вызванный чрезмерно большой длиной цистерны, послужил причиной разработки на том же заводе



нового порошкового автомобиля АП-4(43105)222. На этой машине была установлена короткая ёмкость увеличенного сечения.

В автомобиле АП-5000-50(53215)ПМ-567А (ОАО "Пожтехника" г. Торжок), огнетушащий порошок общей массой 5000 кг хранится в соединенных системой трубопроводов трех отдельных сосудах емкостью по 2,1 м<sup>3</sup> (рис. 22.1). Каждый из сосудов смонтирован на отдельном ложементе на раме автомобиля и представляет собой вертикально установленный цилиндр с двумя сферическими днищами. В верхней части каждого сосуда имеется люк, закрываемый крышкой; в нижней части расположено аэрационное кольцо. Крышка люка снабжена засыпной горловиной, предохранительным клапаном и сифонной трубой.

В переднем отсеке автомобиля установлено 15 стандартных 40-литровых баллонов со сжатым воздухом, рабочее давление в которых составляет 15 МПа. Подвод воздуха из баллонов в сосуды осуществляется через аэрационное кольцо. При этом под действием воздуха, проходящего через толщу порошка вверх, происходит перемешивание огнетушащего порошка. Одновременно в верхней части сосуда создается давление и порошок через сифонную трубку и коллектор поступает к лафетному стволу с максимальной подачей 55 кг/с и дальностью подачи 50 м.

Система трубопроводов, запорной и регулирующей арматуры позволяет производить выдачу порошка трех сосудов поочередно, одновременно или из любых двух, поддерживая максимальное рабочее давление в сосуде 1,2 МПа.



Рисунок 22.1- Пожарный автомобиль порошкового тушения АП-5(53213)196



Рисунок 22.2 - Автомобиль порошкового тушения АП-5000-50(53215)ПМ-567А

Пожарные автомобили порошкового тушения предназначены для тушения пожаров на предприятиях химической и нефтеперерабатывающей промышленности, объектах газо- и нефтедобычи, а также на атомных электростанциях, электрических подстанциях и в аэропортах.

Работа порошковых установок пожарных автомобилей основана на пневматическом вытеснении порошка из сосуда по трубопроводам или рукавным линиям. При этом порошок переводится в псевдооживленное состояние, т.е. приобретает текучесть и возможность транспортироваться по трубопроводам и рукавам. Истекающая под давлением газопорошковая смесь формируется в виде порошковой струи, направляемой на очаг пожара.

В зависимости от способа подготовки порошка к транспортированию установки порошкового тушения, используемые на ПА, можно разделить на следующие типы:

1. С псевдооживлением порошка и непрерывной подачей сжатого газа в сосуд через пористый элемент (аэроднище).
2. С псевдооживлением порошка и непрерывной подачей сжатого газа в сосуд через форсунки.
3. С совместным хранением порошка и сжатого газа в сосуде.

В установках первого типа (рис. 22.3) псевдооживление порошка происходит при увеличении давления в сосуде. В процессе выдачи порошка подача газа в сосуд возобновляется и происходит непрерывно. В качестве аэрирующих устройств используются пористые перегородки. Истечение порошковой аэросмеси из лафетных и ручных стволов происходит под постоянным давлением в сосуде.



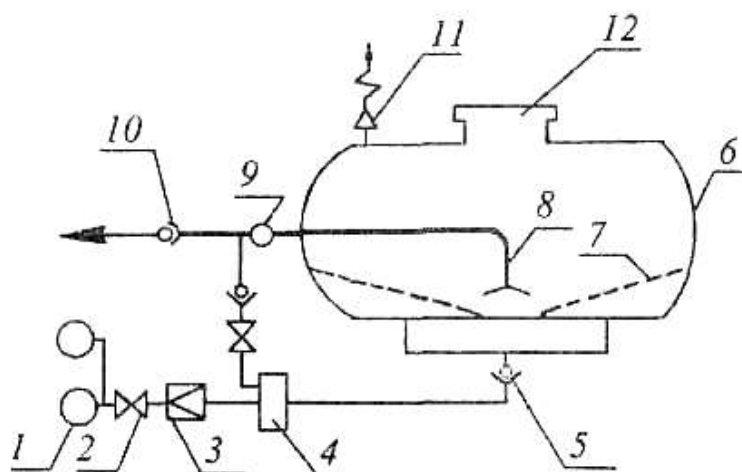


Рисунок 22.3- Схема порошковой установки с псевдосжижением порошка и непрерывной подачей сжатого газа в сосуд через пористый элемент: 1- баллоны со сжатым газом; 2 - вентиль; 3 - редуктор; 4 - коллектор; 5 - обратный клапан; 6 - сосуд для порошка; 7 - пористый элемент; 8 - сифонный трубопровод; 9 - шаровой кран; 10 - шарнир лафетного ствола; 11- обратный клапан; 12 - крышка сосуда

Установки второго типа (рис. 22.4) по режиму введения газа в сосуд аналогичны первому типу и отличаются только устройствами для псевдосжижения порошка, представляющими собой форсунки.

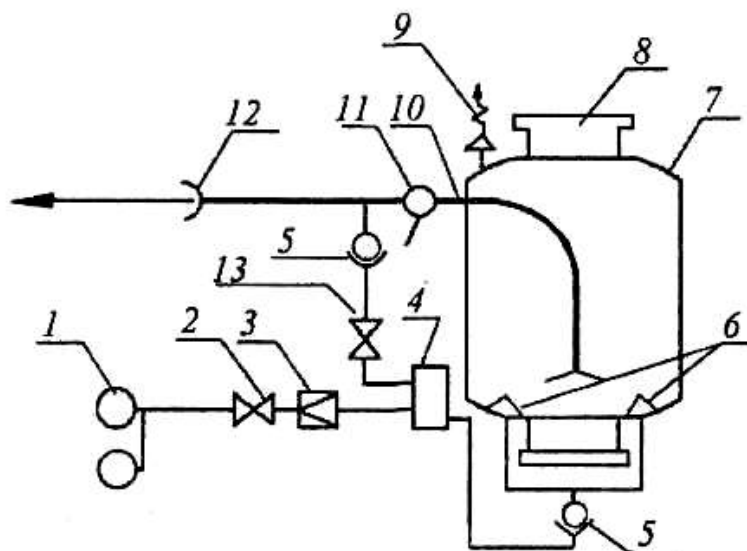


Рисунок 22.4 - Схема порошковой установки с псевдосжижением порошка и непрерывной подачей сжатого газа в сосуд через форсунки: 1 - баллоны со сжатым газом; 2 - вентиль; 3 - редуктор; 4 - коллектор; 5 - обратный клапан; 6 - форсунки; 7 - сосуд для порошка; 8 - крышка сосуда; 9 - предохранительный клапан; 10 - сифонный трубопровод; 11- шаровой кран; 12 - шарнир

Форсуночный способ подачи газа в сосуд получил наиболее широкое распространение при создании ПА порошкового тушения.

В установках третьего типа (рис. 22.5) порошок и сжатый газ содержатся в одном сосуде под высоким давлением. При работе порошковой установки истечение порошка происходит под переменным давлением.

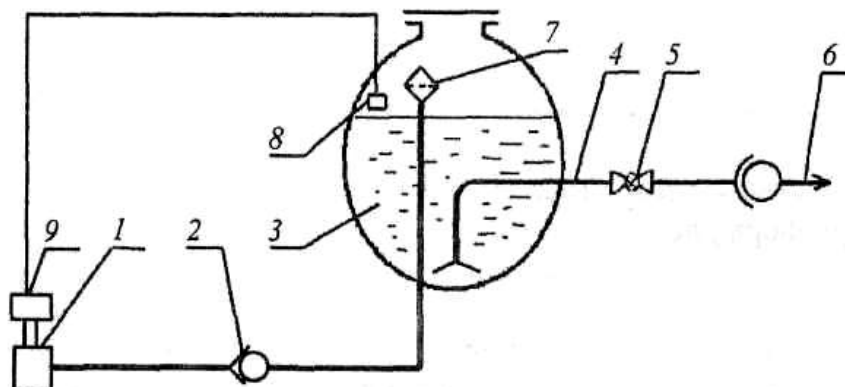


Рисунок 22.5 - Схема порошковой установки с совместным хранением сжатого газа и порошка в сосуде (установка закачного типа): 1 - малогабаритный компрессор; 2 - обратный клапан; 3 - порошок; 4 - сифон; 5 - шаровой кран; 6 - лафетный ствол; 7 - фильтр; 8 - датчик давления; 9 - блок автоматики

Принцип работы порошковых установок первого и второго типов рассмотрим на примере принципиальной схемы порошковой установки первого типа. Сжатый газ хранится в баллонах под высоким давлением 15-20 МПа. После вскрытия вентилей баллонов сжатый газ поступает в редуктор, где его давление снижается до рабочего, и далее под пористый элемент в сосуд для хранения порошка. Через аэроднище сжатый газ отдельными рассеянными струйками проходит сквозь слой порошка и переводит его в псевдооживленное состояние. При достижении рабочего давления установка готова к работе. После этого открывают шаровые краны и порошок подается к лафетному или ручному стволу. После тушения пожара закрывают шаровые краны подачи порошка и продувают рукавные линии от его остатков. Для этого открываются вентили продувки и рукавные линии и трубопроводы продуваются сжатым газом от остатков порошка, предотвращая его слеживаемость.

Аналогичным образом работает и порошковая установка второго типа. Только в этом случае газ поступает в рабочий сосуд через форсунки.

Принцип работы порошковой установки третьего типа отличается от двух других. Сжатый воздух и порошок массой 5000 кг хранятся в сосуде под высоким давлением, например, 3,2 МПа. Иногда вследствие негерметичности установки происходит снижение давления воздуха в сосуде. Как только величина давления снижается до 2,8 МПа, датчик давления выдает сигнал на блок автоматики, который включает в работу малогабаритный компрессор.

Компрессор доводит значение давления воздуха в сосуде до 3,2 МПа и отключается.

Расчет порошковой установки первого и второго типов сводится к определению объема сосуда при заданной массе порошка, запаса транспортирующего газа, объемов баллонов для его хранения, диаметров трубопроводов.

Объем сосуда  $W_c$ , м<sup>3</sup>, для порошкового состава определяется по формуле:

$$W_c = \frac{G_{\text{опс}}}{\rho_{\text{опс}}},$$

где  $G_{\text{опс}}$  - масса вывозимого ОПС, кг;  $\rho_{\text{опс}}$  - насыпная плотность порошка, кг/м<sup>3</sup>.

Количество сжатого газа  $G_r$  для работы порошковой установки определяется по формуле

$$G_r = G_p + G_{\text{тр}} + G_{\text{пр}},$$

где  $G_p$  - масса газа для создания рабочего давления в сосуде с ОПС, кг;  $G_{\text{тр}}$  - масса газа для транспортирования ОПС и его выдачи из сосуда, кг;

$G_{\text{пр}}$  - масса газа для продувки трубопроводов от остатков ОПС, кг.

Количество газа для создания рабочего давления

$$G_p = W_c \rho_p,$$

где  $\rho_p$  - плотность сжатого газа при расчетном рабочем давлении  $P_p$  и температуре  $T$  в сосуде;  $W_c$  - объем свободного пространства, м<sup>3</sup>, принимается 10 % от объема, занимаемого порошком.

Значение  $\rho_p$  определяется по формуле

$$\rho_p = \frac{P_p}{RT},$$

где  $R$  - газовая постоянная, Дж/(кг·К);  $T$  - температура, К, при расчете принимается 273 К.

Количество газа  $G_{\text{тр}}$  для транспортирования ОПС и его выдачи определяется по формуле

$$G_{\text{тр}} = \frac{G_{\text{опс}}}{\mu},$$

где  $G_{\text{опс}}$  - масса вывозимого огнетушащего порошка, кг;  $\mu$  - концентрация газопорошковой смеси, кг порошка/ кг газа.

Количество газа для продувки трубопроводов и рукавных линий от остатков порошка принимается 0,2  $G_p$ .

Число баллонов для хранения сжатого газа определяется по формуле

$$N_6 = \frac{G_r}{W_6 \rho_6},$$

где  $W_6$  - вместимость баллона, м<sup>3</sup>;  $\rho_6$  - плотность сжатия газа в баллоне при расчетном давлении и температуре, кг/м<sup>3</sup>.

Рабочее давление сжатого газа (воздуха) в сосуде для хранения порошка должно обеспечивать получение порошковых струй с максимально

возможной огнетушащей дальностью. Под огнетушащей дальностью понимается дальность, при которой концентрация порошка в струе обладает огнетушащим действием.

Потери давления при транспортировании смеси определяются по формуле

$$\Sigma \Delta P = \Delta p_B + \Delta p_{\Pi} + \Delta p_P + \Delta p_M + \Delta p_{\text{верт}},$$

где  $\Delta p_B$  - потери транспортирующего газа, МПа;

$\Delta p_{\Pi}$  - потери давления от транспортирования порошка, МПа;

$\Delta p_P$  - потери давления на начальный разгон частиц порошка, МПа;

$\Delta p_M$  - местные потери давления, МПа;

$\Delta p_{\text{верт}}$  - потери давления на вертикальном участке, МПа.

Если к потерям, рассчитанным по данной формуле, прибавить давление перед насадком лафетного или ручного ствола, то суммарное давление принимается в качестве расчетного рабочего давления. Увеличение давления в сосуде сверх расчетного давления ведет к увеличению металлоемкости порошковой установки. Огнетушащая дальность порошковых струй при этом не увеличится.

Насадки лафетного и ручных стволов должны обеспечивать геометрические размеры порошковой струи, чтобы её огнетушащая дальность была максимально возможной. Поэтому конструкция стволов должна быть такой, чтобы статическое давление на их срезе равнялось атмосферному.

Так как работа установки третьего типа происходит при снижении давления в сосуде, то ее расчет сводится к определению начального рабочего давления, чтобы в конце работы установки давление составляло величину, обеспечивающую получение струи со значительной огнетушащей дальностью.

Установки первого типа применялись в конструкции ПА порошкового тушения АП-3(130-148А и АП-5(23213)-196. Рабочее давление в сосудах составляет 0,4 МПа.

Установка второго типа использована в конструкции ПА АП-5000-40 (53213)ПМ-567. Принципиальная схема установки приведена на рис. 22.6. Сжатый газ, хранящийся в баллонах 1 под высоким давлением, после открытия запорных вентилей поступает к манометру 4, понижающему редуктору 17 и далее через открытый кран 15 и форсунки 13 в сосуд с огнетушащим порошком. Проходя через отверстия форсунок, сжатый газ переводит порошок в псевдосжиженное состояние. После достижения рабочего давления в сосуде ОПС может подаваться в очаг пожара лафетным стволом 8 и ручными стволами 12, которые формируют порошковые струи. Продувка трубопроводов и рукавных линий от остатков порошка осуществляется сжатым газом, оставшимся в баллонах после работы установки. При этом закрываются краны 7 и 10 и открываются краны 14. Оставшийся в сосуде газ после работы установки выпускается в атмосферу через кран 16. Этот же кран используется при сбросе газа при периодическом

рыхлении порошка. Кран 2 используется для зарядки сжатым газом батареи баллонов.

Порошковая установка смонтирована на шасси КамАЗ-53213 и имеет одинарную кабину, поэтому боевой расчет, включая водителя, составляет 3 человека. К раме шасси крепится подрамник, на котором установлены три сосуда для порошка и отсеки. Объем сосуда составляет 1,9 м<sup>3</sup> и вмещает 1667 кг порошка. Секция 40-литровых баллонов в количестве 15 шт. для хранения сжатого газа при давлении 15 МПа установлена на лонжероны шасси. На крыше каркаса секции закреплен лафетный ствол с расходом порошка 40 кг/с.

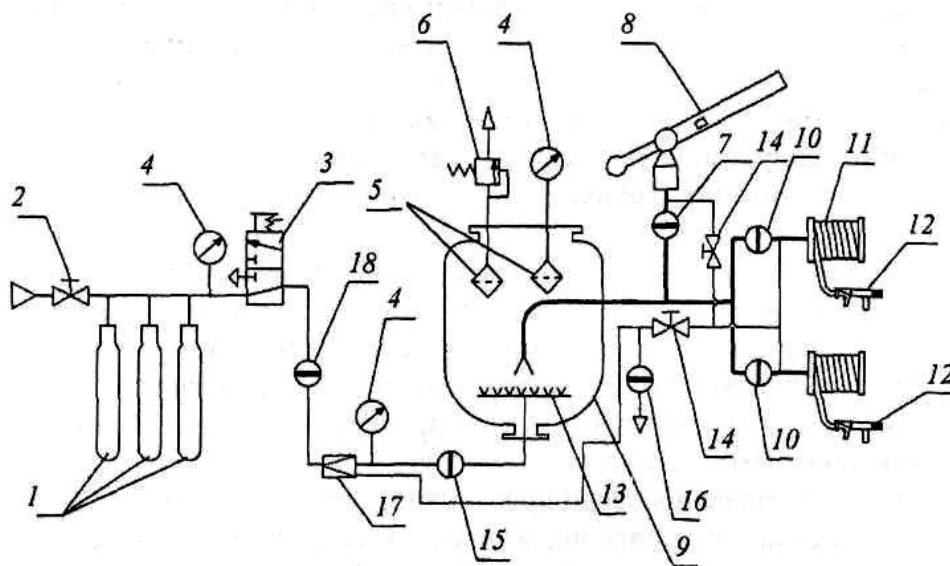


Рисунок 22.6 - Принципиальная схема порошковой установки пожарного автомобиля порошкового тушения. АП-5000-40(53213)ПМ-567:

1 - батарея баллонов с коллектором; 2 - кран для зарядки баллонов сжатым газом; 3 - кран для выпуска сжатого газа; 4 - манометр; 5 - фильтры; 6 - предохранительный клапан; 7 - кран для подачи порошка к пожарному стволу; 8 - лафетный ствол; 9 - сосуд; 10 - краны подачи порошка к ручным стволам; 11 - рукавные катушки с рукавами; 12 - ручные стволы; 13 - форсунки; 14 - кран продувки линий лафетного и ручных стволов; 15 - кран подачи сжатого газа в сосуд; 16 - кран для выпуска сжатого газа из сосуда; 17 - редуктор; 18 - кран подачи газа к редуктору

В отсеках размещены две рукавные катушки с рукавами длиной 40 м и условным проходом 20 мм. Максимальная подача порошка через ствол составляет 5 кг/с.

Для заполнения сосудов порошком предусмотрена вакуумная система, состоящая из газоструйного вакуум-аппарата и пневмоцилиндра.

## 23 ПОЖАРНЫЕ АЭРОДРОМНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Основным назначением аэродромных пожарных автомобилей является спасение людей в случае авиационной катастрофы. Образующиеся при катастрофе разливы топлива ведут к возникновению быстро распространяющегося фронта пламени, воздействующего на корпус самолета. Исследования показывают, что при исправной теплоизоляции между наружной облицовкой и обшивкой салона период, в течение которого может быть спасена жизнь пассажиров, составляет в среднем 3 мин.. Отличительными чертами аэродромных пожарных автомобилей являются их высокие динамические качества, проходимость в условиях бездорожья, способность на ходу подавать огнетушащие вещества и большие объёмы вывозимых ОТВ.

По назначению пожарные аэродромные автомобили разделяются на стартовые и основные.

Стартовые несут службу в непосредственной близости от стартовой взлетной полосы. Наиболее известные модели – это АА-40(131)139 на шасси ЗИЛ-131 и АА-40(43105)189 на шасси КамАЗ-43105. Кроме обычной комплектации ПТВ стартовые автомобили дополнительно вывозят специальный инструмент и оборудование.

Основные пожарные автомобили располагаются в пожарной части и выезжают по сигналу тревоги. К ним относятся АА-60(7310)160.01 и АА-60(7310)220 на шасси повышенной проходимости МАЗ-7310, а также АА-15/80-100/3 (790912)ПМ-539 на шасси МЗКТ-790912.

Стартовый аэродромный автомобиль АА-40(131)139 унифицирован с пожарной автоцистерной АЦ-40(131)137А. Отличительными особенностями являются: наличие трёх стволов ГПС-200, установленных под бампером автомобиля, и способность подавать воздушно-механическую пену при движении автомобиля на 1-й и 2-й передачах.

Утепление цистерн войлоком, электрический подогрев воды, дополнительные системы обогрева насосного отсека и кабины боевого расчета обеспечивают возможность безгаражной эксплуатации автомобиля.

Основной отличительной особенностью стартового аэродромного автомобиля АА-40(43105)189 является установка перед передним бампером автомобиля трёх пеногенераторов ГПС-600 и турбинных распылителей пены. Эта установка, управляемая гидроприводом из кабины водителя, носит название УТПС.

Более современный стартовый автомобиль АА-7,2-60(4320) на шасси Урал 4320-1252-30 (рис. 23.1) производится в ОАО "УралПОЖТЕХНИКА". Он имеет модернизированную установку УТПС-3, устройство для покрытия ВВП пеной (16 стволов ГПС-200), установку комбинированного тушения (УКТП) "Пурга 60.60", а также средства подачи углекислоты. Возимый запас воды составляет 6600 литров, пенообразователя – 600 литров, углекислоты –

80 кг. Применяемый насос ПН-60Б обеспечивает подачу 60 л/с при номинальном напоре 100 м вод. ст.

Основной пожарный аэродромный автомобиль АА-60(7310)160.01 смонтирован на базовом шасси МАЗ-7310 высокой проходимости с колесной формулой 8×8.

На автомобиле установлена цистерна для воды емкостью 12 м<sup>3</sup> и бак для пенообразователя 0,9 м<sup>3</sup>.

В кормовой части автомобиля расположен мотор-насосный отсек, в котором размещён автономный двигатель ЗИЛ-375 мощностью 180 л.с. с дополнительной системой охлаждения от пожарного насоса, и пожарный насос ПН-60, обеспечивающей подачу 60 л/с при напоре 100 м.



Рисунок 23.1 Пожарный аэродромный автомобиль АА 60(7310)160.01

Автономный двигатель дает возможность включать пожарный насос на ходу автомобиля и обеспечивать в движении подачу воздушно-механической пены через лафетный ствол или 4 подбамперных пеногенератора ГПС-600 на задней части автомобиля. Дистанционно управляемый лафетный ствол ПЛС-60 установлен перед кабиной водителя на специальной опоре.

Для тушения пожаров в закрытых объёмах, отсеках самолёта, а также на электроустановках под напряжением в комплект автомобиля входят установки СЖБ-50 и СЖБ-150. Передвижной порошковый огнетушитель ОП-100 может быть применен для тушения алюминиево-магниевых

конструкций воздушного судна. Вскрытие фюзеляжа самолета производится дисковыми пилами ПДС-400.

Для обеспечения работы в зимнее время цистерна, бак для пенообразователя и насосный отсек имеют систему обогрева. Для питания этой системы и других потребителей электроэнергии на автомобиле установлен вспомогательный генератор.

Автомобиль укомплектован стандартным для основного ПА общего применения ПТВ и оборудованием.



Рисунок 23.2 - Пожарный аэродромный автомобиль  
AA-15/80-100/3 (790912) ПМ-539

В настоящее время самый крупный и тяжелый отечественный аэродромный пожарный автомобиль AA-15/80-100/3(790912)ПМ-539 (рис. 23.2) на шасси МЗКТ-790912 создан в ОАО "Пожтехника" в кооперации с фирмой Ziegler (Германия). Автомобиль имеет колёсную формулу 8×8, длину 12 м и полную массу 41,6 т. 470-сильный двигатель обеспечивает хорошие динамические характеристики и максимальную скорость 85 км/ч. Автомобиль с боевым расчетом 3 человека доставляет к месту пожара 14000 литров воды, 1000 л пенообразователя и 100 кг углекислоты. На автомобиле установлена насосная установка фирмы Ziegler FP48/8-2H с насосом производительностью 80 л/с и напором 100 метров. Для подачи углекислоты на автомобиле вывозятся рукавные катушки, раструб и ствол-пробойник. В передней части автомобиля смонтирована бамперная установка водопенного тушения производительностью (по раствору) 20 л/с, а на крыше установлен лафетный ствол фирмы Ziegler производительностью 80 л/с.

Автомобиль способен покрывать по ходу движения взлётно-посадочную полосу воздушно-механической пеной, для чего в задней части автомобиля имеется съёмного типа установка из 8-ми ГПС-600. Кроме того, автомобиль укомплектован специальным инструментом и оборудованием для проведения аварийно-спасательных работ при катастрофах на воздушных судах, а также



стандартным набором пожарно-технического вооружения пожарной автоцистерны.

К уровню противопожарной защиты аэродромов предъявляют ряд специфических требований. Они обусловлены, прежде всего, необходимостью спасания людей при авариях воздушных судов и тушению пожаров на них. На аэродромах возникает потребность тушения горящего разлитого топлива как под фюзеляжами самолетов, так и на взлетно-посадочной полосе (ВПП) и вне ее. Иногда появляется необходимость покрытия ВПП слоем воздушно-механической пены для облегчения посадки самолетов, терпящих бедствие.

Аэродромы гражданской авиации, в зависимости от габаритных размеров эксплуатируемых судов и интенсивности взлетов и посадок на них летательных аппаратов, разделяются на 9 категорий.

Для обеспечения пожарной безопасности на аэродромах должно быть по одному пожарному автомобилю с запасом огнетушащих веществ до 8 т (на аэродроме 9-й категории - 2 таких автомобиля). На аэродромах более 1-4 категории должно быть еще от 1 до 3 пожарных автомобилей с запасом огнетушащих веществ более 8 т.

В зависимости от категории аэродрома пожарные автомобили должны обеспечивать подачу огнетушащих веществ в количестве от 6 до 220 л/с.

По требованию международной организации гражданской авиации (ИКАО) аэродромные ПА должны развивать скорость более 100 км/ч, а разгон до 80 км/ч должен осуществляться за время 40 - 45 с.

Тушение пожаров на аэродромах осуществляется только огнетушащими веществами, которые содержатся в цистернах пожарных автомобилей. Поэтому аэродромные пожарные автомобили создаются на шасси большой грузоподъемности.

Необходимость движения на взлетно-посадочной полосе и вне ее требует, чтобы использовались полноприводные шасси с колесной формулой 6х6 или 8х8.

Задачи по тушению пожаров характеризуются узким диапазоном работ, поэтому численность боевых расчетов на них невелика - 3-4 человека, включая водителя.

Для тушения пожаров или покрытия пеной ВПП требуется большой расход огнетушащих веществ, поэтому управляющая арматура водопенных коммуникаций оборудуется пневмо- или гидроэлектроприводом.

Стартовые пожарные автомобили находятся на дежурстве вблизи ВПП непрерывно. Они, как и дежурные пожарные автомобили, оборудованы подогревающими устройствами цистерны с водой, пенобака, насосного отсека. На них используются подогреватели типа ПДЖ-600 (теплопроизводительность до 25 МДж) или электроподогреватели. Общая мощность электроподогревателей достигает на некоторых машинах 12 кВт.

Пожарные аэродромные автомобили имеют дополнительные средства тушения. Такими средствами могут быть порошковые огнетушители ОП-100, углекислотные установки с запасом углекислоты в количестве 50 - 100 кг.

Аэродромные пожарные автомобили укомплектованы пожарными напорными рукавами различных диаметров (по 4-6 штук), всасывающими и напорно-всасывающими рукавами.

Для вскрытия фюзеляжа на машинах могут быть одна-две дисковые пилы ПДС-400.

На пожарных аэродромных автомобилях устанавливают насосы ПН-40УВ, ПН-60Б, на некоторых машинах применяют насосы фирмы Zigler с подачей 80 л/с и развиваемым напором (100±5) м.

Насос (рис. 23.3) центробежный одноступенчатый с направляющим аппаратом 12 и предвключенным колесом 17. Предвключенное колесо обеспечивает лучшую всасывающую способность насоса, а направляющий аппарат устраняет радиальные нагрузки на вал.

Система всасывания оборудована газоструйным вакуумным аппаратом. На насосе используется пеносмеситель ПС-5.

Технические характеристики АА приводятся в табл. 23.1.

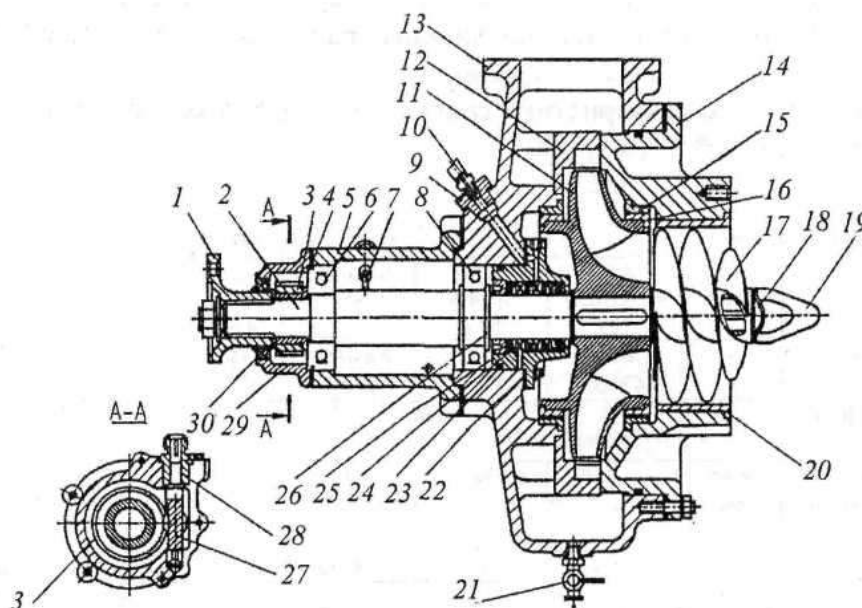


Рисунок 23.3 - Пожарный насос:

1 - муфта фланца; 2 - вал; 3 - червяк привода спидометра; 4 - кольцо; 5 - проставка корпуса; 6,8- подшипник; 7 - шуп; 9 - штуцер; 10 - шланг; 11 - рабочее колесо; 12 - направляющий аппарат; 13 - корпус; 14 - корпус крышки насоса; 15, 16, 20, 23 - уплотнительное кольцо; 17 - предвключенное колесо; 18 - стопорная шайба; 19 - гайка; 21 - сливной кран; 22 - прокладка; 24 - манжета; 25 - уплотнительный стакан; 26- кольцо стопорное; 27 - ведомая шестерня привода тахометра; 28 - направляющая втулка; 29 - крышка; 30 - сальник

Управление элементами водопенных коммуникаций может осуществляться вручную или дистанционно системой пневмоуправления. Для дистанционного управления положением лафетного ствола предусмотрен гидропривод (рис. 23.4). Он состоит из маслобака 1, установленного на крыше насосного агрегата, масляного насоса 3, золотника 5(1) управления гидроцилиндром 7 перемещения лафетного ствола в вертикальной плоскости, золотника 5 (2) управления гидроцилиндром 6 поворота лафетного ствола, трубопроводов, шлангов высокого давления, предохранительного клапана 4 и фильтра 11. Для заполнения системы гидропривода используется ручной насос 8, который входит в комплект автомобиля.

В этом гидроприводе используется масляный насос гидроусилителя руля автомобиля ЗИЛ-375, вал которого находится в постоянном зацеплении с валом двигателя.

В комплект пожарного оборудования основного аэродромного автомобиля входят две установки СЖБ-60 и порошковый огнетушитель ОП-100. Для вскрытия конструкций самолетов на автомобилях вывозятся две дисковые пилы ПДС-400 с бензомоторными двигателями.

Таблица 23.1- Техническая характеристика АА

Показатели	Модель автомобиля					
	АА-40(431 05)-189	АА-5,3/40-50/3	АА-8/60-60/3	АА-7,2/55-(4320)	АА-60(7310)-180	АА-15/80-100/3
Тип шасси	КамАЗ-43105	КамАЗ-43101	КамАЗ-43118	Урал - 4320	МАЗ-7310	МЗКТ
Колесная формула	6x6			8x8		
Боевой расчет (включая водителя), чел	4	3/5	3	3	4	3
Полная масса, кг	15530	15600	19000	21000	42490	46600
Скорость, км/ч	85		80		60	85
Тип насоса	ПН-40УВ		ПН-60Б			Цыглер-ГР48/8-24
Подача насоса, л/с	40		60			80
Число ГПС-600 для покрытия ВВП пеной, шт	-	5	6	16 ГПС-600	-	8
Число подбамперных насадок ГПС-600, шт	3	-	-	3	-	-

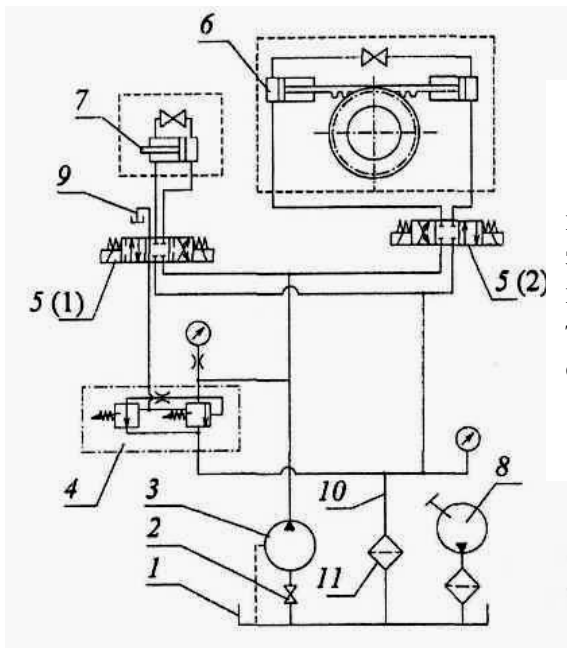


Рисунок 23.4 - Принципиальная схема гидропривода лафетного ствола:

1 - бак для масла; 2 - кран разобщительный; 3 - насос; 4 - предохранительный клапан; 5 - золотники; 6 - цилиндр поворота ствола; 7 - цилиндр подъема ствола; 8 - ручной насос; 9 - трубопровод дренажный; 10 - трубопровод сливной; 11 - фильтр

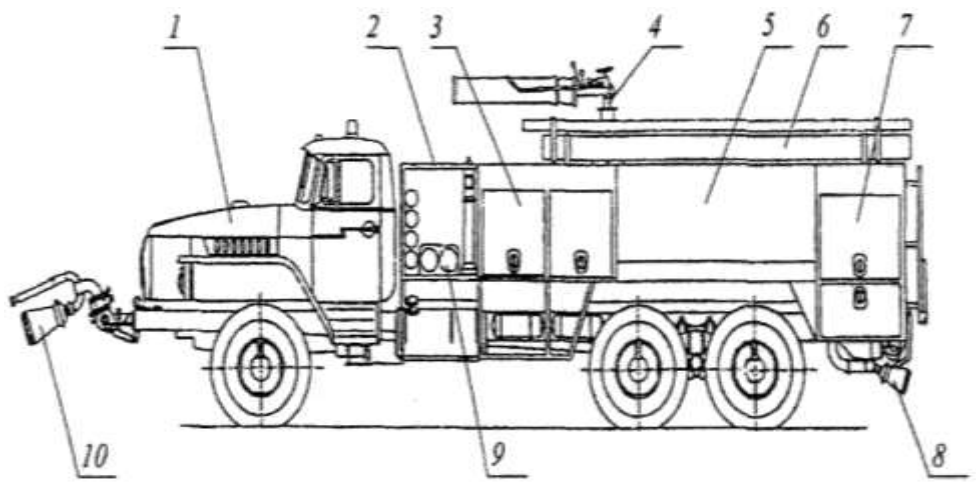


Рисунок 23. 5-Общий вид АА-7,2/55(4310):

1 - шасси; 2 - площадка ПТВ; 3 - передний отсек, двигатель ЯМЗ-238; 4 - лафетный ствол; 5 - цистерна; 6 - ПТВ; 7 - задний отсек, центробежный насос ПН-60 и ПТВ; 8 - установка покрытия ВПП пеной; 9 - углекислотная установка; 10 - установка тушения пожара самолета УТПС-3

**Аэродромный автомобиль АА-7,2/55-(4310).** Автомобиль сооружен на шасси Урал-4310. Основные элементы компоновки его представлены на рис. 7.5. За кабиной шасси находится площадка для ПТВ. На ней размещены колонка, напорно-всасывающие рукава, огнетушитель ОПУ-2-03 9, огнетушитель ОУ-80 и другое оборудование. В переднем отсеке 3 установлен автономный двигатель ЯМЗ-236 для привода насоса, размещенного в заднем отсеке 7.

На кузове автомобиля установлен лафетный ствол 4 СПЛК-60 с ручным управлением с помощью оператора. Цистерна 5 размещена между автономным двигателем и пожарным насосом. На крыше кузова закреплено

ПТВ 6. Оно включает лестницу, пять пеногенераторов ГПС-600, два всасывающих рукава и трубы для заливки полосы пеной.

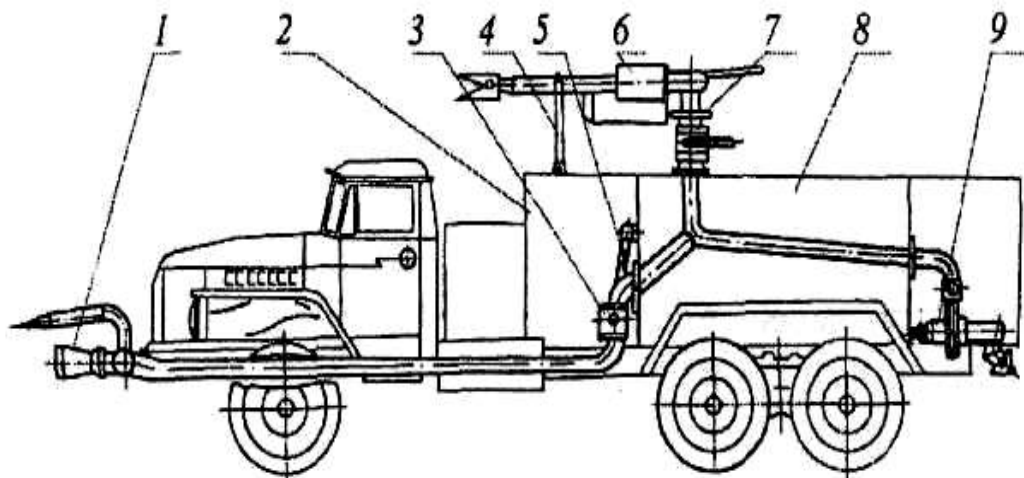


Рисунок 23.6 - Установка УТПС и лафетного ствола:

1 - установка УТПС; 2 - передний отсек; 3 - кран управления УТПС; 4 - упор; 5 - пневмопривод включения крана; 6 - лафетный ствол; 7 - кран управления лафетным стволом; 8 - цистерна; 9 - насос

В переднем отсеке (за двигателем) также размещают ПТВ.

В заднем отсеке установлен насос ПН-60, бак с пенообразователем и размещается ПТВ. Оно включает 16 пеногенераторов ГПС-200; шесть ПНР диаметром 77 мм; четыре ПНР диаметром 51 мм, аптечку.

В кормовой части автомобиля размещается установка 8, предназначенная для покрытия взлетно-посадочной полосы воздушно-механической пеной.

На бампере впереди автомобиля сооружена установка тушения пожара самолета (УТПС-3). Она включает три блока ГПС-600, управление (электрогидравлическое дистанционное) которым осуществляется из кабины водителя. УТПС-3 предназначена для тушения разлитой горючей жидкости воздушно-механической пеной на взлетно-посадочной полосе; пожаров под крылом и фюзеляжем воздушного судна, а также для тепловой защиты кабины пожарного автомобиля.

Взаимное размещение УТПС, лафетного ствола и пожарного насоса представлено на рис. 23.6. Вода или пенообразователь подается насосом 9 в лафетный ствол 6 и (или) к установке УТПС 1.

## 24 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗОВОГО ТУШЕНИЯ

Служат для тушения находящегося под напряжением электрооборудования, ценностей в музеях, библиотеках, архивах, а также очагов горения в труднодоступных местах.

Объемное тушение основано на создании в защищенном объекте среды, не поддерживающей горения. Наряду с возможностью быстрого тушения этот способ обеспечивает предотвращение взрывов при накоплении в помещении горючих газов и паров. В качестве огнетушащих составов при этом способе тушения используют инертные газы. К ним относятся двуокись углерода  $\text{CO}_2$ , азот  $\text{N}_2$  и др. Наиболее широко применяется  $\text{CO}_2$ . В АГТ он в количестве 25 - 30 кг закачивается в баллоны вместимостью 40 л. Следовательно, коэффициент наполнения баллонов находится в пределах 0,62 - 0,70. Рабочее давление  $\text{CO}_2$  в баллонах считается равным 15 МПа.

До последнего времени промышленностью выпускался автомобильный прицеп газового тушения ОУ-400 на шасси автоприцепа ТАПЗ-755А грузоподъемностью 1500 кг. На нём размещались 8 баллонов с диоксидом углерода (углекислотой) по 50 литров и 5 огнетушителей типа ОУ-5. Общая масса вывозимого диоксида углерода составляла 297 кг и позволяла потушить пожар в помещении объёмом около 40 куб. метров. Подача диоксида углерода обеспечивалась по бронированному шлангу общей длиной 80 м или двум шлангам длиной по 40 м. Диоксид углерода мог подаваться в очаг пожара в виде снежной массы при помощи двух стволов-снегообразователей или в виде газа при помощи лома-распылителя.

В настоящее время на шасси УАЗ-3309, ГАЗ-3307 и ЗИЛ-4331 создана целая гамма автомобилей газового тушения, вывозящих соответственно 250, 600 и 1000 кг углекислоты.

Все эти машины созданы по одному принципу, который можно рассмотреть на примере АГТ-0,6(3307)ПМ-547. Автомобиль изготовлен на шасси ГАЗ-3307 с колесной формулой 4×2 и 125-сильным двигателем. Установка газового пожаротушения с массой перевозимого огнетушащего вещества (углекислоты) 600 кг размещена в специальном кузове и состоит из 4 баллонных секций по 6 баллонов в каждой, распределительной арматуры и 4 рукавных линий, присоединённых к коллектору и оборудованных раструбами или ломом пробойниками. Каждый 40-литровый баллон содержит 25 кг двуокиси углерода. Распределительная арматура позволяет задействовать секции поочерёдно, одновременно или в любой комбинации. Время выпуска всей углекислоты составляет 720 секунд.

Основные параметры технических характеристик АГТ представлены в табл. 24.1.

Таблица 24.1 - Техническая характеристика АГТ

Показатели	Модели АГТ		
	АГТ-0,25	АГТ-0,6	АГТ-1
Тип шасси	УАЗ-3303	ГАЗ-3309	ЗИЛ-4331
Колесная формула	4x2	4x2	4x2
Число мест боевого расчета, чел	2	2	3
Масса углекислоты, кг	250	600	1000
Максимальная скорость, км/ч	85	80	95
Количество баллонов, шт	9	24	40
Количество рукавных линий/катушек, шт	2	4	4
Длина рукава на каждой катушке, м	25	25	40
Полная масса АГТ, кг	2700	7850	12000

На АГТ-0,25 пять баллонов размещены за кабиной водителя горизонтально с уклоном 15° в сторону выпускных головок. Это позволило снизить высоту установки и равномерно разделить нагрузку на площади пола кузова. Четыре баллона размещены в кормовой части платформы автомобиля над секцией для ПТВ. Две рукавные катушки находятся над баллонами на корме пола кузова. На автомобиле применено пусковое устройство, которым приводится в действие каждый баллон, что позволяет включать любое количество баллонов.

АГТ-1 имеет свои особенности компоновки. За кабиной в кузове сооружены четыре секции по 10 баллонов с каждой стороны. В двух секциях в кормовой части кузова размещены рукавные катушки по две с каждой стороны. Все секции закрываются шторными дверями.

Большим недостатком АГТ является то, что заполнение баллонов диоксидом углерода возможно только их взвешиванием. Выполнение этой процедуры требует больших затрат труда.

## 25 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ КОМБИНИРОВАННОГО ТУШЕНИЯ

Пожарные автомобили комбинированного тушения – пожарные автомобили с несколькими видами огнегасящих веществ.

В настоящее время разработан метод комбинированного тушения, который успешно применяется во многих странах. Сущность метода заключается в последовательной подаче на очаг горения огнетушащего порошкового состава и воздушно-механической пены. Порошковый состав обеспечивает тушение на основной площади, а отдельные участки горения дотушиваются пеной. Для реализации этого метода созданы пожарные автомобили комбинированного тушения. Основная сфера применения автомобиля такого типа – это защита разного рода химических и нефтехимических производств.

Компоновка автомобилей комбинированного тушения зависит от типа установок (порошковой, пенной или водопенной) и базового шасси. На лёгких автомобилях комбинированного тушения, как правило, применяются порошковые установки в комбинации с пенными, т.е. без насосного агрегата. В этом случае для подачи раствора пенообразователя из ёмкости к пенным стволам и генераторам пены средней кратности используется энергия сжатого газа, хранящегося в баллонах установки.

Примером автомобиля комбинированного тушения лёгкого типа, построенного по такой компоновочной схеме, является АКТ-0,5/0,5(66)207 на шасси автомобиля ГАЗ-66. На платформе за кабиной водителя размещены порошковая и пенная установки с запасом огнетушащих веществ по 500 кг в каждой. Пенная и порошковая унифицированы по рабочим сосудам, запорной арматуре и коммуникациям. Унификация узлов позволяет использовать автомобиль в качестве АП или АПТ, изменяя при этом лишь лафетный и ручные стволы.

В настоящее время на шасси автомобиля КамАЗ-53229 выпускается пожарный автомобиль комбинированного тушения тяжёлого типа АКТ 6/1000-80/20(53229), представляющий собой комбинацию пожарных автомобилей порошкового и пенного тушения (рис. 25.1). Автомобиль комплектуется водопенной и порошковой установками, смонтированными соответственно в задней и средней частях автомобиля. В основе водопенной установки лежит центробежный насос ФР48/8-2Н «Ziegler» подача которого в номинальном режиме составляет 80 л/с при напоре 100 м, два пенобака вместимостью 1000 л и 6-тонная цистерна для воды.

С помощью водопенной установки возможна подача от автомобиля воздушно-механической пены как через стационарный лафетный ствол (на крыше автомобиля), так и через ручные пенные стволы ГПС-600.





Рисунок 25.1 - Автомобили комбинированного тушения:  
слева - АКТ 6/1000-80/20(53229)ПМ-570, справа – АФ-5/1-60

Порошковая установка включает в себя ёмкость с 1000 кг огнетушащего порошка, баллонный блок и систему порошковых коммуникаций, представляющих собой комплекс запорной, предохранительной, регулирующей и контрольной арматуры и трубопроводов, предназначенных для подачи сжатого воздуха в цистерну и выдачу порошка через стационарный лафетный ствол с расходом 20 кг/сек и ручные стволы пистолетного типа. На рисунке справа показан вариант этого АКТ в экспортном исполнении. На данной модели за счёт уменьшения ёмкости для воды до 5 тонн дополнительно смонтирована установка углекислотного тушения. Таким образом, автомобиль может решать широкий спектр задач, представляя собой комбинацию АЦ, АПТ, АП и АГТ.

АКТ 1/1(4320) (рис. 25.2), который смонтирован на шасси Урал-4320 и представляет собой пенную и порошковую установки. Пожарный автомобиль имеет боевой расчет, включая водителя, составляет 3 человека. Пенный и порошковый сосуды расположены на специальной платформе. В передней части платформы предусмотрен отсек для размещения пожарного оборудования и воздушных баллонов, над которыми расположена рабочая площадка ствольщика.

Порошок и раствор пенообразователя подаются к стволам пневматическим способом с помощью сжатого воздуха, который хранится в шести 50-литровых баллонах под давлением 15 МПа. Прикрытием запорных вентилей баллонов воздух через редуктор давления, отрегулированный на давление 1 МПа, по трубопроводам поступает в рабочие сосуды огнетушащей установки и вытесняет огнетушащие вещества. При открытии соответствующего крана на порошковой и пенной коммуникациях подается пена или порошок через лафетные и ручные стволы на очаг пожара.

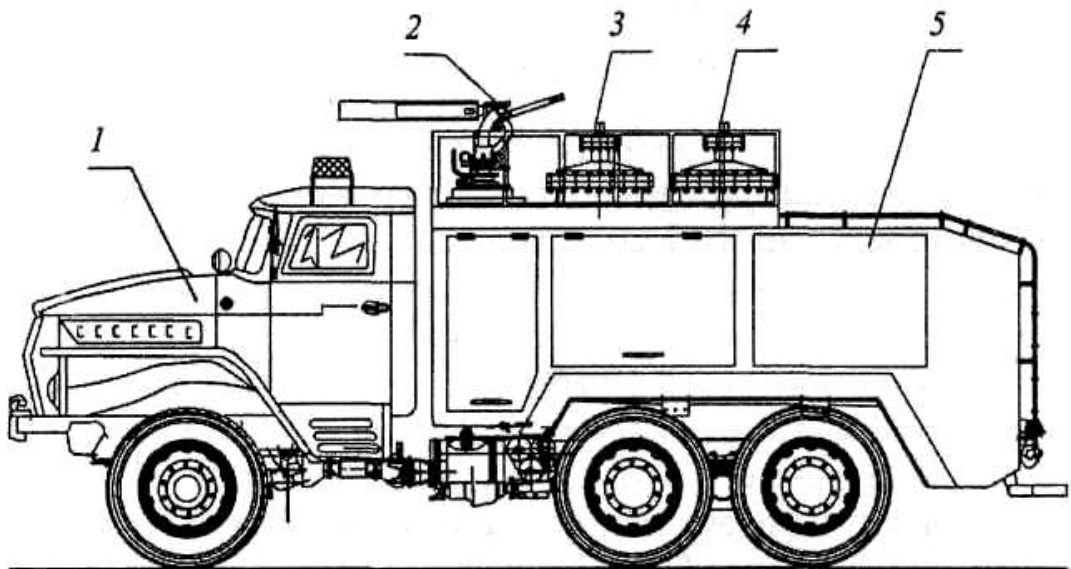


Рисунок 25.2 - Пожарный автомобиль комбинированного тушения АКТ 1/1(4320): 1 - шасси; 2 - сдвоенный лафетный ствол; 3 - сосуд для хранения порошка; 4 – сосуд для хранения раствора пенообразователя; 5 - расположение баллонов-ресиверов

Управление кранами выдачи порошка и раствора пенообразователя через лафетные стволы дистанционное электропневматическое и осуществляется ствольщиком с пульта управления, расположенного у лафетного ствола.

Рабочая зона лафетного ствола равна: вправо и влево на  $150^\circ$  в горизонтальной плоскости и вертикальной плоскости: вверх -  $60^\circ$ , вниз -  $15^\circ$ . Кроме отсека пожарное оборудование размещается на платформе.

Лафетный ствол сдвоенный предназначен для подачи порошка и воздушно-механической пены на очаг пожара как при движении, так и при стоянке автомобиля. Управление лафетным стволом осуществляется вручную при помощи рукоятки. Огнетушащие вещества к стволу подаются по двум каналам, к нижней части которых подсоединены два патрубка для прикрепления рукавов от пенного и порошкового сосудов.

Так как отсутствует обогрев сосуда для хранения раствора пенообразователя, автомобиль не может находиться в зимнее время на открытом воздухе более 10-15 мин.

Примером АКТ среднего типа является АКТ 6/1000-80/20(53229), смонтированный на шасси КамАЗ - 53229.

Пожарный автомобиль АКТ может подавать на очаг пожара огнетушащий порошок, воздушно-механическую пену и воду. Достоинством его компоновки является наличие дополнительной кабины для боевого расчета, который может состоять из 7 человек, включая водителя. Такое количество боевого расчета может обеспечить максимальное боевое использование возможностей пожарного автомобиля.

За кабиной боевого расчета монтируется порошковая установка. Основным ее элементом является сосуд для хранения порошка, в который загружается 1000 кг ОПС. Рабочее давление – 1,2 МПа.

В нижнюю часть сосуда вмонтированы форсунки, через которые сжатый воздух подается в сосуд для псевдооживления порошка и транспортирования его к лафетному стволу и по рукавам к ручным стволам.

В качестве транспортирующего газа в порошковой установке используют воздух, который хранится в баллонах, соединенных общим коллектором высокого давления.

Порошок на очаг пожара подается с помощью лафетного ствола и двух ручных стволов. Лафетный ствол установлен на крыше пожарного автомобиля и обеспечивает подачу порошка с расходом 20 кг/с.

Оба ручных ствола находятся в нижних отсеках кузова автомобиля и расположены симметрично справа и слева относительно сосуда. Рядом со стволами находятся барабаны с катушкой. Длина рукава на одной катушке составляет 20 м с внутренним диаметром 20 мм и на другой катушке - 10 м с внутренним диаметром 32 мм. Расход порошка из ручных стволов изменяется в пределах от 3 до 5 кг/с.

Вокруг сосуда для хранения порошка на специальной раме смонтированы две цистерны для хранения пенообразователя. Сосуды общей вместимостью не менее 2000 л. За сосудом с порошком расположена цистерна для воды.

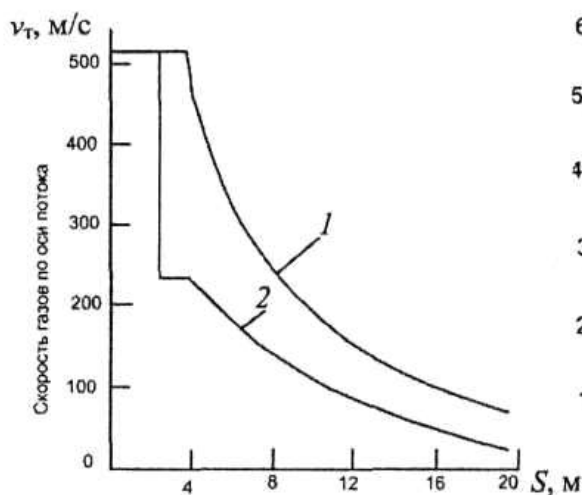
Для подачи на очаг пожара воды или воздушно-механической пены используется комбинированный лафетный ствол. Расход через ствол составляет 60 л/с воды или раствора пенообразователя.

Пенный ствол, как и порошковый, вращается в горизонтальной плоскости на 360° и в вертикальной на -15° и +75°.

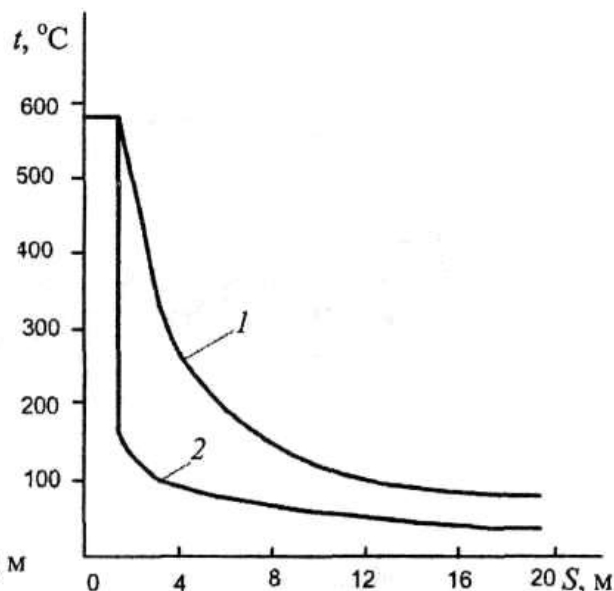
Для подачи воды могут использоваться ручные стволы с рукавными линиями и ручной перекрывной ствол с рукавом на рукавной катушке. Для подачи воздушно-механической пены низкой кратности используются стволы СВП - 4 с расходом по пене 4 м<sup>3</sup>/мин.

## 26 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗОВОДЯНОГО ТУШЕНИЯ

Основной задачей АГВТ является тушение нефтяных и газовых фонтанов. Газо-водяная струя высокой энергии образуется за счёт смешивания воды с отработавшими газами турбореактивного двигателя (ТРД). В настоящее время в ОАО "Пожтехника" (г. Торжок) выпускается автомобиль газовойдуного тушения АГВТ-150(43114)ПМ-586, (рис. 26.1), изготовленный на шасси повышенной проходимости КамАЗ-43114 с колёсной формулой 6×6. На специальной платформе установлен турбореактивный двигатель ВК-1, обеспечивающий расход газовойдуной смеси 150 кг/с (при этом расход воды составляет 90 л/с). Углы поворота реактивного двигателя составляют  $\pm 45^\circ$  по горизонту и  $-15^\circ \dots +60^\circ$  в вертикальной плоскости. Работа ТРД обеспечивается топливным баком ёмкостью 2500 литров. Автомобиль оборудован сложной системой тепловой защиты, включающей специальные кожухи и водяную завесу по всему периметру автомобиля.



Расстояние от среза выхлопной трубы ТРД  
Рисунок 26.1- График изменения скорости отработавшего газа: 1 - без воды; 2 - при подаче воды с расходом 60 л/с



Расстояние от среза выхлопной трубы ТРД  
Рисунок 26.2 -Графики изменения температуры отработавшего газа: 1 - без воды; 2 - при подаче воды с расходом 60 л/с

Основу АГВТ составляют турбореактивные двигатели (ТРД). Высокая скорость их отработавших газов (рис. 26.1) обуславливает гидродинамический срыв пламени. Особенно эффективным он оказывается при тушении горящих нефтяных и газовых фонтанов. Для улучшения механизма тушения в струю отработавших газов вводят воду. Это хотя и снижает их скорость и температуру (рис. 26.2), но обеспечивает охлаждение фронта пламени горящего фонтана.

АГВТ состоит из базового шасси 1 (рис. 26.3), турбореактивного двигателя 6, подъемно-поворотного устройства для него 7, лафетных стволов

5, цистерны 4 с топливом для ТРД, тепловой защиты 3 и бака 10 для воды, обеспечивающей защиту от теплового излучения.

Подача воды в поток отработавших газов осуществляется лафетными стволами. Они укрепляются на корпусе ТРД так, что водяные струи входят в газовый поток на 1 - 2 м от сопла ТРД.

На АГВТ устанавливают лафетные стволы с диаметром насадка 36 мм и расходами 20 л/с. Вода к ним подается от ПНС, насосно-рукавных автомобилей или пожарных автоцистерн.

При тушении пожаров АГВТ устанавливают на небольших расстояниях от горящего факела. Поэтому на них предусматривается защита от тепловых потоков до  $25 \text{ кВт/м}^2$  для обеспечения безопасной работы.

Для защиты АГВТ от теплового потока пожара устанавливают оросители щелевого типа. Щелевые насадки ориентированы на орошение кабины боевого расчета, цистерны с горючим для ТРД и бака с горючим для АГВТ и колес. Для защиты от теплового излучения горящего факела рекомендуется применять съемные экраны из асбестоткани и других материалов. Ими возможно защищать колеса автомобиля, бензобаки, кабину.

Система запуска и управления ТРД дистанционная. Пульт управления выносной. Управление возможно на расстоянии до 50 м. На АГВТ предусматривается управление при помощи лоринготелефонной аппаратуры.

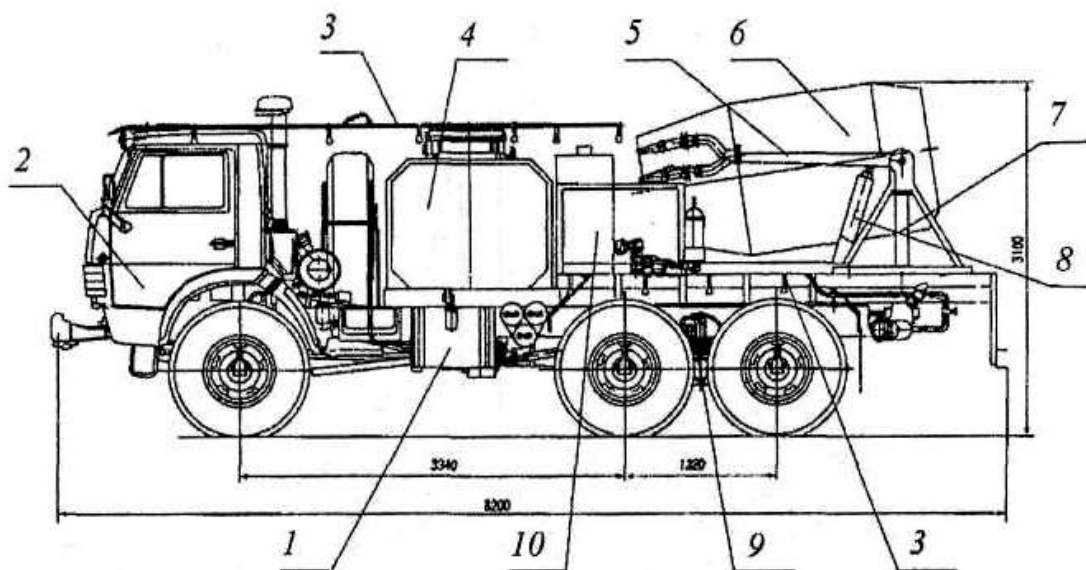


Рисунок 26.3 - АГВТ-150(43114):

1 - шасси; 2 - кабина; 3 - система орошения; 4 - цистерна для топлива; 5 - лафетный ствол; 6 - ТРД; 7 - подъемно-поворотное устройство; 8 - гидроцилиндр подъема; 9 - механизм блокировки рессор; 10 - бак для воды

Некоторые параметры технических характеристик АГВТ приведены в табл. 10.1.

Продолжительность маневров ТРД достаточно мала. Так, для ТРД АГВТ-150 время поворота в любую сторону до максимального значения равно 8 с, вверх - 13, а вниз - 4 с.

На АГВТ устанавливают лафетные стволы с диаметром насадка 36 мм и расходами 20 л/с. Вода к ним подается от ПНС, насосно-рукавных автомобилей или пожарных автоцистерн.

При тушении пожаров АГВТ устанавливают на небольших расстояниях от горящего факела. Поэтому на них предусматривается защита от тепловых потоков до 25 кВт/м<sup>2</sup> для обеспечения безопасной работы.

Для защиты АГВТ от теплового потока пожара устанавливают оросители щелевого типа. Щелевые насадки ориентированы на орошение кабины боевого расчета, цистерны с горючим для ТРД и бака с горючим для АГВТ и колес. Для защиты от теплового излучения горящего факела рекомендуется применять съемные экраны из асбестоткани и других материалов. Ими возможно защищать колеса автомобиля, бензобаки, кабину.

Одним из параметров, характеризующих совершенство ТРД, является тяга. Она находится в пределах 10...50 кН. Тяга ТРД является причиной опрокидывающей силы. Поэтому становится важным обеспечение устойчивости АГВТ против опрокидывания.

Опрокидывающая сила  $P_0$  равна

$$P_0 = T + R, Н,$$

где:  $T$  – тяга,  $H$ ;  $R$  – реактивная сила водяной струи,  $H$

Реактивная сила водяной струи определяется

$$R = 2\omega \cdot p \cdot n, Н,$$

где:  $\omega$  – площадь насадка лафетного ствола, м<sup>2</sup>;

$p$  – давление у насадка, Па;

$n$  – количество лафетных стволов.

В вертикальной плоскости опрокидывающая сила в поперечном направлении равна

$$P_0 = P_0 \cdot \cos\gamma = (T + R)\cos\gamma$$

В горизонтальной плоскости ее величину определим по формуле

$$P_c = (T + R)\cos\alpha \cdot \cos\gamma.$$

Опрокидывание произойдет в случае  $R_g = 0$ , тогда можно записать

$$M_y - M_0 \geq 0,$$

где:  $M_y$  – момент удерживающий, Нм;

$M_0$  – момент опрокидывающий, Нм.

$$M_y = G_a \left( \frac{b}{2} + a \right),$$

где:  $G_a$  – сила веса,  $H$ .

Сила веса определяется по формуле

$$G_a = m \cdot g, Н,$$

где:  $m$  – масса автомобиля, кг;

$g$  – земное ускорение, м/с<sup>2</sup>.

Сила опрокидывающая,  $H$

$$M_0 = P_c \cdot h = (T + R) \cdot h \cdot \cos\alpha \cdot \cos\gamma.$$

Зная величины  $M_y$  и  $M_o$ , определяют запас устойчивости

$$K_y = \frac{M_y}{M_o}.$$

Запас устойчивости для грузоподъемных стреловых машин принимается равным 1,4. При работе ТРД сила тяги может резко изменяться, например, при резком изменении частоты вращения двигателя, поэтому запас устойчивости принимается  $K_y \geq 2$ . Для повышения устойчивости АГВТ необходимо применять блокировку рессор.

Таблица 26.1-Технические характеристики АГВТ

Показатели	АГВТ-100(131) мод. 141	АГВТ-150 (43114)
Тип шасси	ЗИЛ-131	КамАЗ-43114
Колесная формула	6x6	6x6
Максимальная скорость, км/ч	80	80
Тип ТРД	ВК-1А	ВК-1
Количество лафетных стволов, шт	3	4
Расход воды, л/с	60	90
Вместимость топливных баков, л	2000	2700
Производительность по газовой смеси, кг/с	100	150
Углы поворота ТРД, град:	60	60
вверх	20	15
вниз	40	45
влево-вправо		

## 27 ЛЕСОПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА

Отечественные пожарные автомобили создаются на шасси грузовых автомобилей: ГАЗ (рис. 27.1), ЗИЛ, Урал, КамАЗ, МАЗ и др. Современный пожарный автомобиль – это сложная техническая система с большим количеством взаимосвязанных механических, гидравлических, электрических и электронных систем.

Пожарные автомобили состоят из шасси, основы транспортного средства, и пожарной надстройки. Она может включать салон для боевого расчета, агрегаты различного назначения (пожарные насосы, механизмы и т.д.), емкости для огнетушащих веществ, отсеки для пожарно-технического вооружения (ПТВ).



Рисунок 27.1 - Пожарный автомобиль АЦ(Л)-1-30(ГАЗ-3308)-4ВР

АЦ(Л) чаще всего оснащаются ёмкостями на 1000 – 1600 литров воды и насосами с относительно небольшими расходами, например, ПН-30, ПН-20, ПН-1200ЛА, НЦПВ-20/200 и т.п. Число мест для расчёта может составлять от 2-х до 6-ти.

Техническое оснащение АЦ(Л) позволяет им достаточно успешно решать свою основную задачу – патрулирование лесных массивов и самостоятельное тушение небольших очагов лесных и торфяных пожаров. Крупные же лесные пожары тушатся с помощью другой техники, специальной или приспособленной, на гусеничных, тракторных и вездеходных шасси, а также с помощью авиации. Авторы посчитали



нецелесообразным изучение этих технических средств в рамках данного учебника.

В лесном хозяйстве используется специальная лесная пожарная автоцистерна АЦЛ-147 на шасси автомобиля ГАЗ-66 (рис.27.2). Автоцистерна имеет кабину для 4 рабочих, навесной дисковый плуг, цистерну ёмкостью 500 литров, автонасос, пожарные рукава и комплект съёмного противопожарного оборудования (ранцевые опрыскиватели, малогабаритная мотопомпа, зажигательный аппарат, бензопила, ручной противопожарный инвентарь – топоры, лопаты, пилы).

Лесопожарный трактор (рис. 27.3), предназначен для борьбы с лесными пожарами в труднодоступных местах механизированным способом, локализации лесных пожаров путем прокладки заградительных и опорных полос, тушения кромки пожаров водой, пеной или огнегасящими эмульсиями, а также для производства других лесохозяйственных и противопожарных работ



Рисунок 27.2 - Пожарные лесопатрульные автомобили АЦ(Л): АЦ-1,0-30(3308)4ВР (вверху слева), его вариант АЦ-1,6-30(3308) (вверху справа), АЦ-1,6-20(66)ПМ-571 (внизу слева)

Трактор применяется как насосная станция для подачи воды. Машина оснащается пожарными стволами с регулируемыми параметрами распыла струи по дальности, дисперсности (распылу) вплоть до создания "стены" водяного тумана, а также возможностью применения пенотушения. На трактора устанавливается плуг и бульдозер. На сухих и песчаных почвах с помощью плуга прокладывают заградительные полосы; бульдозер убирает препятствия, перемещает грунт на горящую кромку. Для борьбы с лесными пожарами используются трактор лесопожарный ТЦ-2,5-40/4(ТЛТ-100А)ВЛ,

трактор лесопожарный ЛХТ-100А-12 "ОНЕЖЕЦ -180-12" . Лесопожарный трактор рассчитан на эксплуатацию и безгаражное хранение при температуре от - 40 - +40 градусов.

Техника используется на стадии сдерживания и локализации лесных пожаров.

При высокой интенсивности горения с помощью лесопожарных тракторов, а также автогрейдеров (ДЗ-98, ДЗ-122); бульдозеров (гусеничных: ДЗ-171 на базе Т-170, ДЗ-42 на базе ДТ-75; (колесных: ДЗ-160 на базе МТЗ-80, ДЗ-48 на базе К-701); экскаваторов одноковшовых (ЭО-2626 на базе МТЗ-80, ЕК-12, ЕК-14); минипогрузчиков (ПУМ-500, Bobcat-310(320)); каналокопателей: плужнофрезерных (МК-23 на базе ДТ-75, МК-17 на базе К-701) и плужных КЗУ-0,3, с помощью которых осуществляется засыпка горящей кромки грунтом, а также сгребание и перемешивание лесных горючих материалов с грунтом.

Автогрейдеры, одноковшовые экскаваторы и бульдозеры используются для создания заградительных полос и барьеров на пути огня и при создании опорной полосы при прокладке трассы отжига.



Рисунок 27.3 - Лесопожарный трактор ТЦ-2,5-40/4(ТЛТ-100А)ВЛ

Таблица 27.1 - Технические характеристики лесопожарного трактора

Характеристика	Параметр
Трактор лесопожарный	ЛХТ-100А-12 "ОНЕЖЕЦ -180-12"
Базовое шасси	ЛХТ-100 (без кузова и лебедки)
Плуг лесной	ПЛ-1,0 (GRK-70)
Насос водяной высоконапорный	НИПК-40/100-4/400
Гидроимпульсивные насадки	«ЭФЕР» (комплект)
Переносная высоконапорная мотопомпа	НЦПВ-2/200
Ручной пистолет распылитель	3 шт.
Пожарный костюм	3 шт

Работа лесопожарных машин и оборудования не разрешается без соответствующих сигнальных устройств, контрольно-измерительных

приборов для наблюдения за основными параметрами режимов работы, защитных ограждений кабины оператора, с соблюдением требований безопасности, изложенных в инструкциях по эксплуатации технических средств. При использовании машин на тушении лесного пожара осуществляется дополнительное укрепление кабины машиниста – создаётся каркас безопасности, устанавливаются защитные решётки на окна.

Машины и механизмы используются на строительстве пожарных наблюдательных пунктов. Пожарно-наблюдательные пункты (вышки, мачты и др.) должны строиться по типовым проектам, согласованным в установленном порядке. Каждый пункт должен иметь технический паспорт. Построенные пожарно-наблюдательные пункты можно вводить в эксплуатацию только после приемки их комиссией. Ежегодно перед началом пожароопасного сезона специальная комиссия производит осмотр всех действующих пунктов.

Агрегаты и автомобили должны быть оснащены первичными средствами пожаротушения (двумя огнетушителями, двумя штыковыми лопатами и двумя метлами), оборудованы исправными искрогасителями и иметь отрегулированные системы питания, зажигания, охлаждения и смазки двигателя.

## 28 АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ АВТОМОБИЛИ

Аварийно-спасательные автомобили (АСА) предназначены. Для доставки к месту чрезвычайной ситуации боевого расчета и специального аварийно-спасательного оборудования и инструмента.

Они служат для:

- освещения места работ;
- проведения разнообразных аварийно-спасательных работ например: разборка строительных и технологических конструкций, проделывание в них необходимых отверстий и проемов, поднятие и перемещение грузов, ликвидация аварийных течей в коммуникациях и уборка разлившихся опасных жидкостей.

- оказания первой медицинской помощи пострадавшим и т. д. В силу различия характера чрезвычайных ситуаций и выполняемых при этом работ аварийно-спасательные автомобили можно разделить на два вида:

- аварийно-спасательные автомобили общего применения;
- аварийно спасательные автомобили целевого применения. К первому виду относятся универсальные автомобили, обеспечивающие ликвидацию наиболее распространенных чрезвычайных ситуаций. Они оснащены самым разнообразным оборудованием и ориентированы на работу в широком диапазоне чрезвычайных ситуаций.

Аварийно-спасательные автомобили целевого применения имеют более узкий спектр использования и служат для усиления технических возможностей подразделений, работающих на месте ликвидации чрезвычайной ситуации. К ним относятся: автомобили медицинской службы, автомобили химической и радиационной разведки, передвижные склады взрывчатых материалов, автомобили водолазной службы и т. д.

Аварийно-спасательные автомобили общего применения в зависимости от массы доставляемого к месту ЧС оборудования и, как следствие, технических возможностей делятся на:

- легкие;
- средние;
- тяжелые.

Такая классификация соответствует стандарту DIN 14555 (Германия), предусматривающему аварийно-спасательные автомобили типов RW-1, RW-2 и RW-3 с нарастающими возможностями проведения спасательных работ.

Легкие АСА - автомобили быстрого реагирования - выпускаются на шасси легковых и малотоннажных грузовых автомобилей, микроавтобусов.

Они доставляют универсальный аварийно-спасательный инструмент и оборудование, позволяющие боевому расчету провести разведку чрезвычайной ситуации и выполнить самые неотложные спасательные работы.

Высокая оперативность подразделений, выезжающих на данном типе аварийно-спасательных автомобилей, обусловлена высокими тягово-

скоростными характеристиками, маневренностью и проходимостью базовых шасси.

Аварийно-спасательные автомобили среднего типа оборудованы всем необходимым для ведения полномасштабных аварийно-спасательных работ при ликвидации самых разнообразных чрезвычайных ситуаций.

Тяжелый тип АСА отличается не только максимальной комплектностью аварийно-спасательного оборудования, но и наличием, как правило, грузоподъемного крана с гидравлическим приводом, что повышает его технические возможности, например при ликвидации завалов или оказании технической помощи аварийному автотранспорту.

Одним из наиболее перспективных направлений повышения эффективности применения пожарных аварийно-спасательных автомобилей является широкое применение спасательными службами автомобилей быстрого реагирования (АБР). Использование этих автомобилей обеспечивает значительное уменьшение ущерба от чрезвычайных ситуаций и снижение эксплуатационных затрат на их приобретение и содержание.

АБР обеспечивают быстрое прибытие первых подразделений к месту чрезвычайной ситуации для принятия первоочередных, незамедлительных, мер по разведке, локализации пожара или аварии и, самое главное, спасания пострадавших и оказания им первой помощи.

Автомобили быстрого реагирования должны отвечать следующим требованиям:

- иметь сравнительно высокую скорость движения;
- обладать высокой удельной мощностью;
- отличаться высокой устойчивостью, управляемостью и маневренностью;
- конструкция кузова должна обеспечивать удобство доступа к вывозимому оборудованию.

В настоящее время на вооружении подразделений МЧС находятся три вида автомобилей быстрого реагирования на шасси УАЗ-3962, ГАЗ-2705 «Газель» и ЗиЛ-5301. Две модели АБР - ПАБР-3(3962) и ПАБР-5(2705) - выпускаются серийно ПО «Витязь» (г. Витебск), а АБР-0,6/100(5301) производятся ПО «Белкоммунмаш» (г. Минск).

Обычно ПАБР монтируется на шасси грузопассажирского автомобиля с кузовами фургонного типа. Для удобства использования большинство вывозимого оборудования размещено на специальной кассете, выдвигаемой по специальным роликам качения при боевом развертывании из кузова через заднюю дверь.

ПАБР-3(3962) смонтирован на шасси повышенной проходимости, что позволяет успешно использовать его в сельской местности.

Область применения ПАБР и их «тактико-технические характеристики – представлены в таблице 28.1.

Аварийно-спасательные автомобили среднего типа (КЛУ-2 по стандарту ФРГ и Австрии) предназначены для проведения аварийно-спасательных работ всех видов и поэтому наиболее универсальны.

Они служат для вскрытия строительных и технологических конструкций, разборки завалов, выполнения отверстий (проемов) в стенах и перекрытиях, освещения места чрезвычайной ситуации, проведения спасательных работ на воде и в верхних этажах зданий, оказания технической помощи аварийным транспортным средствам и первой медицинской помощи пострадавшим. При этом предусмотрена возможность проведения спасательных работ в непригодной для дыхания среде.

Аварийно-спасательные автомобили оборудуются автономными источниками электроэнергии, грузоподъемными механизмами, разнообразным аварийно-спасательным и пожарно-техническим оборудованием, средствами связи и освещения, сигнальной аппаратурой.

Таблица 28.1- Область применения пожарных аварийно-спасательных автомобилей

Наименование ЧС	Использование оборудования	
	ПАБР-3(3962)	ПАБР-5(2705)
1	2	3
Ликвидация пожаров		
Тушение пожаров классов А и В	Импульсные установки пожаротушения. Порошковые огнетушители. Тонкораспыленная вода от установки пожаротушения (мотопомпа + емкость + рукавная катушка со стволами)	Импульсные установки пожаротушения. Порошковые и углекислотные огнетушители. Ручные забрасываемые генераторы огнетушащего аэрозоля СОТ-5М
Тушение пожаров класса С	Охлаждение зоны горения с использованием УИП-1, а также тонкораспыленной струей от насосной установки	Охлаждение зоны горения с использованием УИП-1, углекислотных огнетушителей. Наложение бандажей и заглушек на поврежденные участки трубопроводов и резервуаров
Тушение пожаров класса D	Порошковые огнетушители	Порошковые и углекислотные огнетушители
Спасание людей на пожаре и оказание им первой доврачебной помощи	Аппараты АСВ-6 и оснащение звена ГДЗС. Спасательные веревки. Гидравлический АСИ. Медицинская аптечка	Аппарат АСВ-6 и оснащение звена ГДЗС. Комплекты спусковые спасательные КСС-1. Лестница-штурмовка. Гидравлический АСИ Lukas. Комплект медицинский
Тушение пожаров и ликвидация аварий радиоактивного загрязнения, выделения СДЯВ	Аппараты АСВ-6, костюмы Л-1, средства тушения	Аппараты АСВ-6, костюмы Л-1, средства тушения

1	2	3
Вскрытие и разборка строительных и технологических конструкций	Гидравлический АСИ «УРГИ». Бензопила, пожарный лом, топор	Гидравлический АСИ. Бензопила, пожарный лом, топор
Ликвидация аварий		
Извлечение пострадавших из поврежденного транспортного средства и оказание им первой доврачебной помощи	Гидравлический АСИ «УРГИ». Медицинская аптечка	Гидравлический АСИ. Медицинский комплект
Ограждение места аварии	Специального оборудования нет. Используются подручные средства и спасательная	Оградительные и фишки (конусные знаки) и ленты
Проведение разведки в местах аварий с выделением СДЯВ	-	Газоанализатор Drager
Ликвидация СДЯВ из поврежденных цистерн и	Подручные средства	Бандаж течеуплотнительный Vetter. Комплект заглушек и подушек. Подручные средства
Вскрытие и разбор завалов строительных конструкций. Извлечение пострадавших и оказание им первой помощи	Гидравлический АСИ «УРГИ». Медицинская аптечка. Бензопила	Гидравлический АСИ. Комплект медицинский. Бензопила
Освещение места ЧС и обеспечение громкоговорящей связи	Фары прожектора, фонари пожарные, электромегафон и СГУ	Пожарные фонари. электромегафон и СГУ
Вскрытие металлических конструкций (двери, решетки, арматура)	Гидравлический АСИ «УРГИ»	Гидравлический АСИ Бензорез
Осаждение паров СДЯВ в закрытых помещениях	Костюмы Л-1. Импульсные установки УИП-1. Тонкораспыленная вода от насосной установки	Костюмы Л-1. Импульсные установки УИП-1
Другие ситуации служебной деятельности		
Дежурство в местах проведения массовых мероприятий	Оборудование ПАБР	Оборудование ПАБР

Во многих странах типаж, основные параметры и комплектация АСА стандартизированы. По стандартам ФРГ на АСА стационарно устанавливаются:

- электрогенератор мощностью 15-20 кВт с приводом от двигателя базового шасси через дополнительную трансмиссию;
- мачта выдвижная осветительная (высота подъема 5-7 м), оборудованная двумя-тремя стационарными прожекторами мощностью по 1000 Вт;
- лебедка с тяговым усилием не менее 50 кН (5 т). К нестационарному, съемному оборудованию (общим весом до 2500 кг) относятся:
  - электрогенераторная установка с мотоприводом мощностью 4-5 кВт;
  - бензомоторные и электрические пилы для резки древесины, металла и строительного железобетона;
  - лебедка ручная с тяговым усилием до 2 т (20 кН).

Таблица 28.2 - Тактико-технические характеристики пожарных аварийно-спасательных автомобилей быстрого реагирования

Показатели	ПАБР-3(3962)	ПАБР-5(2705)
1	2	3
Шасси	УАЗ-3962	ГАЗ-2705
«Колесная формула»	4x4	4x2
Полная масса, кг	2600	3500
Номинальная мощность двигателя, л.	92	100
Число мест для боевого расчета, чел.	3	5
Максимальная скорость, км/ч	90	96
Время разгона до 80 км/ч, с	49,7	34
Габаритные размеры LxВxН. м	4,44x1,94x2,5	5,50x2,01x2,59
Защитная одежда и снаряжение: защитный костюм Л-1, шт.	3	4
Ножницы для резки электрических проводов, шт.	1	1
Диэлектрические перчатки, боты, пар аппарат АСВ-6, шт.	2 1 2	2 2 3+3
Спасательные средства: лестница-спасательная веревка, шт.; спускное устройство, шт. лестница-штурмовка,	1 2 1 -	- 2 1
Аварийно-спасательный инструмент и оборудование:		
бензопила, шт.	1	1
бензорез, шт.	-	1
гидравлический АСИ, шт.	1 («УРГИ»)	1 (Lukas)
штыковая лопата, шт.	1	1
топор, шт.	1	



1	2	3
лом, шт.	1	1
течеуплотнительный бандаж, компл.	-	1 (Vetter)
комплект заглушек	-	1
пневматическая подушка для		2
газоанализатор, шт.	-	1 (Drager)
канистра, шт.	-	1
Средства пожаротушения:		
огнетушители порошковые, шт.	2(ОП-10)	2(ОП-10)
огнетушители углекислотные, шт.	-	2 (ОУ-5)
ручные забрасываемые генераторы	-	3 (СОТ-5М)
рукава пожарные диам. 51 мм, шт.	-	2
установка пожаротушения в составе:		
мотопомпа Powerjet, шт.	1	—
мощность двигателя, кВт	8,04	

Автомобиль предназначен для доставки к месту ЧС личного состава и специального оборудования, с помощью которого возможно проведение следующих видов работ:

- разборка (резание и демонтаж) конструкций из древесины, бетона, металла;
- перекусывание стальной арматуры диаметром до 25 мм, металлических конструкций транспортных средств, пережимание металлических труб диаметром до 200 мм;
- подъем грузов массой до 10 т на высоту до 1 м;
- перемещение грузов на расстояние до 1 м с усилием до 20т;
- проведение спасательных работ на высотах до 100 м;
- проведение спасательных работ на воде;
- освещение места ЧС, обозначение места проведения работ сигнальным и световым ограждением.

Краткие тактико-технические характеристики и описание оборудования и имущества АСА-20(1222) приведены в таблице 28.3.

Аварийно-спасательные автомобили тяжелого типа отличаются большой полной массой (15-16 т) и соответственно большой полезной грузоподъемностью, позволяющей доставлять к месту ЧС самый разнообразный инструмент и оборудование. Как правило, на данный тип АСА устанавливается грузоподъемный кран с гидравлическим приводом, позволяющий выполнять работы по разборке строительных конструкций, поднятию и перемещению грузов, оказанию технической помощи при авариях автотранспорта.

Кран размещается сзади за кузовом так же, как и две выдвижные гидравлические опоры, обеспечивающие устойчивость автомобиля во время

работы. В транспортном положении опоры не выходят за габариты кузова по ширине и не уменьшают задний угол свеса автомобиля.

Таблица 28.3- Краткие тактико-технические характеристики АСА-20(1222)

Наименование параметра характеристики	Показатели параметра
Базовое шасси	Mercedes-Benz 1222
Тип двигателя	Дизель
Мощность двигателя, л. с.	216
Число мест для боевого расчета, чел.	2
Максимальная скорость, км/ч	120
Полная масса, кг	14000
Габаритные размеры, м	5,7x2,4x2,8
Мощность электрогенератора, кВт	20

Аварийно-спасательные автомобили тяжелого типа производятся как в странах Европы, так и в России. Основные тактико-технические характеристики АСА, выпускаемых в России, представлены в таблице 28.4.

На шасси трехосного автомобиля повышенной проходимости КамАЗ-43114 монтируется АСА-20(43101)ПМ-523 (рис. 28.1).

Для размещения специального оборудования и инструмента на раме базового шасси за кабиной водителя размещён цельнометаллический кузов.

Для питания электроэнергией потребителей (мачтовых и выносных прожекторов, дымососов, электроинструмента) на автомобиле установлена электросиловая установка (ЭСУ), в основе которой лежит генератор ГС-250-20/4 мощностью 20 кВт, вырабатывающий электрический ток напряжением 400/230 В с частотой 50 Гц. По устройству и номенклатуре составляющих ЭСУ аналогична той, которая установлена на автомобилях АГ-20(433362)ПМ-585 и АСО-20(4208)ПМ-579.

Автомобиль оборудован гидросистемой, служащей для работы крана и выносных гидравлических опор. Кроме того, на машине имеется лебёдка, входящая в состав базового оборудования шасси. Выход троса лебёдки, как правило, осуществляется назад.

Привод ЭСУ, насоса гидравлической системы и лебёдки осуществляется от основного двигателя через две независимые дополнительные трансмиссии.

В задней части кузова на специальном опорном кронштейне расположен консольный кран и балки аутриггеров. Кран имеет грузоподъемность на минимальном вылете 3 тонны, на максимальном вылете (6 метров) – 400 кг.



Рисунок 28.1 Аварийно-спасательный автомобиль АСА-20(43114)ПМ-523

Таблица 28.4- Основные тактико-технические характеристики АСА

Показатели	Показатели	
	АСА-20(4310) ПМ-523	АСА-16(4310) ПМ-
1	2	3
Базовое шасси	КамАЗ-4310 с лебедкой	КамАЗ-4310 с лебедкой
«Колесная формула»	6х6	6х6
Полная масса, кг	15100	15100
Максимальная скорость,	85	85
Габаритные размеры в транспортном положении, м	7,9х2,5х3,5	7,9х2,5х3.5
Мощность электрогенератора стационарного, кВт	20	16

1	2	3
Грузоподъемный кран: тип максимальная грузоподъемность, на первой стреле, т	Гидравлический  1,2	

Автомобиль оборудован пневматической телескопической поворотной мачтой высотой 6 м с установленными на ней двумя прожекторами ПКН-1500. В отсеках кузова и на его крыше размещаются: пожарные переносные дымососы ДПЭ-7 с комплектами рукавов, выносные прожекторы ПКН-1500 с треногами, магистральная и рабочие кабельные катушки, разветвительные коробки, аварийно-спасательный гидравлический инструмент, электро- и бензоинструмент, в том числе электрический отбойный молоток, автогенорезательная установка, погружной насос, комплект пневмодомкратов, шанцевый инструмент, переносная пожарная мотопомпа (в качестве дополнительного оборудования), средства спасания с высот, линемёт, надувная лодка и другое оборудование.

## 29 ПОЖАРНЫЕ АВТОЛЕСТНИЦЫ И КОЛЕНЧАТЫЕ АВТОПОДЪЁМНИКИ

Предназначены для доставки расчета к месту пожара и выполнения следующих работ на пожаре:

- подъема пожарных в верхние этажи здания для организации эвакуации людей или тушения пожара;
- эвакуации людей в случае невозможности использования стационарных эвакуационных путей или других средств;
- подачи огнетушащих веществ на высоту;
- как наблюдательный пункт при штабе пожаротушения;
- для закрепления прожекторов и освещения места пожара;
- для подъема и перемещения грузов при разборке конструкций.

Пожарная автолестница – пожарный автомобиль со стационарной механизированной выдвигной и поворотной лестницей.

Основными конструктивными элементами автолестницы являются:

- базовое шасси с платформой и передней опорной стойкой;
- силовая установка;
- опорное основание;
- подъемно-поворотное основание;
- комплект колен (стрела);
- механизмы поворота башни, подъема-спуска, выдвигания-сдвигания стрелы;
- гидросистема;
- электрооборудование.
- пульт (или пульта) управления с механизмами управления и блокировки.

Все механизма и устройства автолестницы обеспечивают:

- устойчивость, прочность и жесткость конструкции, допускающей надежную и безопасную работу на поверхности с уклоном до  $6^0$ ;
- выравнивание подъемно-поворотного основания или комплекта колен;
- подъем-опускание комплекта колен;
- выдвигание-сдвигание комплекта колен;
- поворот лестницы вокруг вертикальной оси.

Базовыми шасси для монтажа узлов и агрегатов автолестниц являются различные модификации автомобилей ЗИЛ, КамАЗ, МАЗ, Урал, МЗКТ, ТАТРА, которые выбираются в зависимости от необходимой грузоподъемности и проходимости.

Стрела (комплект колен) автолестницы по своему назначению является основным элементом конструкции, при помощи которого осуществляются все операции, предусмотренные техническими данными автолестницы. Стрела состоит из четырех, пяти, шести или семи секций (в зависимости от модели автолестницы), телескопически соединенных между собой. В технической литературе такая конструкция называется открытым

ферменным телескопом. Каждое колено изготавливается из высокопрочных легированных сталей, и состоит из двух боковых ферм, каждая из которых образуется профилированной тетивой (снизу) и верхним поясом, соединёнными между собой раскосами и стойками. Боковые фермы соединены между собой в горизонтальной плоскости ступенями.

Комплекты колен высотных автолестниц в обязательном порядке оснащаются лифтом, который служит для быстрой эвакуации людей или подъёма на высоту пожарных и специального оборудования. При помощи лебедки лифт перемещается на роликах по направляющим, приваренным к верхним поясам колен. Лифт снабжен системой торможения (ловителем). В случае обрыва троса лебедки автоматически срабатывает система торможения, и лифт останавливается.

На вершине первого колена автолестницы может быть установлен съёмный лафетный ствол с ручным (канатным) или дистанционным (на основе электроприводов) управлением, либо неуправляемый коллектор (так называемая "гребёнка") для пеногенераторов ГПС-600. В последнем случае автолестница может выполнять функции пеноподъёмника.

На всех современных моделях автолестниц предусматривается использование специальной площадки крепления эластичного секционного спасательного рукава РС-С, позволяющего производить быструю эвакуацию людей, в том числе не имеющих возможности передвигаться самостоятельно.

Ряд моделей автолестниц снабжается съёмной или постоянно закреплённой на вершине подвесной люлькой. Подвесная люлька (чаще всего двухместная) придаёт автолестнице дополнительные возможности, характерные для автоподъёмников. Если автолестница оснащена пропорциональной системой электрогидроуправления, то в люльке устанавливается дополнительный пульт, с которого оператор управляет всеми движениями стрелы.

Традиционно наибольшее распространение имеют автолестницы с высотой подъёма 30 метров, из которых самой массовой является модель ПМ-506 различных модификаций.

Автолестница АЛ-30(131) модели ПМ-506 смонтирована на шасси автомобилей повышенной проходимости ЗИЛ-131 и ЗИЛ-433440 или на шасси МАЗ-5337 (рис. 29.1 "а").

Высота полностью выдвинутой лестницы при угле подъёма комплекта колен  $75^{\circ}$  составляет 30 метров. Максимально допустимый вылет вершины лестницы с рабочей нагрузкой 160 кг на вершине составляет  $16 \pm 0,5$  метров. Диапазон углов подъёма лестницы от  $0^{\circ}$  до  $75^{\circ}$ , поворот башни обеспечивается на  $360^{\circ}$ .

В состав пожарного оборудования автолестница входит лафетный ствол с насадками 25, 28, 32 мм и коллектор на 2 ГПС-600, которые при необходимости можно закрепить на 1-м (верхнем) колене.



а)



б)



в)



г)

Рисунок 29.1 пожарные автолестницы с высотой подъёма 30 метров:  
а) АЛ-30(5337)ПМ-506Д; б) АЛ-30(53211)ПМ-512Б; в) АЛ-31(433112)ПМ-559; г) АЛ-30(Татра Т-815)

Автолестницу можно использовать в качестве крана грузоподъёмностью до 1 т (при сдвинутой лестнице). Для этого на 4-м колене имеется специальная проушина.

На более поздней модификации ПМ-506В обеспечен уголклонения стрелы до минус  $4^{\circ}$ , что облегчило установку на вершину лестницы окончательных устройств. Кроме того, была незначительно изменена система блокировок и сигнализации.

На следующей модификации – ПМ-506Д – конструкция автолестницы была сильно изменена. Машина получила новую гидросистему с более высоким рабочим давлением на основе рапределителей Salami и принципиально новое дополнительное электрооборудование.

Для этой модели разработана съёмная площадка крепления эластичного рукава спасательного рукава РС-С. В транспортном положении эта площадка закреплена под 4-м (нижним) коленом стрелы.

Автолестница АЛ-30 модели ПМ-512Б смонтирована на шасси КамАЗ-53211 (до 2001 года) (рис. 29.1 "б") или КамАЗ-53215, либо на шасси повышенной проходимости КамАЗ-43114. Лестница рассчитана на работу с вылетом до 24 метров, что обеспечивается большой массой машины и повышенной прочностью комплекта колен. Высота полностью выдвинутой лестницы составляет 33 метра. Автолестница оснащается съёмной люлькой грузоподъёмностью 200 кг с дополнительным пультом управления. На машине применена пропорциональная электрогидравлическая система управления, основанная на гидрораспределителях фирмы Danfoss.

АЛ-31(433112)ПМ-559 на шасси ЗИЛ-4331 (рис. 29.1 "в") представляет собой совершенно новую конструкцию, для которой были заново разработаны комплект колен на основе не гнутых, а коробчатых профилей, подъёмно-поворотное основание с так называемой "качающейся" башней, гидросистема и электрооборудование. Высота полностью выдвинутой лестницы составляет 31,4 метра. От своей предшественницы (модели ПМ-506Д) автолестница унаследовала только конструкцию опорного контура и гидрораспределителя Salami. На вершине лестницы может устанавливаться лафетный ствол с дистанционным электроуправлением, коллектор с двумя ГПС-600 или площадка для навески спасательного рукава РС-С. Комплект колен лестницы может работать на углах от  $-7^{\circ}$  до  $+75^{\circ}$ .

Модернизированный вариант надстройки ПМ-559 оборудован несъёмной люлькой, запрокидывающейся в транспортном положении для уменьшения высоты, а также новым Х-образными опорным контуром. Эта надстройка устанавливается на шасси автомобиля ТАТРА, изготовленного по компоновочной схеме "кабина перед двигателем" и имеющего для увеличения маневренности укороченную колёсную базу (рис. 29.1 "г").

Автолестница АЛ-37(53229) модели ПМ-544 (рис. 29.2) устанавливается на шасси КамАЗ-53229 или КамАЗ-53228. Высота полностью выдвинутой лестницы 37 метров. Максимальный вылет составляет 18 метров. Стрела автолестницы имеет несъёмную люльку грузоподъёмностью 200 кг с автономным пультом управления. Особенностью лестницы является так называемое "ломающееся" первое колено, состоящее из двух шарнирно соединённых частей. Такая конструкция позволяет автолестнице выводить вершину за перегиб крыши.





Рисунок 29.2 - Пожарная автолестница АЛ-37(53229)ПМ-544

Автолестница АЛ-50(53229) (рис.29.3) моделей ПМ-513 и ПМ-513А монтируется на стандартном шасси КамАЗ-53229, либо на таком же доработанном шасси с вынесенной кабиной. Такое компоновочное решение позволило обеспечить транспортную высоту автолестницы 3500 мм против 3800 мм у стандартного образца. Комплект колен автолестницы состоит из 6-ти колен, имеет допустимую нагрузку на вершине 300 кг, оснащён лифтом грузоподъёмностью 200 кг и съёмной люлькой также на 200 кг. В пол люльки вмонтирована обойма крепления эластичного спасательного рукава РС-С-50. Система блокировок автолестницы позволяет работать при одностороннем выдвигании выносных опор, что облегчает установку лестницы на позицию на ограниченных по размеру площадках и на узких улицах, где вынос аутриггеров на проезжую часть нежелателен или затруднён.



Рисунок 29.3 - Автолестница АЛ-50 модели ПМ-513А

Наиболее мощная из отечественных автолестниц АЛ-62(Т815)ПМ-553 (рис. 29.4) базируется на полноприводном шасси автомобиля ТАТРА Т815. Высота полностью выдвинутой лестницы 62 метра. Комплект колен автолестницы выполнен на базе стрелы АЛ-50(53229)ПМ-513 с увеличением числа колен до семи и применением более мощного механизма выдвигания.

Допустимая нагрузка на вершину лестницы составляет 300 кг при максимальном вылете 18 метров. На верхнее (первое) колено может навешиваться съемная люлька, рассчитанная на 2-х человек. Как и на всех высотных автолестницах, комплект колен оборудован двухместным лифтом. Стрела может работать на углах возвышения от  $-7^{\circ}$  до  $+73^{\circ}$ . Выдвигание и сдвигание стрелы осуществляется с помощью длинноходовых гидроцилиндров, расположенных под 7-м (нижним) коленом.

Для облегчения подвода лестницы к верхним этажам здания на вершине стрелы установлена видеочамера, передающая видеоизображение на черно-белый монитор, установленный на пульте управления. Для постоянного контроля скорости ветра на вершине первого колена установлен анемометр, сигнал с которого поступает на пульт оператора.



Рисунок 29.4 - Автолестница АЛ-62(Т815)ПМ-553

Наряду с высотными автолестницами, всё более мощными и совершенными, разрабатываются относительно простые и дешёвые автолестницы малого класса, предназначенные для высот 15-20 метров. Они востребованы как в небольших городах со зданиями не выше 5-ти этажей, так и в старых районах крупных мегаполисов с их узкими улочками и низкими подворотнями. В качестве шасси для таких автолестниц используются малотоннажные грузовые автомобили, например, ЗИЛ-5301. Небольшая длина комплекта колен этих автолестниц позволяет монтировать подъёмно-поворотное основание за кабиной, разворачивая стрелу в транспортном положении назад по ходу автомобиля. При такой компоновке самой высокой точкой машины является кабина, и высота машины в целом не превышает 2,5 метров.

Среди зарубежных моделей у нас в стране получили распространение пожарные автолестницы DL-50 Magirus, DLK-52 Magirus VarioCC и DLK-53 Metz. Эти автолестницы поставляются германскими фирмами IVECO-Magirus Brandschutztechnik и METZ-Feuerwehrgeräte. Автолестницы имеют

традиционную компоновку и монтируются на шасси Magirus 310D22, IVECO MP260E34H и Мерседес-Бенц MB2631.

*Пожарный коленчатый автоподъемник* - пожарный автомобиль со стационарной механизированной поворотной коленчатой, телескопической или коленчато- телескопической подъемной стрелой, последнее звено которой оснащено люлькой.

Пожарные коленчатые автоподъемники по конструкции напоминают автолестницы, т.к. их системы имеют много общего; опорный контур, поворотное устройство, гидропривод, системы блокировок и т.п. Существенно отличаются от автолестниц лишь их подъемное устройство, выполняемое в виде коленчатой, телескопической или коленчато-телескопической стрелы, оборудованное стационарной системой водопенных коммуникаций. Характерной особенностью управления движения стрелой подъемника является обязательное расположение пультов управления стрелой подъемника как на подъемно-поворотном основании, так и в люльке.

Коленчатые автоподъемники по сравнению с автолестницами имеют большую маневренность, но лишены такого важного преимущества лестницы, как возможности осуществления непрерывной эвакуации пострадавших без изменения положения стрелы. В то же время, АКП имеют более широкие по сравнению с автолестницами возможности по подаче воды на высоту.

В последние годы наметилась тенденция к оснащению коленчато-телескопических автоподъемников параллельным лестничным маршем, что позволяет совместить в одном изделии преимущества автоподъемника и автолестницы.

Наибольшее распространение имеют автоподъемники высотой 30 и 50 метров. В настоящее время создаются автоподъемники, рассчитанные и на большие высоты.

АКП-30(53213) модели ПМ-509Б (рис. 29.5) представляет собой типичный коленчатый подъемник без телескопических элементов. Он смонтирован на специальном удлинённом шасси автомобиля КамАЗ-53213 или КамАЗ-53215.

Главными механизмами и агрегатами автоподъемника являются:

- базовое шасси;
- платформа с опорными конструкциями для транспортного положения стрелы
- силовая группа;
- гидравлическая система;
- опорное устройство, включающее раму, 4 выносные гидравлические опоры и систему блокировки рессор;
- подъемно-поворотная часть, состоящая из вращающейся башни, нижней, средней, малой стрел и люльки грузоподъемностью 350 кг;
- встроенная водопенная коммуникация с осевым коллектором;

- механизмы раскладки стрел, поворота башни и разворота люльки вокруг вертикальной оси;
- электрооборудование с системой блокировок и сигнализации
- органы управления.

Высота подъема люльки автоподъемника 30 метров, рабочая высота – 31,5 метров, наибольший конструктивно заданный боковой вылет люльки составляет 18 метров, максимальная нагрузка в люлке 350 кг.

Вдоль нижней, средней и малой стрел монтируется стояк водяной магистрали. В верхней части стояка на люлке устанавливается лафетный ствол (гидромонитор). Кроме того, в люлке смонтированы лебёдка для подъёма ПТВ или спуска

Коленчатые подъёмники просты по конструкции и относительно дешёвы, но имеют очень большую транспортную длину (14-15 метров) и требуют большой свободной площадки для развёртывания. От этих недостатков свободны коленчато-телескопические подъёмники.

Коленчато-телескопические подъёмники АКП-32 модели ПМ-545 и АКП-35 модели ПМ-545А устанавливаются как на полноприводной КамАЗ-43118 (6×6), так и на КамАЗ-53213, -53215 (6×4).

Стрела 32-метрового автоподъемника АКП-35 модели ПМ-545 (рис. 29.6 слева) коленчато-телескопического типа, с 3-мя цельнометаллическими телескопическими коленами коробчатого профиля и дополнительной шарнирной секцией, на которой установлена поворотная люлька.



Рисунок 29. 5 - Пожарный коленчатый автоподъёмник АКП-30(53213)ПМ-509Б

Максимальный вылет стрелы достигает 18 метров, грузоподъемность люльки 350 кг. В транспортном положении верхняя и нижняя стрелы находятся рядом, а не одна под другой, что обеспечивает меньший вертикальный габарит машины. Раздельное управление каждой опорой позволяет выполнять работы при опорах, выдвинутых только с одной стороны.





Рисунок 29.6 - Пожарные автоподъёмники АКП-32(43118)ПМ-545 (слева) и АКП-35(53213)ПМ-545 (справа)

Стрела автоподъёмника АКП-35 модели ПМ-545А (рис 29.6 справа) отличается только тем, что концевое колено имеет дополнительную телескопическую секцию.

Обе модели оборудованы телескопическими водопенными коммуникациями. Люлька на обеих моделях одинаковая. Она оборудована лафетным стволом (на стояке), пультом управления, откидной площадкой для крепления спасательного рукава РС-С и переговорным устройством.

На рис. 29.7 показан коленчато-телескопический автоподъёмник Magirus ALP340, имеющий стрелу с параллельным лестничным маршем. Автоподъёмник имеет встроенный насос производительностью 100 л/с при напоре 160 метров, ёмкость для ОТВ (воды или пенообразователя) на 1000 литров, лафетный ствол с расходом 60 л/с, электрогенератор 230/400 В и встроенную силовую электрическую цепь. Грузоподъёмность люльки составляет 400 кг. В режиме эвакуации по параллельной лестнице могут двигаться 8 человек одновременно. Система управления стрелой подъёмника позволяет с помощью двух джойстиков осуществлять одновременно все движения.



Рисунок 29.7 - Коленчато-телескопический автоподъёмник Magirus ALP340 коленчато-телескопический автоподъёмник Magirus ALP340

На базовом шасси МАЗ-6923 или ТАТРА Т815 монтируется автоподъемник АКП-50 моделей ПМ-514 и ПМ-514А (рис. 29.8) с максимальной высотой подъема люльки 50 метров.

Стрела АКП-50 состоит из основного 5-секционного цельнометаллического телескопа и дополнительного шарнирного колена. Максимальный вылет стрелы достигает 20 метров, люлька имеет допустимую нагрузку до 400 кг.

Среди зарубежных моделей АКП в нашей стране имеют распространение 30-метровые коленчатые автоподъемники Bronto Skylift 303 на шасси КамАЗ-53213 или Sisu LV136, а также автоподъемники со стрелой коленчато-телескопического типа Bronto Skylift F52HDT и F54HDT на шасси Sisu SK242СКН с максимальной высотой подъема соответственно 52 и 54 метра. Грузоподъемность люлек 50-метровых автоподъемников достигает 400 кг при максимальном вылете стрелы 21 метр. С правой стороны стрелы по всей ее длине установлена телескопическая лестница, состоящая из 5-ти основных и одного концевой колен. Максимальная нагрузка стрелы подъемника составляет 8 человек (7 человек на лестнице и 1 в люлке).



Рисунок 29.8 - АКП-50 моделей ПМ-514 и ПМ-514А

В таблицах 29.1 и 29.2 приведены тактико-технические характеристики автолестниц и коленчатых подъемников, находящихся на вооружении подразделений МЧС

Таблица 29.1- Тактико-технические характеристики автолестниц

Показатели	Модели автолестниц					
	АЛ-30(131) ПМ-506В	АЛ-30(5337)	АЛ-50(53229) Россия	АЛ-50 ФРГ Magirus ФРГ	АЛ-60 ФРГ (Metz)	АЛ-62(815) Россия
1	2	3	4	5	6	7
Марка шасси	ЗиЛ-131 (6х6)	МАЗ-5337 (4х2)	КамАЗ-53229 (6х6)	Magirus260-30 АН	«Даймлер - Бенц»	ТАТРА-
Двигатель:						
тип	Карбюратор	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель	Дизель
мощность, л.с.	150	180	270	260	280	313

1	2	3	4	5	6	7
Число мест боевого расчета, чел	3	2	3	6	6	
Макс. скорость, км/ч	80	80	80	85	80	
Длина (высота) лестницы, м	30(31,5)	(30)	(51)	(52)	60	(62)
Макс. нагрузка, кг	160	160	300	250	300	300
Диапазон угла подъема, град.	0...75	-4...73	-	10...73	-7...75	-

Таблица 29.2 -Тактико-технические характеристики автомобильных коленчатых подъемников

Показатели	Модели коленчатых подъемников			
	АКП-30(53213) Bronto Sky-lift-330	АКП-30(53213)ПМ-509Д	АКП-50(6923)	АКП-70(6923)
Марка шасси	КамАЗ-53213 (6х4)	КамАЗ-53213 (6х4)	МЗКТ-6923 (8х4)	МЗКТ-6923 (8х4)
Двигатель: Мощность, л. с.	Дизельный 270	Дизельный 270	Дизельный 330	Дизельный 330
Высота подъема люльки, м	30	30	50	70
Грузоподъемность люльки, кг	350	300	400	-
Макс. вылет, м	18,4	18	18 (20)	18(23)
Число мест боевого расчета, чел.	3	3	2	2
Полная масса, кг	21000	20000	34000	38000

Общее устройство, компоновка автолестницы АЛ-30(131)ПМ-506В (рис.29.9).

Автолестница данной модели выпускается ОАО «Пожтехника» (г. Торжок, Россия) с 1984 г. и представляет собой модернизированную АЛ-30(131)Л21. АЛ-30(131)ПМ-506В является наиболее распространенной автолестницей, находящейся на вооружении в подразделениях МЧС. Она смонтирована на базовом шасси автомобиля повышенной проходимости ЗиЛ-131 и состоит из следующих основных частей и систем:

- шасси с платформой;
- опорного основания;
- подъемно-поворотного устройства;
- комплекта колен;

- гидравлического привода механизмов поворота, подъема, выдвижения и выравнивания бокового наклона;
- системы управления;
- системы обеспечения безопасности при эксплуатации АЛ (автоматики и блокировок);
- систем связи и освещения;
- комплекта пожарно-технического оборудования.

Шасси автомобиля с кабиной, платформой и передней опорной рамой служит основой для монтажа всех других агрегатов автолестницы.

Двигатель шасси является силовым агрегатом гидропривода. Кабина автомобиля - трехместная цельнометаллическая. Платформа автолестницы - металлическая, коробчатой конструкции, со сплошной обшивкой.

Под платформой сзади располагается закрытый ящик для съемного оборудования и принадлежностей.

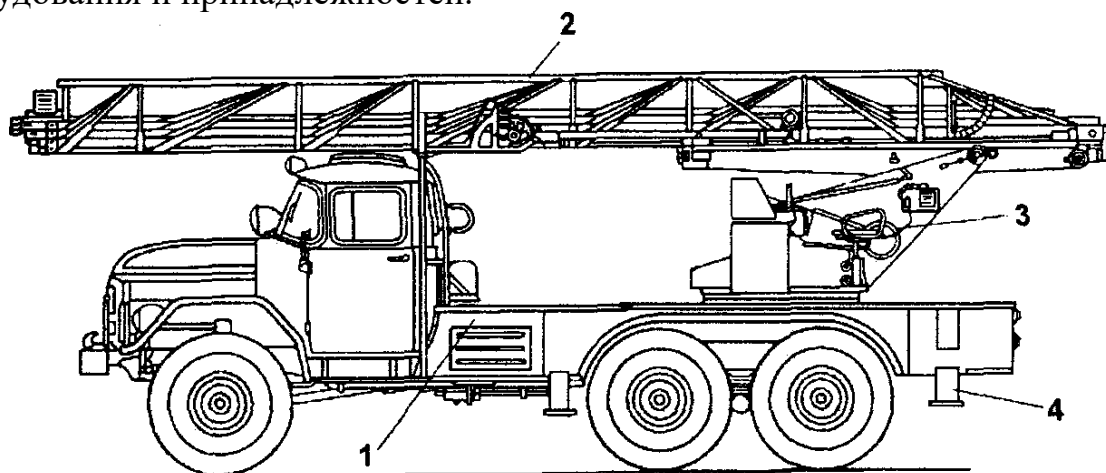


Рисунок 29.9 -Общий вид автомобильной лестницы АЛ-30(131)-21Л: 1 - базовое шасси; 2 - опорные устройства; 3 — механизм выключения рессор; 4 - опорно-поворотный круг; 5 - поворотная рама; 6 - комплект колен лестницы

В передней части платформы за кабиной водителя размещена рама, которая служит опорой для передней части комплекта колен в транспортном положении.

Опорное основание (рис. 29.10) служит для обеспечения устойчивости автолестницы при работе и предотвращения перегрузки колен. Оно состоит из:

- опорной рамы;
- четырех выдвижных опор-домкратов (аутриггеров);
- механизма выключения рессор;
- органов управления на платформе.



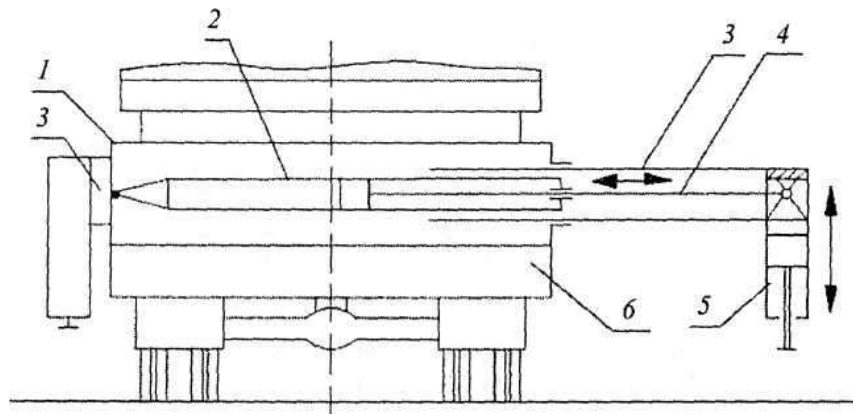


Рисунок 29.10 - Опорное основание: 1 - балка наружная; 2 - гидроцилиндр выдвигания; 3 - балка внутренняя; 4 - шток; 5 - гидроцилиндр опоры; 6 - шасси

На раме опорного основания смонтировано подъемно-поворотное устройство с помощью которого осуществляются движения лестницы в горизонтальной и вертикальной плоскостях, т. е. производится подъем и поворот лестницы.

Подъемно-поворотное устройство состоит из:

- поворотного круга;
- поворотной рамы, шарнирно соединенной с подъемной рамой.

Поворотный круг представляет собой крупногабаритный подшипник на цилиндрических роликах с текстолитовыми сепараторами.

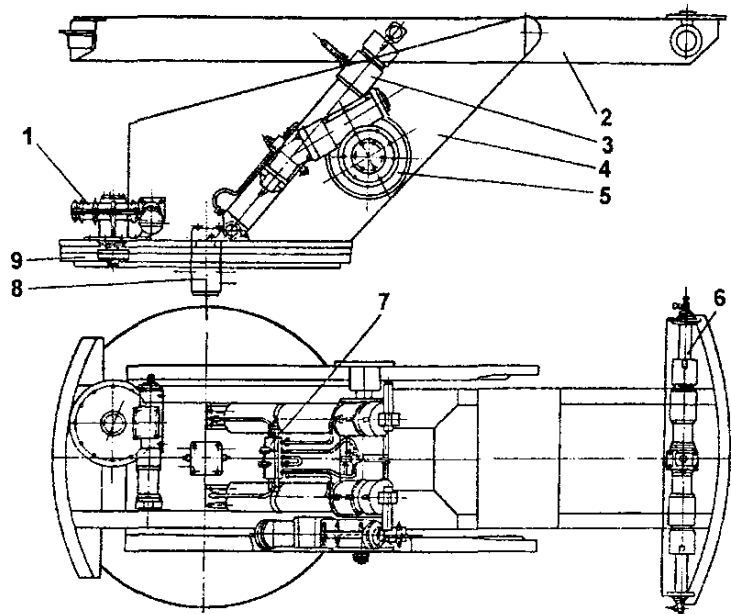


Рисунок 29.11 - Подъемно-поворотное устройство: 1 - привод поворота; 2 - подъемная рама; 3 - гидроцилиндр подъема; 4 - поворотная рама; 5 - привод выдвигания; 6 - гидроцилиндр бокового выравнивания; 7 - гидрозамок гидроцилиндров подъема; 8 - осевой коллектор; 9 - поворотная опора

На верхней вращающейся части поворотного круга установлены:

- поворотная рама;
- гидроцилиндры подъема;
- привод поворота (его цилиндрическая шестерня находится в постоянном зацеплении с зубчатым венцом поворотного круга);
- масло- и токопереходы;
- пульт управления.

На подъемной раме установлен комплект колен, а в поворотной раме размещены механизмы и агрегаты гидропривода и узлы системы автоматики и блокировок.

Комплект колен, (рис.29.12) состоит из четырех колен, которые представляют легкие пространственные решетчатые конструкции открытого типа, выполненные из труб прямоугольного и круглого сечения (материал - низколегированная сталь). Сочленение колен между собой - телескопическое на роликовых опорах.

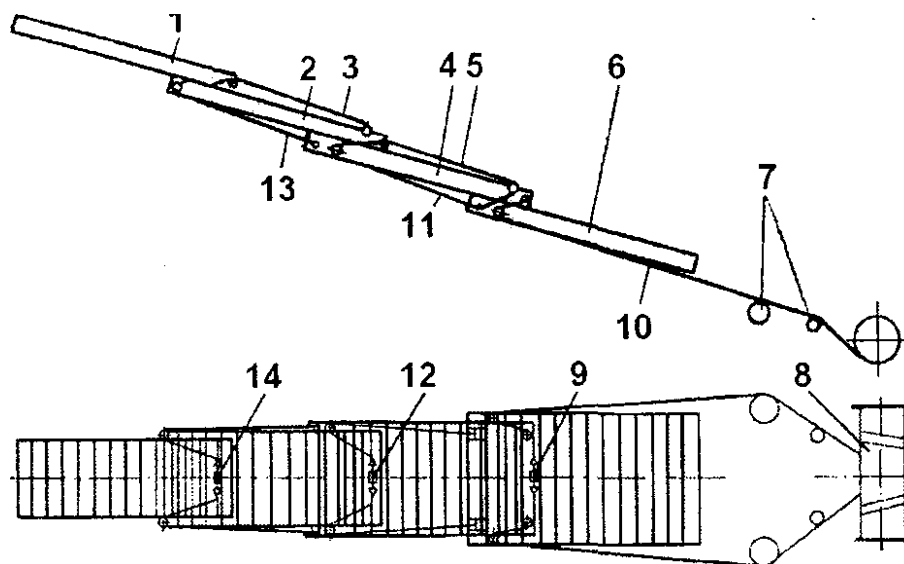


Рисунок 29.12 - Схема выдвигания колен лестницы: 1 - первое колено; 2 - второе колено; 3 - канат сдвигания первого колена; 4 - третье колено; 5 - канат сдвигания второго колена; 6 - четвертое колено; 7 - блок; 8 - барабан; 9, 12, 14 -стяжные муфты; 10 - канат выдвигания третьего колена; 11 - канат выдвигания второго колена; 13 - канат выдвигания первого колена

Нижнее колено является несущим для всех остальных. Оно опирается роликами на направляющие дуги подъемной рамы и закрепляется на ней шкворнем. В задней части нижнее колено и подъемная рама связаны гидроцилиндром бокового выравнивания.

Колена выдвигаются с помощью тросов и блоков лебедкой с приводом от гидромотора.

Сдвигание колен происходит под действием их собственного веса.

Гидропривод автолестницы состоит из следующих основных механизмов:

1) гидронасоса с приводом от коробки отбора мощности через карданный вал.

При отказе основного лестница может быть приведена в исходное положение с помощью аварийного насоса, который приводится в действие электродвигателем с питанием от двух аккумуляторных батарей;

2) двух гидроцилиндров подъема лестницы двустороннего действия, шарнирно закрепленных на плите поворотного круга и проушинах подъемной рамы. Гидроцилиндры снабжены гидрозамками и механическими захватами. Первые запирают полости гидроцилиндров при падении давления в системе, а вторые жестко соединяют цилиндр и шток при падении давления в полости цилиндра;

3) гидромотора привода выдвигания;

4) гидромотора привода поворота лестницы. Гидромоторы снабжены червячными редукторами;

5) системы трубопроводов и гибких шлангов высокого давления;

6) механизмов управления, включающих разгрузочно-предохранительный клапан и три крана управления с соответствующими рукоятками, которые позволяют управлять одновременно всеми движениями лестницы.

На поворотной раме с левой стороны установлен пульт управления с сиденьем для оператора. На панели пульта расположены:

- три рукоятки кранов движения (подъем-опускание, выдвигание-сдвигание, поворот влево-вправо);

- прибор блокировки движений - прекращает те движения лестницы, которые привели ее вершину к границе поля безопасности

- педаль управления клапаном загрузки насоса (расположена под ногами оператора).

- Помимо светосигнальных приборов шасси ЗиЛ-131, на автолестнице установлено дополнительное электрооборудование:

- проблесковые маяки на крыше кабины;

- задние фонари;

- передняя и задняя фары;

- прожектор на комплекте колен;

- освещение пульта управления;

- переговорное громкоговорящее устройство;

- аварийный электропривод гидросистемы, обеспечивающий приведение механизмов АЛ в транспортное положение в случае выхода из строя основного привода.

Принцип работы автолестницы заключается в подаче ее вершины в необходимую точку пространства в пределах поля движения (обслуживания), контролируемого системой автоматики.

Системы автоматики и гидравлический привод обеспечивают следующую последовательность маневров при работе: выдвигание опор; блокировку рессор и раздаточной коробки; установку и блокировку опор;

подъем, выдвигание и поворот колен лестницы в пределах поля движения; любые комбинации маневров в пределах поля движения; сдвигание, поворот и опускание до исходного (транспортного) положения; опускание и сдвигание опор; разблокировку рессор и раздаточной коробки.

*Приборы, обеспечивающие безопасную работу автолестницы:*

1) гидрозамки (запирают рабочую жидкость в полостях рабочих гидроцилиндров, чем достигается фиксация штоков при снижении давления в магистральных трубопроводах);

2) предохранители лобовых ударов (отключают движение при встрече датчиков, установленных на вершине первого колена, с препятствием);

3) ограничители нагрузки - динамометры, установленные на нижнем колене, обеспечивают световую и звуковую сигнализацию при стопроцентной загрузке лестницы (160 кг для АЛ-30(131)ПМ-506В) и отключение движений при нагрузке, составляющей 110 % от нормативной;

4) блокировка опасного вылета (отключает движение лестницы при достижении границы поля движения);

5) ограничитель максимального вылета (прекращает выдвигание колен при достижении максимально возможной величины-30м);

6) ограничитель зоны поворота - предотвращает столкновение комплекта колен с кабиной при их повороте и угле подъема лестницы менее 10°;

7) прибор фиксации совмещения ступеней лестницы.

Привод поворота АЛ или АПК обеспечивается двумя редукторами: червячным (червяк 1 и червячное колесо 2) и зубчатой передачей с внутренним зацеплением (шестерня 3 и зубчатый венец 7). При вращении шестерни 3 она будет перекатываться по зубчатому венцу 7, поворачивая плиту 4 вокруг оси 6, рис. 29.13.

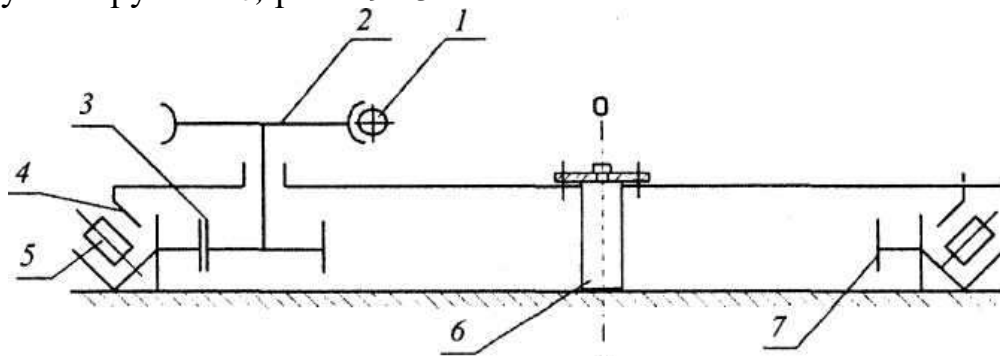


Рисунок 29.13 - Схема механизма поворота: 1 - червяк; 2 - червячное колесо; 3 - шестерня привода поворота; 4 - плита; 5 - ролик; 6 — осевой коллектор; 7 — зубчатый венец

Червяк 1 приводится во вращение аксиально-поршневым гидромотором со скоростью  $n_{ГМ}$ , об/мин. Скорость вращения червячного колеса 2 и

шестерни 3 равны  $n_2 = n_3 = n_{ГМ}/u$ , об/мин, где  $u$  - передаточное число червячной передачи.

Линейная скорость, м/с, оси колеса 3 равна

$$V_3 = \omega \frac{d_3}{2}.$$

Угловая скорость  $\omega_3 = \frac{\pi n_3}{30} = \frac{\pi n_{ГМ}}{30u}$ , с<sup>-1</sup>, тогда

$$V_3 = \frac{\pi n_{ГМ} d_3}{30 \cdot 2 \cdot u}.$$

Ось шестерни 3 со скоростью  $V_3$ , будет перемещаться по окружности, указанной пунктиром, тогда можно записать

$$V_3 = \omega_{АЛ} \frac{D_1 - d_3}{2} = \frac{\pi n_{АЛ}}{30}.$$

После преобразования получим

$$n_{АЛ} = \frac{n_{ГМ}}{u \left( \frac{D_1}{d_3} - 1 \right)} = \frac{n_{ГМ}}{u \left( \frac{z_1}{z_3} - 1 \right)} = \frac{n_{ГМ}}{u(u_{зп} - 1)},$$

где  $z_3$  и  $z_7$  - число зубьев шестерни 3 и зубчатого венца, соответственно;  $u_{зп}$  - передаточное число зубчатой передачи с внутренним зацеплением.

Во всех случаях при скорости  $n_{ГМ} = 500 - 560$  об/мин скорость вращения лестницы равна 60 - 65 с.

В качестве приводов механизма поворота АЛ и АПК применяют аксиально-поршневые гидромоторы типа МГП (мотор гидравлический планетарный), рис. 29.14.

В большинстве случаев используются гидромоторы МГП-80. На некоторых подъемниках, например АПК-50(6923), установлены МГП-315. Некоторые параметры их характеристик приведены в табл. 29.3.

Каждое колено лестницы представляет собой сварную пространственную конструкцию, состоящую из боковых ферм, соединенных в нижнем поясе б (рис. 29.15), ступеньками 10 и распорками.

Нижний пояс (тетива) б боковой фермы изготовлен из специального открытого профиля проката (стальной ленты). Профили колен одинаковы, но по размерам различны для разных колен.

Телескопическое соединение основных колен лестницы и их перемещение относительно друг друга осуществляется с помощью опорных 2, 8, 17 направляющих 1 текстолитовых роликов, а также опорных шайб 5 и упоров 4.

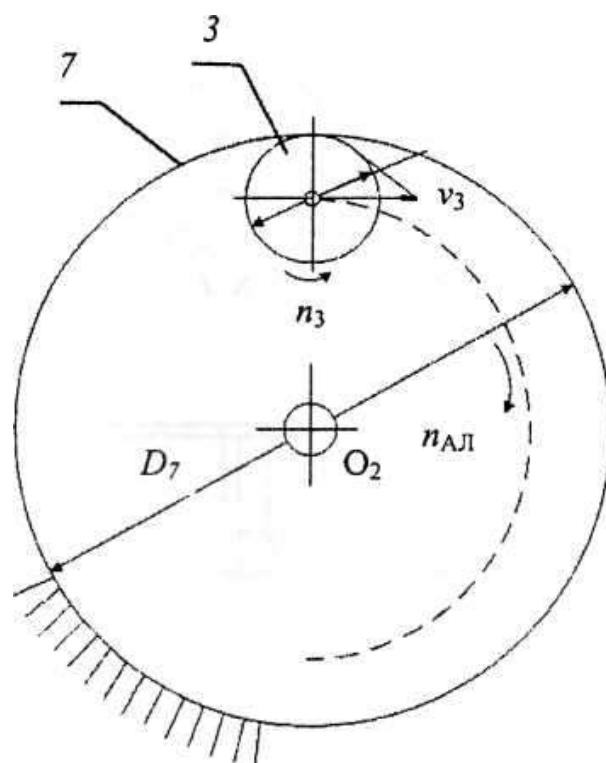


Рисунок 29.14. Схема расчета скорости поворота АЛ:  
 3 - шестерня привода поворота; 7 — зубчатый венец

Таблица 29.3 - Характеристики гидромоторов

Наименование показателя	Тип мотора	
	МПП-80	МПП-315
Рабочий объем, см <sup>3</sup>	80,5	314,9
Частота вращения, об/мин		
$n_{ном}$	345	88,8
$n_{max}$	810	210
$n_{min}$	10,2	10,2
Расход масла, л/мин	30	30
Давление на входе, МПа		
$P_{ном}$	16	16
$P_{max}$	21	21
Потребляемая мощность, кВт	6	3
Общий КПД	0,76	0,76

Направляющий ролик 1 и опорные ролики 8 размещены по отношению к профилю тетивы в двух плоскостях. Опорные ролики 8 в скобах закреплены на ступенях нижележащего колена и вращаются по горизонтали. Направляющие ролики / закреплены на кронштейнах тетив и вращаются по вертикали (рис.29.16).

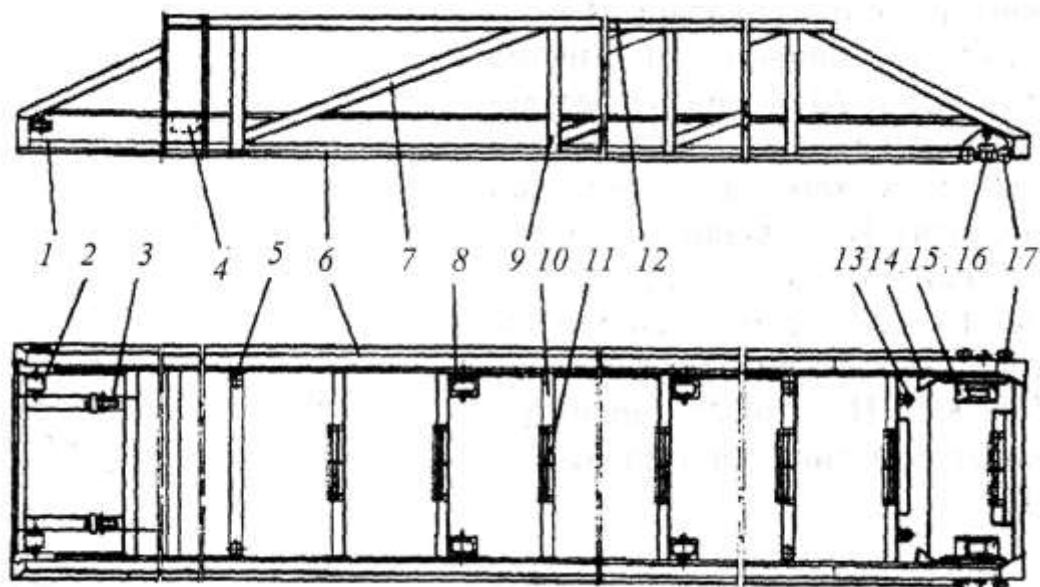


Рисунок 29.15 - Колено лестницы: 1 - ролик направляющий; 2 - передний опорный ролик; 3 - блок; 4 - упор; 5 - опорная шайба; 6 - нижний пояс (тетива); 7 - раскос; 8 - средний опорный ролик; 9 - стойка; 10 - ступень; 11 - накладка резиновая; 12 - верхний пояс; 13 - ось качалки натяжного устройства; 14 - упор; 15 - замыкатель; 16 - ось балансирующего кронштейна; 17 - задний опорный ролик

Передние и средние опорные ролики являются опорами для верхнележащего колена, тетивы которых опираются на эти ролики своими нижними горизонтальными полками. Задняя часть колена своими опорными роликами 17 катится по внутренней стороне верхней горизонтальной полки тетивы предыдущего колена.

Таким образом, при выдвигании и сдвигании основные колена лестницы перемещаются относительно друг друга своими тетивами по текстолитовым роликам.

При полностью сдвинутых коленах нижние торцы тетив упираются в ограничители, закрепленные на внутренней стороне тетив нижележащих колен.

При наличии в лестнице дополнительного колена оно телескопически устанавливается в верхней части первого колена. Оно выдвигается вручную, независимо от основных колен.

Тетивы дополнительного колена перемещаются на двух передних опорных роликах, установленных с внутренней стороны тетив первого колена, а также на двух текстолитовых ползунах, укрепленных снаружи нижней части тетив дополнительного колена.

Посередине верхних двух ступенек дополнительного колена, так же, как и на первом колене всех типов лестниц, крепят лафетный ствол.

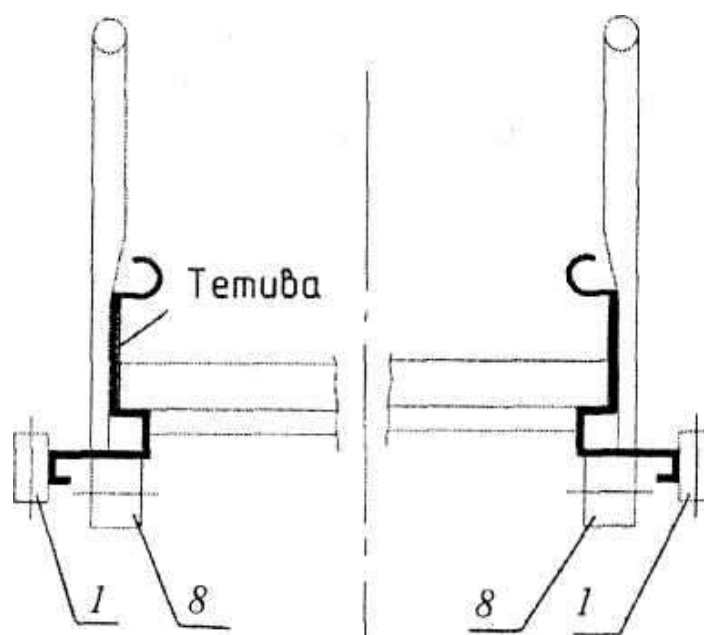


Рисунок 29.16- Схема размещения направляющих опорных роликов: 1- направляющие ролики; 8—опорные ролики

Механизм выдвигания и сдвигания колен лестницы, обеспечивающий движение каната, может быть различным. Так, в настоящее время возможно применение трех типов приводов: канатно-полиспастный с цилиндрическим гидроприводом; лебедка с гидромотором; длинноходовой цилиндр.

Приводы выдвигания с полиспастами используются на автолестницах с высотой подъема до 50 м.

Привод выдвигания лебедкой с гидромотором. Схема привода представлена на рис. 29.17. Гидромотор 1 приводит во вращение червяк 2. На одном валу с червячным колесом 3 находится барабан 4 с намотанным канатом 5.

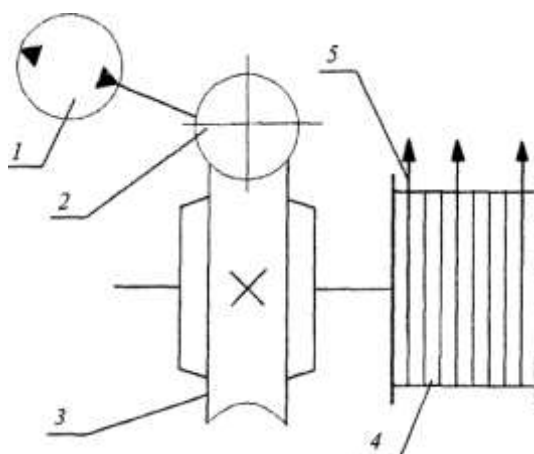


Рисунок 29.17 - Механизм выдвигания лебедкой: 1 - гидромотор; 2 - червяк; 3 - червячное колесо; 4 - барабан; 5 - канат

Частота вращения барабана  $n_6$ , об/мин, определяется отношением



$$n_6 = n_{ГМ}/u,$$

где  $n_{ГМ}$  - частота вращения вала гидромотора, об/мин;  $u$  - передаточное отношение червячного редуктора.

Не учитывая диаметр каната, его скорость, м/с, равна

где  $D$  - диаметр барабана, м.

Абсолютная скорость первого колена, м/с, равна

$$v_{1К} = v_{К}(n-1),$$

где  $n$  - число колен лестницы, шт.

Время, с, выдвигания лестницы можно вычислить по формуле

$$\tau = \frac{60L}{\pi D n_6 (n-1)},$$

где  $L$  - длина лестницы, м.

Выдвигание длинноходовым цилиндром. Принципиальная схема механизма представлена на рис. 29.18. При подаче жидкости в поршневое пространство гидроцилиндра 1 шток 3 будет выдвигать последнее колено 3. Все другие колена будут выдвигаться, как было описано раньше.

Принципиальная схема люльки (вид сбоку) представлена на рис. 29.19, а. В люльках предусматривается возможность установки лафетного ствола или пеногенераторов. Вход в люльку и выход из нее осуществляется по откидной двери-трапу. На рисунке он показан с правой стороны. На люльке установлены два выключателя лобового удара 3 и гидроцилиндр 4 выравнивания люльки. Им обеспечивается отклонение пола люльки от горизонтального положения не более чем на  $3^\circ$ .

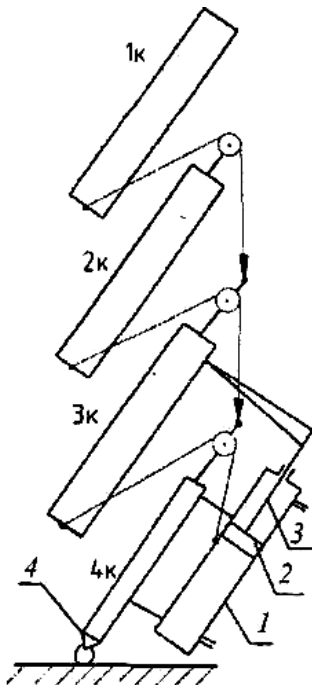


Рисунок 28.18. Механизм выдвигания штоком длинноходового цилиндра: 1 - цилиндр; 2 - поршень; 3 - шток; 4 - последнее колено

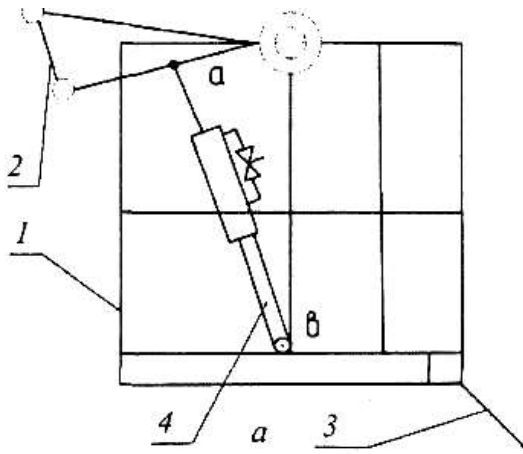


Рисунок 29.19. Люлька  
1 - каркас люльки;  
2 - кронштейн;  
3-выключатель  
лобового удара;  
4-гидроцилиндр  
выравнивания

### 30 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ СВЯЗИ И ОСВЕЩЕНИЯ

Предназначены для доставки к месту пожара (аварии, катастрофы) личного состава, средств связи и освещения, специального оборудования; могут обеспечивать работу штаба пожаротушения, являясь одновременно передвижной электростанцией, питающей агрегаты освещения, аппаратуру оперативной связи и специальное оборудование.

Автомобили АСО состоят из следующих основных частей:

- базового шасси с дополнительной трансмиссией для привода электросиловой установки;
- кабины водителя;
- салона, который должен состоять из двух отсеков: отсека для радиостов и для радиотелефонистов;
- электросиловой установки;
- средств радиосвязи и проводной телефонной связи;
- аппаратуры звукозаписи и звукоусиления;
- средств вычислительной техники;
- стационарной осветительной мачты.

Специальные пожарные аварийно-спасательные автомобили обеспечивают координацию действий подразделений МЧС и управление силами и средствами, привлеченными для ликвидации чрезвычайной ситуации.

Автомобили связи и освещения предназначены для доставки к месту чрезвычайной ситуации боевого расчета и технических средств, обеспечивающих освещение места работы (боевых участков), связь между боевыми участками, центральным пунктом управления силами и средствами и спецслужбами города. Автомобиль связи и освещения является местом дислокации штаба по ликвидации ЧС.

Обеспечение электроэнергией вывозимых электропотребителей (агрегаты освещения, связи, электроинструменты) осуществляется либо от городской электросети (для этого на машине имеется силовой щит и кабельные катушки), либо от генератора, установленного на автомобиле.

В гарнизонах МЧС получили широкое применение несколько видов автомобилей связи и освещения, основные тактико-технические показатели их приведены в табл. 30.1

Автомобиль связи и освещения АСО-12(66)90А смонтирован на шасси грузового автомобиля повышенной проходимости ГАЗ-66-01.

За двухместной кабиной водителя установлена трехместная кабина боевого расчета. В кабине боевого расчета имеется стол, на котором размещены радиостанции, телефонный аппарат, микрофон, приборы управления громкоговорящей установкой. Здесь же расположен линейный щит связи с гнездами для подсоединения выносного микрофона громкоговорящей установки, подключения выносных динамиков и включения телефонного аппарата в городскую сеть.

Таблица 30.1- Тактико-технические характеристики автомобилей связи и освещения

Показатели	АСО-12(66)90А	АСО-12(3205)
Базовое шасси	ГАЗ-66-01	ПАЗ-3205
«Колесная формула»	4x4	4x2
Масса с полной нагрузкой, кг	5780	5500
Мощность и тип двигателя, л.с	Карбюратор 110	Карбюратор
Максимальная скорость, км/ч	85	80
Число мест для боевого	5	8
Генераторная установка:		
мощность, кВт	12	12
напряжение, В	220	220
частота, Гц	50	50
Средства связи:		1
радиостанции стационарные:		
тип	«Виола-АА»	«Виола-АА»
число	2	2
радиус действия, км	40	40
выносной пульт	-	1
радиостанции носимые:		
тип	«Виола-Н»	«Виола-Н»
число	6	6 1
радиус действия, км	2-3	2-3

К кабине боевого расчета примыкает кузов, в отсеках которого размещено комплектующее оборудование. В переднем отсеке кузова находится электросиловая установка, состоящая из генератора, преобразователя частоты, кабельных линий и контрольно-регулирующей аппаратуры.

Привод генератора осуществляется через дополнительную трансмиссию от раздаточной коробки.

В проеме правой боковой двери, возле генератора, смонтирован силовой щит, на котором размещены: амперметры (для определения нагрузки), частотомер, вольтметр (для измерения напряжения во внешней электросети), штепсельные разъемы, выключатели. Здесь же находится пульт управления двигателем (при работе в стационарном режиме).

На крыше автомобиля установлены прожектор и антенное устройство.

Автомобиль связи и освещения АСО-12(3205), изготовленный на шасси автобуса ПАЗ-3205, по сравнению с АСО установленным на шасси

автомобиля ГАЗ-66, обладает значительно большим полезным объемом кузова. Кузов АСО-12(3205), (672) разделен на два отсека. В переднем отсеке, помимо водителя, размещаются:

- командир отделения;
- старший радиотелефонист (работает на радиостанциях);
- радиотелефонист (работает на телефоне, прокладывает телефонный кабель, устанавливает выносные динамики и т. п.). В заднем отсеке размещаются:

- старший прожекторист;
- прожекторист;
- пожарный-спасатель.

Весь личный состав боевого расчета на АСО должен пройти специальную подготовку с получением допуска на работу с силовым электрооборудованием.

Широко распространённый автомобиль АСО-20(3205) (рис. 14.1), как и его предшественник АСО-12(3205), изготовлен на базе пассажирского автобуса ПАЗ-3205. Автомобиль АСО-20 оборудован стационарной электросиловой установкой, в основе которой лежит трехфазный генератор переменного тока ГТ40ПЧ6-2с мощностью 20 кВт напряжением 200 В и частотой тока 400 Гц, имеющий привод от двигателя шасси. Автомобиль АСО оснащен телескопической мачтой, выдвигаемой при помощи электропривода и укомплектован радиостанциями КВ- и УКВ-диапазонов, радиотелефоном сотовой системы связи, полевыми телефонными аппаратами с 500-метровыми катушками с кабелями, коммутатором оперативной связи, громкоговорителями, усилителем, магнитофоном, 6-ю переносными прожекторами, катушками с силовым кабелем и другим оборудованием.



Рисунок 30.1 - Автомобили связи и освещения АСО-20(4208)ПМ-579 (слева) и АСО-20(3308)90ВР (справа).

В последнее время появились и другие модели автомобилей связи и освещения, в том числе изготовленные на грузовых шасси и шасси повышенной проходимости. Основные характеристики этих машин и их комплектация в целом такие же, как для АСО-20(3205).

## **31 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ, АВТОМОБИЛИ ДЫМОУДАЛЕНИЯ, ПРИЦЕПЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ**

### **Пожарные автомобили ГДЗС**

Типичным представителем этих автомобилей является автомобиль АГ-12. Он изготавливается на шасси автобуса ПАЗ-3205. Этот автобус с колесной формулой 4×2 имеет двигатель мощностью 88 кВт и развивает скорость до 80 км/ч. Его размеры (длина, ширина, высота) 7000×2620×2960 мм и масса 6835 кг.

Боевой расчет АГ-12, включая водителя – 7 человек. Источником энергии на АГ-12 является генератор синхронного типа трехфазного переменного тока с воздушным охлаждением. Генератор установлен между арками задних колес автомобиля на плите. Мощность от двигателя шасси передается к генератору приводом, состоящим из карданного вала и коробки отбора мощности КОМ-107. Для обеспечения постоянной частоты вращения вала двигателя в режиме отбора мощности на привод генератора в кабине водителя установлен ручной регулятор числа оборотов.

Генератор типа ГС-250-12/4 при частоте вращения вала 1500 об/мин развивает мощность 12 кВт, напряжение генератора 230 В, величина тока 37,7 или 21,7 А при частоте 50 Гц.

Генератор обеспечивает питание прожекторов дымососа, электропилы, дополнительного электроинструмента и т.д.

В комплектацию АГ-12 входит одна стационарная кабельная катушка с длиной кабеля 96 м и восемь выносных кабельных катушек, на которых намотаны силовые кабели длиной по 36 м. Все кабели имеют розетки и вилки к соединению одного кабеля с другим и к подключению к розетке на выводном щите и к розетке на разветвительной коробке.

Три кабеля на катушках из восьми предназначены для подключения к розеткам выводного щита. Другие пять кабелей используются как удлинители для подключения потребителей к выводному щиту.

На АГ-12 имеются три распределительные коробки. Они предназначены для распределения электроэнергии от электросиловой установки к потребителям.

На верхней панели коробки установлен прибор и сигнальная лампа, а внутри закреплен магнитный переключатель. При включении тумблера срабатывает магнитный пускатель, подающий напряжение к потребителям.

Средства освещения места пожара включают в себя телескопическую мачту с двумя прожекторами и три переносных прожектора для освещения мест, недоступных для подъезда автомобиля. Все прожекторы однотипные ИО-02-1500, мощностью по 1500 В.

Мачта с прожекторами может выдвигаться на высоту до 8 м от уровня земли. На АГ-12 имеется сигнализация о положении мачты. Поворот ее в

горизонтальном положении на  $\pm 260^\circ$  осуществляется электромеханизмом УР-10-2С с напряжением питания 24 В постоянного тока. Таким же механизмом осуществляется поворот мачты на  $\pm 30^\circ$  в вертикальной плоскости.

Основное оборудование включает дымосос и электропилу.

Дымосос ДПЭ-7 используется для удаления дыма и других продуктов горения из помещений. Он может применяться для снижения температуры при тушении пожаров в помещениях нагнетанием в них свежего воздуха. С помощью дымососа можно получать высокократную пену. Производительность по воздуху 7000 м<sup>3</sup>/ч. Частота вращения вала электродвигателя 3000 об/мин, его мощность 1,1 кВт.

Дополнительный электроинструмент устанавливается в подразделениях ГПС. Это могут быть электродолбежники, дрели и т.д.

На АГ-12 могут быть проложены три силовые линии от выводного щита. При использовании основного оборудования и дополнительного электроинструмента необходимо, чтобы электролинии были нагружены равномерно, т.е. не более 4 кВт на каждую из них. В этом случае прожекторы на мачте должны быть отключены.

Для управления работой боевого расчета на АГ-12 установлены сигнально-громкоговорящая система, а также специальное переговорное устройство. Оно обеспечивает телефонную связь между четырьмя абонентами. Для обеспечения радиосвязи применяются радиостанция «Виола-АА» и четыре радиостанции «Виола-Н».

Оборудование для организации разведки включает 8 аппаратов типа Урал-7 или Урал-60 с 14 баллонами с кислородом и 14 регенеративными патронами.

Кроме того, на АГ-12 имеются: комплект универсального инструмента УКИ-12, пневмодомкрат ПД-4, ПД-10, ручной аварийно-спасательный инструмент РГАИ и другое оборудование и приборы.

Функции, выполняемые АГ-12. Комплектация АГ-12 приборами, средствами СИЗОД, связи, инструментом различного назначения позволяет выполнять ряд спасательных работ. К ним относятся:

- доставка к месту пожара личного состава, специального аварийно-спасательного оборудования и приборов;
- обеспечение условий работы отделений АГ-12 в задымленной среде;
- развертывание на пожаре контрольного поста АГ-12;
- освещение мест пожара;
- обеспечение на пожаре электроэнергией используемого электрооборудования, дымососов, прожекторов и другого оборудования.

В настоящее время серийно выпускается АГ-20(433362) моделей ПМ-585 и ПМ-585А с задним и средним расположением салона расчёта (рис. 15.1). На автомобиле установлен стационарный приводной генератор трехфазного переменного тока ГС-250-20/4, мощностью 20 кВт, частотой тока 50 Гц и выходным напряжением 400 В. Автомобиль оснащен 6-метровой телескопической мачтой с 2 стационарными прожекторами. Автомобиль комплектуется гидравлическим аварийно-спасательным инструментом, механизированным инструментом с бензо- и с электроприводом, пожарными дымососами ПДЭ-7, выносными прожекторами, катушками с электрическим кабелем, электрическими разветвлениями и другим пожарно-техническим вооружением и оборудованием.



Рисунок 31.1 - Автомобиль газодымозащитной службы АГ-20(433362) моделей ПМ-585 (слева) и ПМ-585А (справа)

### **Автомобили и прицепы дымоудаления**

Автомобили дымоудаления (АД) предназначены для удаления дыма из объектов на пожарах как для спасания людей, так и для обеспечения условий работы личного состава пожарных подразделений.

АД изготавливаются на шасси ГАЗ-66, они позволяют как удалять дым из помещений путем его отсоса или нагнетания в него свежего воздуха, так и подавать воздушно-механическую пену.

На АД устанавливают вентиляторы с подачей до 90000 м<sup>3</sup>/ч. Привод вентилятора осуществляется от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности.

Полное давление вентиляторной установки в номинальном режиме – 1200 Па.

Образование воздушно-механической пены осуществляется с помощью распылителя, установленного на вентиляторе. Подача воды к нему производится от АЦ или АНР по рукаву, присоединяемому к головке.



При включенном пеносмесителе типа ПС-5 пенообразователь из бака будет поступать к распылителю. При работе образуется пена кратностью до 500, производительность по пене при кратности 500 равна  $1000 \text{ м}^3/\text{мин}$ .

Боковые и задняя стенки прицепа обустроены распашными и откидными дверями для доступа к специальному оборудованию и ПТВ. Габаритные размеры ПД равны  $3975 \times 2170 \times 2200$  мм. Высота ПО с глушителем на кузове равна 2400 мм. Его колея составляет 1770 мм, полная масса – 2400 кг. Допускается максимальная скорость при транспортировании 40 км/ч.

В отсеках кузова ПД размещены: электросиловая установка с двигателем, топливные баки, дымососы и прожекторы, аварийно-спасательное оборудование и инструмент, специальное оборудование и электрооборудование.

Электросиловая установка (ЭСУ) состоит из двигателя внутреннего сгорания и сопряженного с ним электрического генератора.

Двигатель ПД – четырехцилиндровый четырехтактный дизель (ДМИ-60) с воздушным охлаждением. При частоте вращения вала двигателя 2200 об/мин он развивает мощность 44 кВт. Запас дизельного топлива 70 кг обеспечивает непрерывную работу ПД в течение 8 часов. На прицепе установлена отопительно-вентиляционная установка ОВ-65. Она обеспечивает подогрев двигателя перед пуском при температуре окружающего воздуха ниже  $-10 \text{ }^\circ\text{C}$ , а также работу двигателя в жарких климатических условиях.

Мощность от двигателя к генератору передается через раздаточную коробку.

Электрогенератор ГТ40ПЧ6-2С является синхронной машиной трехфазного переменного тока частотой 400 Гц, напряжением 200 В, воздушного охлаждения. Частота вращения вала генератора 6000 об/мин. Величина генерируемого тока 55 А, развиваемая мощность 20 кВт.

Основное оборудование ПД включает в себя прожекторы, дымососы, электропилу и др.

Прожекторы. На прицепе закреплены два выносных прожектора типа ИО-02-1500-02. Один прожектор может устанавливаться на задней части крыши прицепа. Второй может использоваться на специальной подставке высотой 2 м на местности. Мощность одного прожектора 1,5 кВт.

Освещение мест работы осуществляется переносной фарой ФГ-16 с кабелем длиной 20 м. На корпусе фары имеется трубочина для крепления ее на различные предметы.

Дымосос пожарный электрический (ДПЭ) обеспечивает подачу воздуха не менее  $10000 \text{ м}^3/\text{ч}$  при работе со всасывающими напорными рукавами, без них – не менее  $15000 \text{ м}^3/\text{ч}$ .

Он может подавать до  $100 \text{ м}^3/\text{мин}$  пены. В комплекте оборудования на каждый дымосос имеется всасывающий рукав длиной 10 м и диаметром 520 мм. Напорный рукав соответственно имеет размеры 10 м и 540 мм. Масса ПД

не более 48,5, потребляемая мощность не более 3 кВт. ПД укомплектован 4 дымососами.

Аппарат сварочный специальный – АСС –7/400. Аппарат предназначен для электродуговой сварки или резки изделий из углеродистых сталей: листов, профилей, прутков. С его помощью можно сваривать или резать образцы толщиной от 1 до 5 мм. Потребляемая мощность аппарата не более 13 кВт.

Цепная электропила ЭПЧ-3,0-2. В комплекте имеется две пилы мощностью по 3 кВт. Включение их в работу осуществляется через блок питания электропилы (БПЭ). На каждом БПЭ имеется штепсельная розетка для подключения кабельной вилки электропилы и кабельный ввод с вилкой для подключения к розеткам распределительных коробок (КР).

Коллекторный электроинструмент. ПД укомплектован отбойным молотком и резаком с электродвигателями на напряжение 220 В и 50 Гц и шлифовальной машинкой с корундовым диском. Силами подразделений ГПС он может укомплектовываться и другим электроинструментом, например электродрелью, электропилой цепной типа «Парма» на напряжение 220 В и 50 Гц. Этот инструмент подключается к электросиловой установке через блок питания контактного инструмента (БПИ). Этот блок выпрямляет напряжение 220 В 400 Гц переменного тока в напряжение 210 В постоянного тока.

Катушки кабельные. На ПД имеются стационарная кабельная катушка с магистральным силовым кабелем длиной 96 м и четыре переносных кабельных катушки, на которые намотаны кабели длиной по 36 м. Эти четыре кабеля предназначены для удлинения линии электропитания от генератора к внешним выносным потребителям электроэнергии.

Распределение электроэнергии 200 В 400 Гц от электросиловой установки к выносному оборудованию осуществляется коробками распределительными (КР). В эксплуатации они устанавливаются на подставки с раздвижными опорами. Этим исключается контакт с влажным грунтом.

Общее оборудование ПД. Для обеспечения безопасной работы на ПД в передней части установлено самоориентирующееся опорно-тормозное устройство. В походном положении оно поднимается вверх и фиксируется стопором. Имеется и задняя опора, состоящая из стойки в виде трубы и винта. В походном положении убирается вверх и фиксируется. На прицепе имеются два автомобильных противооткатных упора.

На передней стенке кузова установлены сигнальные фонари красного цвета, а в задней части кузова на крыше установлен маяк сигнальный синего цвета.

Для освещения мест работы в ночное время применяется фара переносная ФГ-16. Она имеет кабель длиной 20 м с вилкой на конце и струбцину на корпусе для крепления на различные предметы.

В кузове установлен вентилятор, предназначенный для обдува блоков защиты и управления и вентиляции кузова при работающем двигателе.

На водиле прицепа закреплен заземляющий медный провод длиной 5 м и сечением 10 мм<sup>2</sup>. Для обеспечения безопасности работы боевого расчета на ПД имеются резиновые боты, ковер и перчатки диэлектрические, аптечка, огнетушитель ОУ-2, прибор контроля изоляции.

Для выполнения различных работ в комплекте (42 наименования) имеются чемодан электрослесаря, сумка инструментальная и другое оборудование.

Боевое развертывание. Оборудование на ПД потребляет различную мощность. Кроме того, оно может приводиться в действие как переменным током высокой частоты, так и постоянным током. Поэтому личный состав боевого расчета, состоящий из трех пожарных, должен быть специально подготовлен.

Схемы боевого развертывания могут быть различными. Однако должны выполняться два требования. Во-первых, суммарная мощность потребителей не должна превышать мощности генератора. Во-вторых, распределение нагрузки по линиям на выносном щите должно быть равномерным, т.е. не более 6 кВт на каждую линию. При боевом развертывании только прожекторов и дымососов схемы могут быть различными.

При использовании сварочного аппарата он включается через КР в одну из линий, к двум другим линиям должно подключаться минимальное количество агрегатов или инструментов.

При необходимости использования электропил они подключаются к блоку питания электропил БПЭ, которые соединяются с КР. Коллекторный электроинструмент напряжением 230 В постоянного тока включается через блок питания коллекторного инструмента (БПКИ).

С помощью прицепа дымоудаления возможно удаление дыма из зданий и сооружений. Достоинством является то, что удаление дыма, как и проветривание помещений, можно организовать в различных частях зданий и сооружений и даже на различных объектах.

Имеющееся оборудование позволит вскрывать конструкции для обеспечения удаления дыма и проветривания помещений. С помощью дымососов возможно использовать для тушения высокократную пену.

## 32 ПОЖАРНЫЕ ПОЕЗДА

Пожарные поезда. Объекты железнодорожного транспорта характеризуются рядом особенностей. Прежде всего, они дислоцированы на железнодорожных станциях. Количество путей на них достигает 50 – 80, при общей длине 15 – 16 км. Они характеризуются и спецификой пожарной опасности. На станциях могут быть сосредоточены составы со взрывопожароопасными грузами, твердыми горючими материалами, ЛВЖ и ГЖ и т.д. На станциях размещаются различные производственные здания и сооружения.

Подъезды к станционным объектам и вагонам с грузами затруднены для пожарных автомобилей и для прокладки рукавных линий. Поэтому технической основой противопожарной службы на железнодорожном транспорте являются пожарные поезда.

Пожарные поезда предназначены для:

ликвидации пожаров и проведения связанных с ними аварийно-спасательных работ на объектах и в подвижном составе железнодорожного транспорта;

оказания помощи при авариях, крушениях, стихийных бедствиях и других чрезвычайных ситуациях, сопровождающихся пожарами;

участия в ликвидации пожаров и проведения связанных с ними аварийно-спасательных работ, не относящихся к транспорту в пределах своих тактико-технических возможностей.

Формирование, содержание и использование пожарных поездов определяется «Правилами содержания и эксплуатации пожарных поездов на железнодорожном транспорте Российской Федерации», а также приказами и инструкциями Министерства путей сообщения РФ.

Пожарные поезда являются средствами военизированной охраны железных дорог. Они дислоцируются на отделениях железных дорог по согласованию с Управлением военизированной охраны МПС.

Пожарные поезда находятся на крупных станциях, где имеется рабочий локомотивный парк. Участок выезда определяется из расчета времени (не более 1,5 ч), необходимого для доставки поезда на конечный пункт, расстояние до которого не должно превышать 100 км.

На вооружении военизированной охраны используются пожарные поезда двух категорий.

*Пожарный поезд первой категории* включает:

один четырехосный цельнометаллический вагон, в котором размещается личный состав, пожарная автоцистерна, насосные установки, электростанция, ПТВ, оборудование и средства пожаротушения;

две цистерны для хранения воды вместимостью 72,3 или 50 м<sup>3</sup>;

один четырехосный вагон с перекачивающей станцией для размещения насосных установок и дизель электропитания;

одну цистерну-приемник вместимостью 50 – 70 м<sup>3</sup> для перекачки нефтепродуктов;

одну платформу (или вагон) под нейтрализующие материалы.

Типовой таблицей *пожарного поезда второй категории* включает:

один четырехосный цельнометаллический вагон;

водонасосную станцию;

две цистерны-водохранилища вместимостью 73,1 или 50 м<sup>3</sup> и платформу для транспортной системы комбинированного пожаротушения (ТСКП).

В машинном отделении в вагоне с водонапорной станцией устанавливаются по 2 мотопомпы МП-1600 и по одной с подачей воды 600 – 800 л/мин. Они водопенными коммуникациями соединяются с цистернами для воды.

Для предотвращения замерзания воды в цистернах устанавливаются змеевики из труб, по которым циркулирует вода от котла.

На пожарных поездах первой и второй категории должен быть запас пенообразователя 10000 и 5000 кг. Кроме того, на них имеются углекислотные и порошковые огнетушители (ОП-5) по 5 штук и порошковые передвижные огнетушители ОП-50 по 2 штуки.

Пожарные поезда укомплектованы пожарно-техническим вооружением для прокладки рукавных линий и подачи по ним воды или раствора пенообразователя. К этому оборудованию относятся всасывающие рукава и сетки, стволы РС-50, РС-70 и РСК-50, генераторы пены ГПС-2000 и ГПС-600 и т.д.

Поезда укомплектовываются напорными рукавами диаметром 51 мм (700 и 500 м) и 66 мм (1000 и 800 м) для каждой категории поездов.

По таблицю оснащенности на поездах полагается иметь большое количество необходимого инструмента, снаряжения и спецодежды (более 50 наименований). К ним относятся: ломы, топоры, пилы, ручной аварийно-спасательный инструмент, специальная теплозащитная и теплая одежда и т.д.

Поезда оборудуются радиостанциями, телефонными аппаратами, электромегафонами, фонарями и т.д.

В состав специализированного пожарного поезда может быть включена ТСКП. Эта система включает две емкости вместимостью по 10 м<sup>3</sup>. В одной из них находится порошок, цеолитовый песок; во второй – диоксид углерода. Оба сосуда соединены. Диоксид углерода служит вытеснителем порошка.

Сосуд с порошком оборудован аэроднищем.

Для предотвращения слеживания (уплотнения) порошка периодически под аэроднище от пневмосистемы тепловоза (электровоза) подается сжатый воздух. При повышении давления под аэроднищем газ поступает в объем сосуда по всей его площади.

На поверхности аэроднища образуется псевдооживленный слой (кипящий слой). Порошок в объеме сосуда при этом взрыхляется.

По штату боевой расчет поезда состоит из 6–7 человек. При выезде на тушение пожара он пополняется за счет:

личного состава военизированной охраны, несущего службу на постах, объектах и в парке станции, на которой дислоцируется пожарный поезд;

свободных от дежурства работников пожарного поезда, проживающих вблизи от стоянки поезда, а также за счет добровольных пожарных дружин, подготовленных для включения в боевые расчеты.

Вызов пожарного поезда на место пожара производится поездным диспетчером или дежурным по станции. Отправление поезда должно быть произведено не более чем через 10 мин с момента получения извещения о пожаре.

При отсутствии на станции локомотива для пожарного поезда выдается локомотив любого поезда, находящегося на станции.

### 33 МАШИНЫ ХИМИЧЕСКОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ

Химические разведывательные машины. На вооружении подразделений МЧС состоят следующие типы химических разведывательных машин:

-УАЗ-469рх - химическая разведывательная машина на шасси автомобиля повышенной проходимости УАЗ-469, оборудованная средствами для ведения радиационной и химической разведки;

-БРДМ-рх - химическая разведывательная машина на шасси бронированной колесной машины повышенной проходимости, оборудованная средствами для ведения радиационной и химической разведки;

-БРДМ-2рх - химическая разведывательная машина, изготовленная на базе бронированной разведывательно-дозорной машины БРДМ-2 и оснащенная специальным оборудованием для ведения радиационной и химической разведки (рис.33.1)

-РХМ - разведывательная химическая машина, представляющая собой многоцелевой плавающий транспортер МТ-ЛБ, оборудованный для ведения радиационной и химической разведки.

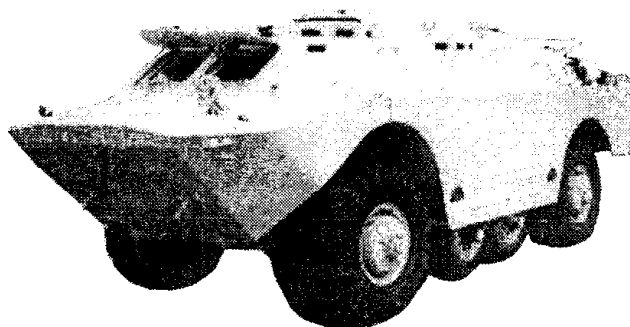


Рисунок 33.1 Химическая разведывательная машина БРДМ-2рх

Имеющееся на химических разведывательных машинах оборудование позволяет проводить следующие виды работ:

-измерять уровни радиации на местности и степень зараженности различных поверхностей, воды, продовольствия;

-обнаруживать отравляющие вещества в воздухе, на местности, материальной части и других объектах и устанавливать их тип (группу);

-проводить отбор зараженных проб грунта, воды и различных материалов;

-оповещать личный состав и население о радиоактивном, химическом и биологическом загрязнении;

-обозначать зараженные участки местности знаками ограждения;

-поддерживать радиосвязь с центром оперативного управления силами и средствами, штабом ликвидации ЧС;

-определять местонахождение движущейся машины на местности (БРДМ-2рх, РХМ).

Боевой расчет с помощью установленного на машинах оборудования может вести радиационную и химическую разведку при движении машины, коротких остановках и с выходом из машины.

В таблице 33.1 приведена комплектация химических разведывательных машин специальным оборудованием - средствами химической и радиационной разведки, связи, защиты, специальной обработки и прочим.

Автомобили химической и радиационной безопасности АХРБ-9(911) и автомобили химической и радиационной разведки АХРР(53371) предназначены для доставки к месту чрезвычайной ситуации личного состава и специального оборудования. Они служат для проведения химической и радиационной разведки, а также для ликвидации химических и радиационных аварий.

Таблица 33.1- Комплектация разведывательных химических машин специальным оборудованием

Оборудование	Тип машин		
	УАЗ-469рх	БРДМ-2рх	РХМ
Базовое шасси	Автомобиль билль УАЗ- 469	Бронирован ная ко лесная машина БРДМ	Плавающий гусеничный транспортёр МТ-ЛБ
1	2	3	4
Средства химической разведки:			
прибор радиационной и химической разведки ПРХР, комплект	-	-	1
автоматический газоанализатор ГСП-11, комплект	1	1	1
полуавтоматический прибор химической разведки ППХР,	1	1	1
войсковой прибор химической разведки ВПХР, шт.	1	1	1
набор индикаторных трубок к приборам ППХР и ВПХР, шт.			
ИТ-44	40	60	60
ИТ-36	20	30	30
ИТ-45	20	30	30
Средства радиационной разведки:			
рентгенметр-радиометр ДП-5А	1	1	1



1	2	3	4
рентгенметр ДП-5Б, комплект	1	1	1
Средства обозначения зараженных участков			
приспособление для механической установки знаков ограждения	1	2	1
знаки ограждения КЗО, комплект	4	1	10
фонари к знакам ограждения, шт.	20	30	50
Средства защиты личного состава:			
стационарная фильтровентиляционная	-	1	1
Средства специальной обработки: дегазационный комплект ДК-4Б, комплект	-	1	-
индивидуальный комплект специальной обработки	1	-	1
Средства связи: переговорное устройство, комплект		1	1
радиостанции Р-123, Р-113, комплект	1(Р-113)	1	1
Прочее оборудование: навигационная аппаратура ТПА-2, комплект	-	1	1
установка запуска средств сигнализации, шт.	1	1	-
сигнальные патроны СХТ, шт.	12	9	100
дымовые гранаты РДГ-2, шт.	9	6	9
комплект отбора проб КПО-1, метеокомплект МК-3, комплект	1	1	1
	1	1	1

## **34 МАШИНЫ ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ЛИЧНОГО СОСТАВА, СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ МЕСТНОСТИ, СООРУЖЕНИЙ И ТЕХНИКИ**

**Дезинфекционно-душевые установки** предназначены для проведения помывки личного состава и дезинфекции (дезинсекции) обмундирования, обуви и индивидуальных средств защиты.

В подразделениях МЧС используются следующие виды дезинфекционно-душевых установок:

- ДДА-66, смонтированная на шасси автомобиля ГАЗ-66;
- ДДА-2, смонтированная на шасси автомобиля ЗиЛ-130;
- ДДА-3, смонтированная на шасси автомобиля ЗиЛ-131;
- ДДП, смонтированная на одноосном автомобильном прицепе.

Не зависимо от используемого шасси устройство и принцип действия всех ДДА и ДДП одинаковы. Специальное оборудование установок включает следующие основные агрегаты: паровой котел с водонагревателем, бойлер-аккумулятор, ручной водяной насос, пароструйный элеватор, инжектор, дезинфекционные камеры.

В комплект установок входят: душевые приборы, резиноканевые рукава, емкость на 1-1,5 м<sup>3</sup>, мотопомпа для заполнения емкости из водоемного источника.

*Принцип действия установки.* Вода, необходимая для парообразования, засасывается из водоема через резиноканевые рукава и насосом подается по нагнетательной трубе через обратный клапан и водонагреватель в паровой котел.

Образовавшийся в котле пар поступает в главный паропровод, из которого по мере надобности через соответствующие вентили поступает в бойлер-аккумулятор, пароструйный элеватор, дезинфекционные камеры, к формалиновым форсункам, в форсунку для распыливания жидкого топлива.

Вода, необходимая для мытья, засасывается из водоема или емкости пароструйным элеватором. Пар, пропускаемый через пароструйный элеватор, нагревает подсосываемую воду, которая поступает в бойлер-аккумулятор. Из бойлера-аккумулятора вода, подогретая паром до температуры 38-42 °С, подается на душевые приборы.

Дезинфекция (дезинсекция) обмундирования осуществляется в дезинфекционных камерах обработкой его паровоздушной или пароформалиновой смесью. Для загрузки и выгрузки обмундирования камеры оборудованы дверями. В походном положении в камерах перевозится съемное оборудование.

В табл. 34.1 приведены основные тактико-технические характеристики применяемых в МЧС дезинфекционно-душевых установок.

Таблица 34.1- Тактико-технические характеристики дезинфекционно-душевых установок

Показатели	ДДА-66	ДДА-2	ДДП
Паропроизводительность, кг/ч			
при работе на дизельном топливе	200	375-400	150
при работе на дровах	130	235-250	100
Рабочее давление пара, кгс/см <sup>2</sup>	4	4	4
Объем воды в котле, м <sup>3</sup>	0,172	0,350	0,130
Количество дезинфекционных	1	2	!
Объем одной камеры, м <sup>3</sup>	2,5	2,5	1,4
Расход топлива, кг/ч			
дизельного	24	35-42	15
Дров	100	100	40
Расход воды при работе, л/ч			
летом	3000	6000	3000
зимой	2000	4500	2000
Время разворачивания, мин			
летом	30-40	40-45	30-40
зимой	50-60	50-60	50-60
Полная масса, кг	5700	8250	2050
Боевой расчет, чел.	3	4	"1
Пропускная способность, чел			
летом	56	44	4К
зимой	56	96	36

### **Машины для дегазации, дезактивации и дезинфекции техники, местности и сооружений**

#### **Тепловая машина для специальной обработки ТМС-65**

предназначена для дегазации, дезактивации и дезинфекции наружных поверхностей техники мощным газовым и газокапельным потоками. Она может быть использована также для специальной обработки участков местности, дорог с твердым покрытием и сооружений.

Принцип действия ТМС-65 основан на использовании для дезактивации и дезинфекции техники и сооружений высокоскоростного газокапельного потока, получаемого путем подачи водных растворов в поток отходящих горючих газов турбореактивного двигателя ВК-1А, а для дегазации - высокотемпературного потока отработавших газов ТРД.

Специальное оборудование машины смонтировано на шасси автомобиля повышенной проходимости Урал-375Е и состоит из следующих основных частей: турбореактивного двигателя (ТРД) ВК-1А с узлами крепления, подъемно-поворотного устройства, кабины оператора, топливной и водяной

систем, системы обогрева, подъемно-поворотного устройства, электрооборудования, противопожарного оборудования.

В комплект машины входит прицеп-цистерна ПЦ-4,2-754В.

По устройству и принципу работы тепловая машина ТМС-65 аналогична пожарному автомобилю газовой тушения АГВТ-150(375) и отличается от него отсутствием системы защиты от теплового излучения.

Турбореактивный двигатель ВК-1А является основным рабочим агрегатом машины для получения высокоскоростной и высокотемпературной струи отработавших газов. Двигатель крепится на поворотной раме, смонтированной на подрамнике. Поворот двигателя в горизонтальной плоскости, а также подъем и опускание осуществляются с помощью гидравлической системы.

Все органы управления двигателем выведены в кабину оператора.

Прицеп-цистерна предназначена для перевозки и хранения запаса воды (водных растворов). При транспортировке она заполняется водой до рабочего объема (2450 л), а при работе машины на месте - до полного объема (4200 л).

Тактико-технические характеристики тепловой машины для специальной обработки ТМС-65 приведены в табл. 34.2.

Таблица 34.2- Тактико-технические характеристики ТМС-65

Наименование параметра	Показатели параметра
Производительность:	
-при дегазации крупной техники, ед/ч	10-15
-при дезактивации и дезинфекции крупной техники, ед/ч	30-40
-при дезактивации и дегазации дорог шириной 5-6 м, км/ч	3-4
-при дезактивации и дегазации участков местности, га/ч	1,5-2,5
-ширина эффективно обрабатываемой полосы, м	5-6
Тип турбореактивного двигателя	ВК-1А
Возимый запас топлива для ТРД, кг	900
Расход топлива ТРДВК-1А, кг/ч	750-960
Возимый запас воды, л	2650
Боевой расчет, чел	2

**Дымовая машина ТДА-М** предназначена для создания маскирующих дымовых завес, а также для дезинсекции местности, дорог и других объектов инсектицидными аэрозолями.

Она представляет собой автомобиль ГАЗ-66, на котором смонтировано специальное оборудование, состоящее из цистерны, двух топливных баков, дополнительной трансмиссии от двигателя, газотермического генератора,

нагнетателей воздуха, коммуникаций дымообразующего вещества, системы электрооборудования, органов измерения и контрольно-измерительны приборов.

Принцип действия ТДА-М основан на дроблении инсектицидного раствора потоком горячих газов (термомеханический способ) или потоком холодного воздуха (механический способ).

Тактико-технические характеристики дымовой машины ТДА-М показаны в табл.34.3.

Таблица 34.3 –Тактико-технические характеристики ТДА-М

Наименование параметра характеристики	Показатели
рабочая емкость цистерны, л	1200
Производительность по инсектицидному	400-780
Производительность обработки местности, га/ч	10-20
Рабочая скорость движения машины при	8-20
Боевой расчет, чел	2

## 35 ИНЖЕНЕРНАЯ ТЕХНИКА

### Инженерная машина разграждения ИМР-2

Инженерная машина разграждения ИМР-2, способная выполнять широкий круг работ инженерного обеспечения в мирное и военное время.

Инженерная машина разграждения ИМР-2 разработана на гусеничной базе танка Т-72А (объект 637) под руководством А.А. Морова ФГУП Конструкторским бюро транспортного машиностроения (КБТМ, г. Омск). Принята на вооружение в 1980 г.

Серийно ИМР-2 производило ФГУП Производственное объединение "Уралвагонзавод" им. Ф.Э. Дзержинского (г. Нижний Тагил).

Инженерная машина разграждения ИМР-2 предназначена для обеспечения продвижения путем оборудования колонных путей в труднопроходимых условиях (лесные завалы и разрушения после бомбардировок и применения ядерного оружия) и проходов в минных полях в сложной боевой и погодно-климатической обстановке. В настоящее время широко применяется при аварийно-спасательных работах.

ИМР-2 – базовый вариант универсальной инженерной машиной. Оснащена бульдозерным и крановым оборудованием. Технические характеристики представлены в таблице 35.1.

Таблица 35.1- Основные характеристики ИМР-2М

Масса, т	45-46
Экипаж, чел	2
Максимальная скорость, км/ч	до 50
Запас хода, км	500
Преодолеваемые препятствия:	
глубина брода, м	до 1,4
высота стенки, м	0,8
ширина рва, м	2,7
Вылет стрелы/грузоподъемность, м/т	8,8/2
Производительность:	
при работе бульдозерным оборудованием, км/ч	8-12
в каменных завалах, м/ч	до 400
в лесных завалах, м/ч	5-12
в минных полях, км/ч	7-12
темп прокладки колонных путей, км/ч	5-10
отрывка траншей глубиной 1,1-1,3 м, км/ч	8-10
засыпка рвов, траншей, м/ч	230-300
диаметр ствола сваливаемого дерева, см	40

ИМР-2М - модернизированный вариант, который выпускался в модификациях ИМР-2МА (переходный вариант, выпускалась с 1987 по 1990

гг.) и ИМР-2М2. Наиболее совершенная и перспективная инженерная машина разграждения, обеспечивающая проведение всех работ в условиях радиоактивного заражения местности, сильной загазованности атмосферы агрессивными газами, парами, отравляющими веществами, задымленности, запыленности и непосредственного огневого воздействия. Стреловое оборудование дополнено скребком-рыхлителем, а с 1990 г. вместо клещевого захвата-манипулятора в состав специального оборудования введен универсальный рабочий орган (УРО) (обладает возможностями по работе с предметами, сопоставимыми с размерами спичечного коробка). Масса машины была снижена до 44,5 т. Двигатель- дизель 4х-тактный В-55У. Мощность -456 кВт

Для проведения работ ИМР герметизирована, оснащена системами подводного вождения (на глубине до 5 м.), противоатомной защиты, автоматического пожаротушения и другим оборудованием.

Бульдозерное оборудование может использоваться в двухотвальном, бульдозерном или грейдерном положении, которое изменяется без выхода экипажа из машины. Впереди установлена управляемая лыжа для регулирования степени заглубления ножа бульдозера. Бульдозерное оборудование позволяет сдвигать обломки, засыпать рвы, воронки. Ширина захвата бульдозера в грейдерном положении 3,4 м., двухотвальном - 3,56 м., в бульдозерном – 4,15 м.

Телескопическая стрела с захватом-манипулятором служит для удаления из зоны прохода стволов деревьев, обломков стен, остатков машин, выдергивания из земли столбов, заборов, обрушения остатков стен. Грузоподъемность стрелы 2 т., максимальный вылет – 8,8 м. Совместно со скребком-ковшом стрела может использоваться в качестве экскаваторного оборудования с объемом 0,4 куб.м. и производительностью 40 куб.м. грунта в час.

Возможности машины позволяют проделывать проход в сплошном лесном завале со скоростью до 200-300 м/ч, в городских завалах - 160-200 м/ч, колонный путь по среднпересеченной местности со скоростью 5-8 км/ч.

В транспортном положении бульдозерное оборудование поднимается и находится на крыше машины, телескопическая стрела сдвигается и разворачивается назад, что обеспечивает ее компактность и возможность перевозки железнодорожным транспортом.

При мощности двигателя около 580 л.с. запас хода составляет не менее 500 км. Машина может передвигаться с максимальной скоростью до 50 и по пересеченной местности – до 35 км/ч., преодолевать брод глубиной 1,4 м, стенку высотой 0,8 м и ров шириной 2,7 м.

Экипаж машины 2 человека .

В мирное время ИМР-2М2 может использоваться для прокладывания путей на среднпересеченной местности и в мелколесье, в снежной целине и на косогорах, корчевки пней и валки деревьев, устройства проходов в лесных и каменных завалах, в минных полях и невзрывных заграждениях, разборки

завалов в населенных пунктах, аварийных зданий и сооружений, а также производить различные земляные работы (отрывать траншеи и котлованы, технику и укрытия, засыпать ямы, рвы, овраги и др.), устанавливать секции мостов, устраивать съезды и выезды на водных переправах. Может использоваться для земляных работ на грунтах I-IV категорий, в карьерах и открытых выработках, для борьбы с лесными и торфяными пожарами, выполнения грузоподъемных операций, эвакуации и буксировки поврежденной техники.

ИМР-2 показала высокую эффективность в ходе боевых действий в Афганистане и Чеченской республики.

Машина широко использовалась при ликвидации последствий аварии Чернобыльской АЭС в 1986 г и оказалась единственной машиной, способной выполнять различные работы непосредственно у разрушенного ядерного реактора. С ее помощью расчищались проходы к реактору, производились необходимые замеры, удалялись остатки стержней с ядерным топливом и стен, возводился саркофаг, устанавливалось крановое оборудование и др. В связи с высокой радиоактивностью брони все они были утилизированы.



Рис. 35.1 –Общий вид машины



Рис. 35.2 –Переднее рабочее оборудование -отвал



Рисунок 35.3- Захватное рабочее оборудование

К дорожным инженерным машинам относятся: путепрокладчики БАТ-М; БАТ-2, ПКТ-2, бульдозеры и экскаваторы.



## Путепрокладчики

К дорожным инженерным машинам относятся: путепрокладчики БАТ-М; БАТ-2, ПКТ-2, бульдозеры и экскаваторы, табл.35.2.

Таблица 35.2- Основные тактико-технические характеристики  
путепрокладчиков и бульдозеров

Показатели	БАТ-М (БАТ-2)	ПКТ-2	Бульдозер Д-521
Шасси	Артиллер. тягач АТ-Т (МТ-Т)	Колесный тягач МАЗ- 538	Гусеничны й трактор Т-180
Мощность двигателя, л. с. (кВт)	415 (305)	375 (291)	180(132)
Максимальная транспортная скорость, км/ч	35 (60)	45	12
Число мест боевого расчета, чел.	2	2	2
Полная масса, кг	27500 (39700)	19400	15000
Запас хода по топливу, км	500	500	-
Производительность: при прокладывании пути по среднепересеченной местности, км/ч	1,5-10 (6-8)	3-6	
Грузоподъемность крана, т	2	-	-
Ширина захвата рабочего органа, м: -в двухотвальном положении -в бульдозерном положении -в грейдерном положении	4,5 (4,0) 5,0 (4,57) 4,0 (4,3)	3,3 3,8 3,24	

Путепрокладчики БАТ-М, БАТ-2 (рис.35.4) на базе гусеничного артиллерийского тягача АТ-Т (МТ-Т) обеспечивают: прокладывание колонных путей, засыпку ям, рвов, устройство спусков к водоемам, проходов в мелколесье, строительных завалах и других дорожных работ.

Путепрокладчики имеют универсальное путепрокладочное и крановое оборудование.

Рабочий орган (отвал) может занижать три положения: положения отвальное, бульдозерное и грейдерное. Для облегчения работы на косогорах путепрокладчик оборудован механизмом перекоса рабочего органа. В транспортном положении рабочий орган БАТ и укладывается на платформу машины с помощью лебедки тягача и гидравлической системы самого

рабочего органа. На рабочем органе имеется специальное приспособление в виде лыжи, которое обеспечивает копирование неровностей местности и ограничивает врезание отвала в грунт.



Рисунок 35.4- Путепрокладчик БАТ-2

Крановое оборудование имеет гидравлический привод механизмами поворота и подъема стрелы и груза. Стрела крана обеспечивает работу с грузами вдоль бортов и кормы машины, но не позволяет выполнять работы впереди отвала. Управление крановым оборудованием - дистанционное, с помощью выносного пульта.

Помимо путепрокладчиков на гусеничной базе (БАТ-М, БАТ-2), обладающих высокой проходимостью, применяются также путепрокладчики на базе колесных тягачей (МАЗ-538), которые обладают большей скоростью и долговечностью.

Путипрокладчики на колесном ходу (ПКТ-2) устроены аналогично БАТ-М. На ПКТ-2, однако, отсутствует крановое оборудование.

## **36 АВТОМОБИЛИ ШТАБНЫЕ. АВТОМОБИЛИ СВЯЗИ**

Автомобили штабные (АШ) предназначены для доставки к месту чрезвычайной ситуации средств связи и снаряжения оперативной (дежурной) группы штаба гарнизона МЧС с целью обеспечения управления боевой работой по ликвидации последствий чрезвычайной ситуации.

Автомобили изготавливаются на базе самых разнообразных шасси легковых автомобилей и автобусов малой вместимости. Они оборудуются средствами связи, используемыми для ведения радиосвязи с боевыми участками и центром управления силами и средствами гарнизона

Основные тактико-технические характеристики штабных автомобилей, используемых в гарнизонах МЧС, приведены в таблица 36.1.

Таблица 36.1-Тактико-технические характеристики автомобилей штабных

Показатели	АШ-5(3962)79Б	АШ-5(31512)
Тип шасси	УАЗ-3962	УАЗ-31512
«Колесная формула»	4x4	4x4
Число мест, чел.	5	5
Масса с полной нагрузкой, кг	5780	5500
Максимальная скорость, км/ч	95	95
Средства связи: марка	«Виола-А»	«Виола-А»
число	2	1
радиостанции носимые:		
марка	«Виола-Н»	«Виола-Н»
число	3	2
электромегатфон, шт.	3	2
громкоговорящая установка	СГУ-60М	СГС «Корвет»
Снаряжение:		
комплект боевой одежды и	4	-
изолирующие противогазы, шт.	4	2

Автомобиль АШ-5(3962)79Б смонтирован на шасси автомобиля-фургона УАЗ-3962 повышенной проходимости. Кузов - цельнометаллический, закрытый, вагонного типа. Он разделен перегородкой на два отсека: кабину водителя и рабочий отсек. По всей ширине автомобиля вдоль перегородки в кузове установлен специальный стол с ящиками, перед которым закреплены два мягких сиденья. На столе установлены: радиостанция с пультом управления, телефонный аппарат, усилитель и микрофон громкоговорящей установки. На крыше автомобиля расположены громкоговорители с поворотным механизмом и антенна с механизмом подъема.

В гарнизонах МЧС также широко используются автомобили штабные на базе легковых автомобилей ГАЗ-3110 «Волга», ВАЗ-2106 «Лада», ВАЗ-2131 «Нива», автобусов малой вместимости Мерседес-Бенц М-2070, «Газель»-ГАЗ-2705 и др.

Автомобили связи (АС). Автомобили связи предназначены для обеспечения связи между местом ликвидации чрезвычайной ситуации и ЦУСС, между оперативным штабом ликвидации ЧС и боевыми участками, между боевыми участками. Число таких автомобилей в нашей стране незначительно. Как правило, автомобили связи изготавливают на базе АШ-5(3962)79Б с установкой большого количества вывозимых радиостанций.

Командно-штабные машины (КШМ) предназначены для вывоза к месту чрезвычайной ситуации средств связи и боевого расчета с целью организации связи на подвижных пунктах управления МЧС по каналам КВ и УКВ. Они представляют собой подвижные комплексы, смонтированные на базе грузовых автомобилей повышенной проходимости или на базе бронетранспортеров.

В комплекс входят: КВ-радиостанции типа Р-123М, Р-130М, Р-111; УКВ-радиостанции типа «Виола-А»; аппаратура СА; комплект коммутационной аппаратуры; комплект антенно-мачтовых устройств; система автономного электропитания.

Командно-штабные машины обеспечивают радиосвязь на стоянках на расстоянии до 350 км, а при движении со скоростью до 40 км/ч - на расстоянии до 75 км. Тактико-технические характеристики наиболее распространенных командно-штабных машин приведены в таблице 36.2.

Таблица 36.2- Тактико-технические характеристики КШМ

Показатели	КШМР-142(66)	КШМР-145 (БТР-60ПБ)
Базовое шасси	ГАЗ-66	Плавающий бронетранспортер БТР-60ПБ
«Колесная формула»	4x4	8x8
Число мест, чел.	5	5
Максимальная скорость, км/ч	95	70
Полная масса, кг	5970	10300
Средства У КВ-радиосвязи: радиостанция «Виола-А»	2	1

Командно-штабные машины (КШМ) предназначены для вывоза к месту чрезвычайной ситуации средств связи и боевого расчета с целью организации связи на подвижных пунктах.

### **37 КОМПОНОВКА ПОЖАРНЫХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ**

**Общие требования.** Для создания пожарных аварийно-спасательных автомобилей на шасси грузовых автомобилей сооружают пожарную надстройку. В зависимости от назначения пожарного автомобиля надстройка может включать кабину (салон) для боевого расчета, различные механизмы, цистерны и баки для ОТВ, пожарно-техническое вооружение.

Компоновка пожарных аварийно-спасательных автомобилей должна быть такой, чтобы реализовались его технические возможности в транспортном режиме, в условиях, ограничивающих маневрирование, и в стационарных режимах при воздействии опасных факторов пожара.

Технический уровень и совершенство конструкции пожарной надстройки, а также рациональность ее компоновки с базовым шасси должны обеспечивать реализацию всех требований, предъявляемых к пожарным автомобилям. При этом компоновка должна:

- не снижать показателей безопасности базового шасси;
- обеспечивать в минимальное время осуществление боевых действий с безопасностью для личного состава;
- удовлетворять требованиям охраны труда пожарных и окружающей среды.

Все эти требования будут рассматриваться применительно к автоцистернам. Это обусловлено тем, что они составляют основную массу ПМ, АЦ укомплектованы наиболее многочисленными боевыми расчетами. АЦ перевозят смещаемые и несмещаемые грузы. Более 99 % всех пожаров тушат боевые расчеты АЦ.

**Особенности компоновок АЦ.** Компоновка АЦ обеспечивает рациональное взаимное расположение элементов надстройки и агрегатов базового шасси. В основном она зависит от численности боевых расчетов, а также взаимного расположения емкостей для огнетушащих веществ и пожарного насоса. Последнее будет определять и компоновку отсеков для пожарно-технического вооружения.

Две особенности важны для компоновок АЦ.

*Первая особенность*, важная для всех ПА, - это размещение салона боевого расчета за кабиной базового шасси. *Вторая особенность* состоит в том, что размещение цистерны для воды, по существу, определяет всю компоновку.

Размещение цистерны может быть осуществлено вдоль или поперек продольной оси базового шасси. Оно и определяет собой возможности и ограничения компоновок ПН и ПТВ. Так, при поперечном размещении цистерны пожарный насос можно установить только сзади в кормовом насосном отсеке.

*Компоновка салонов.* В зависимости от численности боевого расчета АЦ, как и другие ПА, могут иметь посадочные формулы 1+2; 1+5; 1+8. Каждой из них соответствует своя компоновка салона. Во многих ПА и некоторых АЦ используется кабина базового шасси. В АЦ

могут быть салоны с одним или двумя рядами сидений. В салонах возможно размещение СИЗОД или установка пожарного насоса.

Несколько иная компоновка АЦ на шасси КамАЗ. Кабина боевого расчета отделена от кабины водителя промежутком. Кроме того, отсеки 4 могут быть посередине и в кормовой части.

Подножки для доступа в салон устраивают на высоте, обеспечивающей пожарным малого роста свободное пользование ими. Размеры кабин салонов, дверей у них, а также сидений определены, исходя из роста высоких пожарных.

Все соединяемые детали салона должны иметь уплотнения, препятствующие проникновению в кабину пыли, атмосферных осадков и потере тепла. В салоне размещают один или несколько огнетушителей, а также аптечку. Оборудование должно размещаться так, чтобы исключалась возможность его самопроизвольного перемещения при движении автомобиля, а острые углы не наносили травму пожарным.

**Сосуды для ОТВ.** На АЦ имеются цистерны для воды и баки для пенообразователя. Вместимость цистерн и их форма во многом влияют на компоновку и безопасность движения.

Традиционно в нашей стране цистерны компоновались вдоль продольной оси базового шасси. Цистерны большой вместимости в поперечном сечении имеют прямоугольную форму. По сравнению с другими формами (круглое или эллиптическое) в этом случае значительно уменьшается высота центра массы  $H$ . Этот фактор улучшает безопасность движения АЦ по кособоку или при повороте.

В отличие от грузовых автомобилей пожарные автоцистерны перевозят смещающиеся грузы. В АЦ таким грузом является вода. Ее колебания оказывают большое влияние на безопасность движения. Гашение колебаний жидкости осуществляется волноломами.

Волноломы - это перегородки, устанавливаемые поперек цистерны перпендикулярно его продольной оси. Площадь перегородки должна составлять до 95 % от площади поперечного сечения цистерны. Гашение колебаний жидкости волноломами происходит более интенсивно, если их устанавливать под углом 30 - 35° с наклоном в сторону кормы. В АЦ с поперечным расположением цистерны и пенобаков волноломы устанавливают вдоль оси автомобиля. Гашение колебаний жидкости может осуществляться и губчатым наполнителем, например, на основе полиуретана.

**Пожарные насосы.** В мировой практике применяют переднее, среднее и заднее размещение насосов. Переднее расположение, главным образом, шестеренных насосов применяется на маломощных, упрощенных автоцистернах. В нашей стране преимущественное распространение получили компоновочные схемы с задним размещением насосов.

Схемы компоновок со средним расположением насосов имеют ряд достоинств: улучшаются условия управления насосом, упрощается конструкция трансмиссии, что позволяет уменьшать не только ее массу, но и

высоту центра массы, нет необходимости специально обогревать насос. Однако такая схема компоновки имеет и существенные изъяны. Во-первых, возрастает травмоопасность личного состава в кабине в случае ДТП. Во-вторых, вывод всасывающих патрубков на стороны делает забор воды менее удобным, чем в случае компоновки с задним расположением насоса.

Компоновка насоса должна обеспечивать управление насосом пожарными любого роста. Этому же требованию должны удовлетворять расположение сливных кранов, кранов включения дополнительной системы охлаждения двигателя при ее наличии.

**Кузов АЦ.** В кузовах размещают емкости для ОТВ, насосы с водопенными коммуникациями, приводы их управления и пожарно-техническое вооружение ПТВ.

В зависимости от размещения цистерны отсеки могут располагаться по бортам кузова (37, *а*) или по бортам, но только у кормы АЦ (37, *б*). В первом случае больший простор доступа к машине и отсекам. Во втором случае все ПТВ сосредоточено более компактно. ПТВ в отсеках этого типа расположено

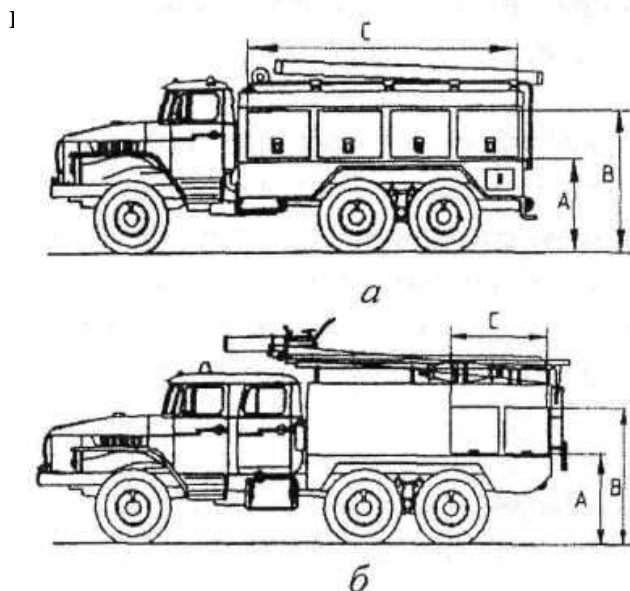


Рисунок 37. 1 Размещение отсеков ПТВ на АЦ:  
*а* - АЦП-6/3 (Урал 5557);  
*б* - АЦП-6/6 (Урал 5557)

В этом случае необходимо более четкое выполнение обязанностей пожарными, чтобы они не мешали друг другу.

## **АВТОМОБИЛЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИЛАХ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА НЕГО ПРИ ДВИЖЕНИИ**

Эксплуатационно-технические качества ПАСА характеризуют возможность эффективного его использования в сложных, специфических эксплуатационных условиях, позволяют оценить, в какой мере конструктивное исполнение ПАСА отвечает требованиям высокой боевой готовности и эффективности.

В действительных условиях работы ПАСА эксплуатационно-технические качества, обеспечиваемые его конструкцией, не всегда могут быть полностью реализованы.

Так, например, в городских условиях средние скорости движения ПАСА намного ниже, чем по хорошей дороге за городом. В теории автомобиля рассматривается влияние основных конструктивных параметров и внешних факторов (качество и состояние дорожного покрытия, угол продольного и поперечного уклона дороги) при изменении скорости движения, маневрировании (торможении, поворотах ПАСА) на его эксплуатационно-технические качества.

Основными эксплуатационно-техническими качествами ПАСА являются: тягово-скоростные свойства, топливная экономичность, управляемость, устойчивость, проходимость, маневренность и плавность хода.

**Тягово-скоростные свойства ПАСА** - это его способность прибыть к месту вызова с максимально возможной скоростью.

Чем выше значения тягово-скоростных свойств ПАСА, тем меньше будет время, затрачиваемое на следование к месту вызова, а следовательно, ущерб от пожаров, последствий аварий и катастроф, предотвращение гибели людей.

Эти свойства автомобиля зависят от его тяговых и тормозных качеств. Поэтому будут рассматриваться как тяговая, так и тормозная динамики автомобиля.

При оценке тягово-скоростных свойств автомобиля рассматриваются такие основные параметры, как максимальная скорость, максимальный подъем, максимальное ускорение, путь и время, необходимые для разгона до определенной скорости.

Для ПАСА также имеет большое значение средняя скорость движения в сложных, экстремальных условиях эксплуатации.

Тяговые качества ПАСА в большой степени зависят от мощности двигателя и веса автомобиля, а также от обобщающего их параметра - удельной мощности автомобиля, передаточных чисел механизмов трансмиссии и других конструктивных параметров.

Тормозные качества ПАСА определяются по длине тормозного пути, или по величине максимального замедления с обеспечением устойчивости против заноса. Эти качества зависят от эффективности работы тормозных



механизмов, типа и конструктивного исполнения тормозного привода, состояния протектора шин.

В современных условиях актуально обеспечение топливной экономичности ПАСА.

**Топливная экономичность** автомобиля - это его способность к работе в различных условиях с наименьшим расходом топлива.

Топливная экономичность в настоящее время является одним из важных эксплуатационно-технических качеств, так как стоимость топлива составляет значительную часть содержания ПАСА.

Чем меньше расход топлива, тем дешевле будет обходиться эксплуатация автомобиля. Критерием оценки топливной экономичности ПАСА служит количество топлива (в килограммах), необходимое для выполнения пробега 100 км снаряженного автомобиля, а также расход топлива в стационарных условиях в зависимости от величины отбираемой мощности.

Топливная экономичность ПАСА в большей степени зависит от типа и конструктивного исполнения двигателя, а также степени использования мощности двигателя, конструкции и КПД трансмиссии и технического состояния основных систем, агрегатов и узлов автомобиля.

В тесной связи с топливной экономичностью ПАСА находится его экологическая безопасность и способность при работе двигателя выделять определенное количество токсичных и канцерогенных веществ в отработавших газах: диоксида углерода, окислов азота и серы, альдегидов, углеродов и др.

Проблема вредного воздействия отработавших газов ПАСА на окружающую среду и здоровье человека сегодня имеет важное значение. Поэтому в этой главе топливная экономичность ПАСА будет рассматриваться совместно с его экологической безопасностью.

Не менее актуальна и проблема обеспечения безопасности движения ПАСА, которая зависит в большой степени от его устойчивости и управляемости.

**Управляемость** автомобиля - это его способность следовать положению управляемых колес.

**Устойчивость** автомобиля - это его способность противостоять заносу, скольжению и опрокидыванию.

Понятия управляемость и устойчивость автомобиля взаимосвязаны, так как они определяются в основном одними и теми же конструктивными параметрами, компоновкой размещения цистерны, пенобака, отсеков с ПТВ, особенностями рулевого управления и тормозной системы, характеристиками шин и параметрами подвески.

Известно, что увеличение момента инерции автомобиля относительно вертикальной оси, проходящей через центр тяжести, улучшает курсовую устойчивость автомобиля при прямолинейном движении, в то же время ухудшает его управляемость (динамическую поворачиваемость).

При этом для изменения направления движения автомобиля к рулевому управлению необходимо приложить большие усилия. Например, пожарные автолестницы и коленчатые подъемники, имеющие большой момент инерции вокруг вертикальной оси, характеризуются хорошей курсовой устойчивостью и сравнительно низкой динамической поворачиваемостью.

В связи с этим выбор параметров ПАСА, обеспечивающих для данного типа машин наилучшие характеристики устойчивости и управляемости, является компромиссной задачей, т. е. задачей оптимизации.

**Проходимость** автомобиля - это его способность преодолевать сложные участки пути (бездорожье, проселочные и скользкие дороги) без буксования ведущих колес и задевания за неровности дороги.

Проходимость особенно важна для ПАСА, которые могут работать в условиях бездорожья, в сельской местности (для пожарных аэродромных автомобилей, АГВТ и других типов ПАСА, предназначенных для решения задач по тушению пожаров, ликвидации аварий и катастроф в любых условиях).

Проходимость автомобиля оценивают по геометрическим и опорно-тяговым показателям. На проходимость влияют габаритные размеры автомобиля, его колея, база, а также расположение низших точек внешнего контура автомобиля.

Опорно-тяговые показатели, определяющие проходимость автомобиля, - это распределение веса по осям, количество ведущих колес, тип шин, рисунок протектора и т. д.

**Маневренность** автомобиля - его способность поворачиваться (маневрировать) на минимальной площади. Показателями маневренности являются минимальный радиус поворота наружного переднего колеса, ширина полосы движения при повороте. Наибольшей маневренностью обладают автомобили со всеми управляемыми колесами.

**Плавность хода** автомобиля - его способность двигаться по неровным дорогам без ударов и сотрясений кузова.

От плавности хода ПАСА в большой степени зависят средняя скорость движения, сохранность ПТВ, цистерны, кузова и других узлов, их долговечность, а также утомляемость водителя и боевого расчета. Плавность хода характеризуется амплитудой и частотой колебания кузова, величиной вертикальных ускорений.

Она зависит от типа и конструкции подвески, расположения центра тяжести автомобиля и от типа шин.

Для простоты изучения эксплуатационно-технические качества в этой главе рассматриваются отдельно друг от друга. В действительности эксплуатационно-технические качества тесно связаны между собой, и любое изменение конструктивных параметров значительно отражается на них. Например, стремление расположить ниже центр тяжести автомобиля с целью улучшения его устойчивости приводит к ухудшению проходимости.

Если максимальная скорость движения ПАСА зависит в основном от его динамических качеств, то на скользком покрытии дороги эта скорость ограничивается низкой устойчивостью против заноса, при движении на повороте - устойчивостью против опрокидывания, а на неровных дорогах - недостаточной плавностью хода.

Поэтому оценивать совершенство конструкции ПАСА следует не по одному какому-то отдельно взятому эксплуатационно-техническому качеству, а в комплексе всех указанных выше качеств.

**Общие сведения о силах, действующих на пожарный аварийно-спасательный автомобиль при его движении.**

Рассмотрим действие сил на автомобиль, движущийся с ускорением  $J$  в момент времени, когда скорость равна  $V$  на подъеме с уклоном дороги, определяемым углом  $\alpha$ . В данном случае на ПАСА действуют тяговые силы на ведущих колесах задней оси, нормальные реакции на колесах и силы сопротивления, показанные на рис. 22.1.

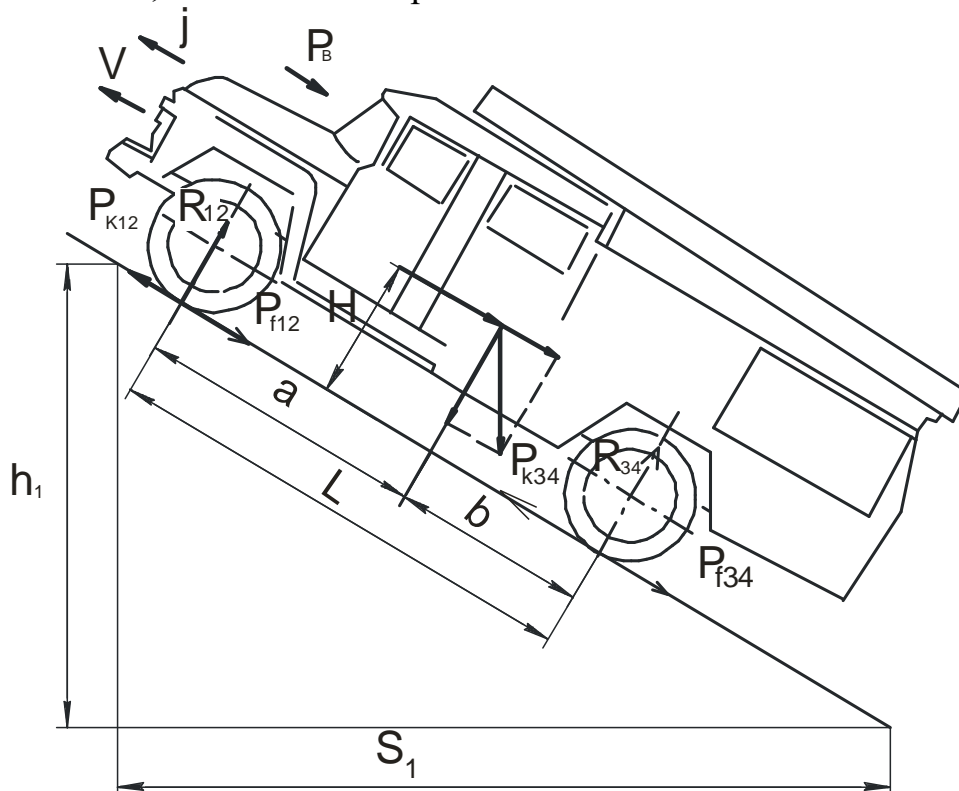


Рисунок 38.1. Схема 1 сил, действующих на движущийся ПАСА:

$P_{K12}$ ,  $P_{K34}$  - тяговая сила на ведущих колесах передней и задней оси;  $P_{f12}$ ,  $P_{f34}$  - сила сопротивления качению колес передней и задней оси;  $P_i$  - сила сопротивления подъему ПАСА;  $P_B$  - сила сопротивления воздуха;  $P_j$  - сила сопротивления разгону;  $R_{12}$ ,  $R_{34}$  - нормальные реакции на колесах передней и задней осей от действия веса автомобиля  $G$ ;  $V$  - скорость движения автомобиля;  $j$  - ускорение автомобиля;  $\alpha$  - угол подъема дороги

Для изучения этих сил необходимо подробнее рассмотреть такие параметры, как коэффициент полезного действия трансмиссии и радиусы эластичного колеса.

### Коэффициент полезного действия трансмиссии

При движении автомобиля эффективная мощность  $N_e$ , от двигателя передается к ведущим колесам через трансмиссию: сцепление, коробку передач, карданную передачу и ведущий мост. Часть мощности при этом затрачивается на преодоление трения между зубьями шестерен коробки передач, раздаточной коробки и ведущих мостов, в крестовинах карданных валов, в шариковых и роликовых подшипниках, а также на трение валов о сальники, шестерен о масло, разбрызгивание масла. В связи с этим мощность, которая подводится к ведущим колесам  $N_k$ , будет всегда меньше эффективной мощности  $N_e$  на величину потерь мощности на трение в трансмиссии  $N_T$ .

$$N_k = N_e - N_T, \text{ кВт}$$

Отношение величины мощности, подводимой к ведущим колесам  $N_k$ , к эффективной мощности двигателя  $N_e$  называется коэффициентом полезного действия трансмиссии  $\eta_{тр}$

$$\eta_{тр} = N_k / N_e,$$

Отсюда мощность на ведущих колесах будет равна, кВт

$$N_k = N_e \eta_{тр},$$

КПД отдельных агрегатов трансмиссии автомобиля определяются экспериментальным путем с помощью специальных стендов. Эти испытания показали, что потери мощности в сцеплении сравнительно малы и составляют менее 0,5 %.

КПД карданной передачи зависит от величины угла ее наклона относительно оси вала коробки передач и ведущей шестерни главной передачи. С увеличением угла наклона карданного вала КПД снижается.

КПД коробки передач зависит от значения передаточного числа. При включенной прямой передаче КПД максимальный - 0,97...0,98, а при и включении понижающих передач - снижается до 0,92...0,94.

КПД ведущего моста с одинарной главной передачей составляет 0,92...0,94, с двойной передачей - 0,9-0,92.

Величина потерь мощности в трансмиссии изменяется в большом диапазоне в зависимости от ряда условий движения автомобиля. С повышением скорости вращения деталей трансмиссии трение в сопряжениях возрастает. Увеличение крутящего момента, передаваемого трансмиссией к ведущим колесам, также приводит к росту потерь на трение. Отдельные неисправности в трансмиссии или разрегулировка некоторых узлов в ходовой части, тормозных механизмах могут привести к значительным потерям мощности (отсутствие или недостаточное количество масла в агрегатах, постоянное задевание колодок за тормозные барабаны, разрегулирование схождения управляемых колес, чрезмерная затяжка подшипников главной передачи и ступиц колес).

Таким образом, техническое состояние автомобиля оказывает большое влияние на величину КПД. Для ПАСА характерно значительное снижение

КПД по причине большой вязкости масла непрогретых агрегатов при следовании к месту вызова, особенно в зимний период.

По имеющимся данным, применение в агрегатах трансмиссии в зимний период летних сортов трансмиссионных масел приводит к снижению КПД почти в два раза. На основании изложенного выше можно сделать вывод: для получения высоких динамических и экономических качеств ПАСА необходимо своевременно и качественно выполнять его техническое обслуживание, добиваясь исправного состояния не только двигателя, но и всех агрегатов шасси, применять смазочные материалы в соответствии с картой смазки.

КПД трансмиссии в процессе эксплуатации изменяет свое значение. При выпуске заводом-изготовителем нового автомобиля его детали прирабатываются в сопряжениях, а значение  $\eta_{тр}$  первоначально имеет низкие величины. После обкатки автомобиля значение КПД несколько увеличивается и в течение определенного периода эксплуатации сохраняется постоянным. В результате износа деталей КПД постепенно снижается и дальнейшая эксплуатация автомобиля становится экономически нецелесообразной из-за больших потерь мощности.

Определить КПД трансмиссии автомобиля с учетом большого количества указанных выше факторов очень трудно, поэтому значение  $\eta_{тр}$  в расчетах принимается постоянным.

Значения механического КПД трансмиссии принимаются:

$\eta_{тр} = 0,9$  - для грузовых двухосных автомобилей с одинарной главной передачей и «колесной формулой» 4x2;

$\eta_{тр} = 0,88$  - для грузовых двухосных автомобилей с двойной главной передачей и «колесной формулой» 4x2;

$\eta_{тр} = 0,86$  - для грузовых двухосных автомобилей повышенной проходимости с «колесной формулой» 4x4;

$\eta_{тр} = 0,84$  - для грузовых трехосных автомобилей повышенной проходимости с «колесной формулой» 6x4;

$\eta_{тр} = 0,82$  - для грузовых трехосных автомобилей повышенной проходимости с «колесной формулой» 6x6.

#### **Радиусы эластичного колеса**

Колеса современных автомобилей имеют пневматические шины, характеризующиеся большой эластичностью. При движении автомобиля радиус такого колеса не остается постоянным и меняется в зависимости от нагрузки, скорости вращения и величины передаваемого крутящего момента. В теории автомобиля приняты следующие радиусы колес автомобиля.

**Свободный радиус колеса**  $r_c$  - это радиус наибольшего окружного сечения беговой дорожки колеса, находящегося в свободном, ненагруженном состоянии.

**Статический радиус колеса**  $r_{ст}$  - расстояние от опорной поверхности до оси неподвижного колеса, нагруженного вертикальной нагрузкой.

Величина  $r_{ст}$  зависит только от вертикальной нагрузки и давления в шине. С увеличением нагрузки или снижением давления воздуха в шине происходит уменьшение  $r_{ст}$ .

**Динамический радиус колеса**  $r_d$  - это расстояние от опорной поверхности до центра катящегося колеса. Величина динамического радиуса зависит не только от давления воздуха в шине и вертикальной нагрузки, но также и от скорости вращения колеса и значения передаваемого крутящего момента. С повышением скорости вращения происходит увеличение центробежных сил, под действием которых происходит растягивание шины в радиальном направлении и увеличение  $r_d$ . С увеличением передаваемого крутящего момента происходит скручивание шины в окружном направлении и уменьшение  $r_d$ .

**Радиусом качения колеса**  $r_k$  называется радиус такого условно недеформируемого кольца, которое имеет с колесом одинаковую угловую и линейные скорости. Учитывая сложность расчета радиуса качения колеса  $r_k$  и указанные выше факторы, принято определять его величину в зависимости от радиуса шины в свободном состоянии  $r_c$  и экспериментального коэффициента ее деформации

$$r_k = \lambda r_c.$$

На основании экспериментальных исследований значение коэффициента деформации шины  $\lambda$  принимается равным 0,89.. 0,9.

Радиус шины в свободном состоянии определяется на основании размеров, указанных на боковине покрышки.

В обозначении шин обычного профиля для грузовых автомобилей размеры указываются в дюймах или миллиметрах.

Например: 260-508(9.00-20), где первая цифра - ширина профиля  $B$ , а вторая - диаметр обода колеса  $A$ . Принимается, что ширина профиля шины равна высоте профиля. При обозначении размеров шины в дюймах свободный радиус  $r_c$  определяется по формуле

$$r_c = \frac{25,4(A + 2B)}{2 \cdot 1000}, \text{ м,}$$

где  $B$ ,  $A$  - соответственно ширина профиля и диаметр обода колеса в дюймах;

$r_c$  - свободный радиус колеса в метрах.

При обозначении размеров шины в миллиметрах свободный радиус  $r_c$  определяется по формуле

$$r_c = \frac{(A + 2B)}{2 \cdot 1000}, \text{ м.}$$

### **Тяговая сила на ведущих колесах пожарного аварийно-спасательного автомобиля. силы сопротивления движению**

При движении автомобиля мощность  $N_e$ , и крутящий момент  $M_e$ , развиваемые двигателем, передаются через трансмиссию к ведущим колесам. Крутящий момент  $M_e$  двигателя изменяется в коробке передач,

раздаточной коробке и главной передаче пропорционально их передаточным числам  $u$ . Часть мощности и крутящего момента теряется на трение в трансмиссии. С учетом этих факторов крутящий момент на ведущем колесе  $M_k$  определяется по формуле, Нм

$$M_k = M_e u_k u_{PK} u_o \eta_{TP} = M_e u_{TP} \eta_{TP},$$

где  $u_k$ ,  $u_{PK}$ ,  $u_o$  - передаточные числа соответственно коробки передач, раздаточной коробки и главной передачи.

Имея значение момента  $M_k$ , можно определить величину тяговой силы  $P_k$  на ведущих колесах, Н

$$P_k = \frac{M_k}{r_k} = \frac{M_e u_{TP} \eta_{TP}}{r_k},$$

С учетом значений свободного радиуса  $r_c$  и коэффициента деформации шины тяговая сила  $P_k$  будет равна

$$P_k = \frac{M_e u_{TP} \eta_{TP}}{r_c \lambda}, \text{ Н}$$

Исходя из жесткой кинематической связи коленчатого вала двигателя с ведущими колесами, скорость автомобиля можно определить по формуле

$$V_A = \frac{2\pi r_c \lambda n_k \cdot 60}{1000}, \text{ км/ч}$$

где  $n_k$  - число оборотов в минуту ведущего колеса.

$\lambda$  - коэффициент деформации шины.

С учетом передаточных чисел агрегатов трансмиссии (коробки передач, раздаточной коробки и главной передачи) скорость автомобиля определяется по формуле

$$V_A = 0,377 \frac{r_c \lambda n}{u_{кп} u_p u_o}, \text{ км/ч}$$

где  $n$  - частота вращения коленчатого вала,  $\text{мин}^{-1}$ .

Каждому режиму работы двигателя при определенном значении открытия дроссельной заслонки карбюратора и величине частоты вращения коленчатого вала  $n$  соответствует определенное значение тяговой силы на ведущих колесах  $P_k$  и скорость движения автомобиля  $V_A$ .

При движении автомобиля предельное значение тяговой силы на ведущем колесе ограничивается **силой сцепления шины колеса с дорогой**. Сила сцепления колеса с дорогой - это предельное значение тягового усилия, которое можно реализовать по сцепным свойствам колеса с поверхностью дороги без заноса.

Предельное значение силы сцепления ведущих колес автомобиля с дорогой  $P_{сц}$  можно определить по формуле, Н

$$P_{сц} = \phi \sum R,$$

где  $\phi$  - коэффициент сцепления;

$\sum R$  - сумма нормальных реакций ведущих колес, Н.

С целью увеличения силы сцепления применяются ПАСА с базовым шасси повышенной или высокой проходимости.

Величина коэффициента сцепления зависит от типа и состояния дорожного покрытия, рисунка и степени износа протектора, давления в шинах, нагрузки на колесах, скорости движения, температурных условий, процента проскальзывания колеса и многих других факторов.

Тип и состояние дорожного покрытия оказывают основное воздействие на значение коэффициента  $\phi$ . Поэтому значение  $\phi$  приводится в зависимости от типа и состояния дорожного покрытия.

К основным факторам, влияющим на величину  $\phi$ , можно отнести удельное давление, которое зависит от давления воздуха в шине и нагрузки на колесо, а также рисунка протектора. Эти факторы обеспечивают выдавливание в стороны, прорыв пленки жидкости и грязи на дорожном покрытии для обеспечения надежного контакта и увеличения сцепления колеса с дорогой. На пожарных автоцистернах на базовом шасси ГАЗ-66, ЗиЛ-131 и Урал-375 предусмотрена централизованная система регулирования давления воздуха в шинах, которая позволяет повышать сцепление колеса с дорогой.

В зависимости от направления скольжения колес различают коэффициенты продольного  $\phi_x$  и поперечного  $\phi_y$  сцепления.

В качестве условия движения колеса без продольного и поперечного скольжения необходимо соблюдать следующее условие:

$$\phi \cdot R \geq \sqrt{X_n^2 + Y_n^2},$$

где  $T_n = \sqrt{X_n^2 + Y_n^2}$  - значение горизонтальной реакции, которое разлагается на две составляющие:

$X_n$  - горизонтальной реакции вдоль оси по направлению вращения колеса и  $Y_n$  - горизонтальной реакции в поперечном (боковом) направлении, Н.

Если автомобиль движется при отсутствии поперечных сил  $Y_n$ , то коэффициент  $\phi_x$  повышается. С увеличением проскальзывания шины по дороге коэффициент  $\phi_x$  первоначально возрастает. С увеличением проскальзывания свыше 20 % значение  $\phi_x$  начинает неуклонно падать.

Значения коэффициента сцепления  $\phi$  в зависимости от типа, состояния покрытия дороги, величины давления в шине показаны в табл. 38.1.

Таблица 38.1- Значения коэффициента сцепления в зависимости от типа, состояния покрытия дороги, величины давления в шине

Дорожное покрытие	Состояние покрытия	Давление в шине		
		Высокое	Низкое	Регулируемое
Асфальт, бетон	Сухое	0,5-0,7	0,7-0,8	0,7-0,8
	Мокрое	0,35-0,45	0,45-0,55	0,5-0,6



Щебеночное	Сухое	0,5-0,6	0,6-0,7	0,6-0,7
	Мокрое	0,3-0,4	0,4-0,5	0,4-0,55
Грунтовое (кроме суглинка)	Сухое	0,4-0,5	0,5-0,6	0,5-0,6
	Увлажненное	0,2-0,4	0,3-0,45	0,35-0,5
	Мокрое	0,15-0,25	0,25-0,35	0,2-0,3
Песок	Сухое	0,2-0,3	0,22-0,4	0,2-0,3
	Влажное	0,35-0,4	0,4-0,5	0,4-0,5
Суглинок	Сухое	0,4-0,5	0,4-0,55	0,4-0,5
	В пластическом состоянии	0,2-0,4	0,25-0,4	0,3-0,45
Снег	Рыхлое	0,2-0,3	0,2-0,4	0,2-0,4
	Укатанное	0,15-0,2	0,2-0,25	0,3-0,5
Любое	Обледенелое	0,08-0,15	0,1-0,2	0,05-0,1

### Сопротивление качению

При качении колеса автомобиля, нагруженного вертикальной силой, происходит деформация шины и дороги. Шина, катящаяся по мягкой поверхности дороги (грунт, снег), деформирует ее, перемещая и уплотняя отдельные слои, образуя колею, на что требуется затратить определенную мощность.

Если автомобиль движется по дороге с твердым покрытием (асфальтобетонное), деформация которого практически отсутствует, то мощность расходуется только на преодоление внутреннего трения в шине.

При движении автомобиля участок боковины шины, находящийся в контакте с покрытием дороги, будет деформироваться с возникновением между отдельными его слоями трения и выделением теплоты, рассеивающейся в окружающую атмосферу. Величина потерь энергии на внутреннее трение зависит от конструктивного исполнения шины. Работа, затрачиваемая на деформацию шины, не возвращается в полном объеме при последующем нахождении ее в свободном состоянии.

Если замерить величины деформации шины  $h$  под действием увеличивающейся вертикальной нагрузки  $G_K$ , то можно получить зависимость, показанную на рис. 28.2 в.

Эта зависимость выражена линией  $0-a-b$ . С уменьшением нагрузки тем же деформациям соответствуют меньшие величины нагрузок (линия  $b-c-d$ ). Площадь петли  $0-b-d$  фактически является работой, затраченной на необратимые потери в шине в результате внутреннего трения.

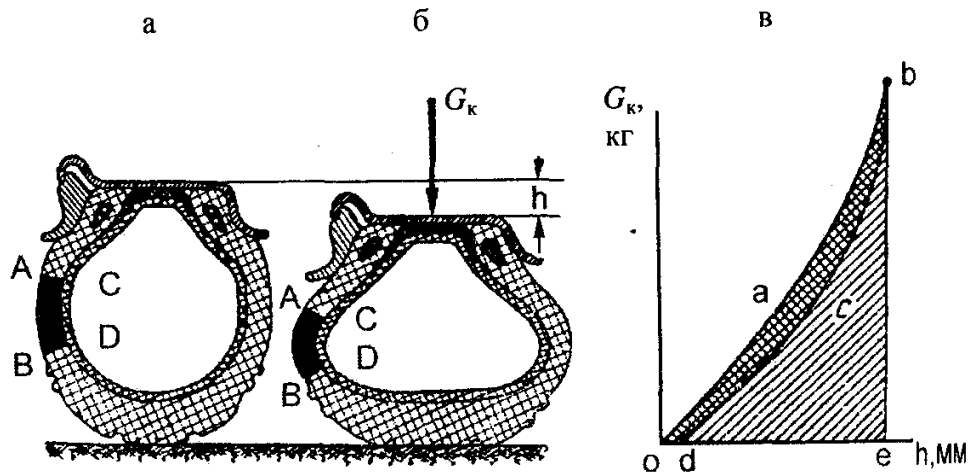


Рисунок 38.2. Потери в шине на внутреннее трение при деформации

При качении эластичного колеса по твердому покрытию дороги возникающие деформации в передней части контакта шины с дорогой увеличиваются значительно больше, чем в задней части. Следовательно, и работа, затраченная на деформацию шины в передней части контакта 1-2 (рис. 38.3 а), будет больше, чем на участке 2-3. В результате данного распределения сил и деформаций линия действия равнодействующей  $R_n$  нормальных реакций, которая равна по величине  $G_k$ , смещается от вертикального диаметра колеса вперед на величину  $a$ .

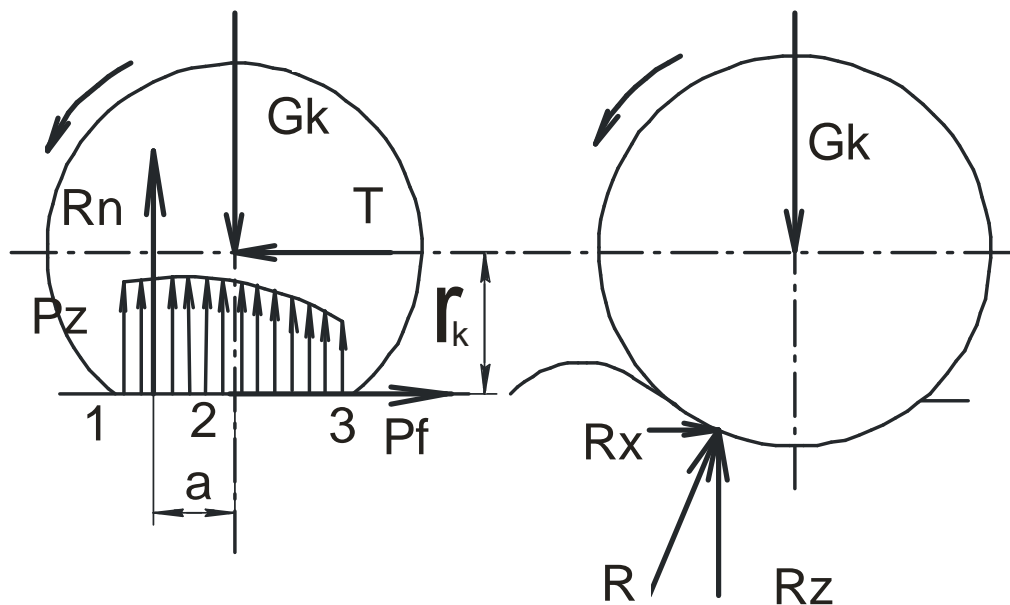


Рисунок 38.3 - Схема сил, действующих на автомобильное колесо при качении:

а - при движении по твердой дороге; б - по мягкому грунту

От такого смещения возникает пара сил  $R_n$  и  $G_k$ , создающая момент  $R_n a$ , который противодействует качению колеса.

Для обеспечения равномерного качения колеса к нему необходимо приложить толкающую силу  $T$ , которая совместно с горизонтальной

реакцией силы сопротивления качению колеса  $P_f$ , образует пару сил с моментом этой пары, равным  $P_f r_k$ .

Из условия равновесия колеса и равенства действующих моментов определим величину сопротивления качению  $P_f$

$$R_n a = P_{fk} r_k, \text{ Нм}$$

Откуда

$$P_{fk} = R_n \frac{a}{r_k}, \text{ Н}$$

Отношение  $a/r_k$  называется **коэффициентом сопротивления качению** и обозначается буквой  $f$ . Сила сопротивления качению колес ПАСА является суммой сил сопротивления качению  $P_{fk}$  всех колес

$$P_f = \sum P_{fk} = \sum f R_n$$

где  $n$  - число колес автомобиля.

Значения коэффициентов сопротивления качению  $f$  для ведущих и ведомых колес отличаются незначительно. С учетом этого допущения величину силы сопротивления качению колес ПАСА по горизонтальному участку дороги можно определить по формуле

$$P_f = f \sum R_n = f G_a, \text{ Н}$$

При движении ПАСА на подъем с продольным уклоном дороги, равным углу  $\alpha$ , величину  $P_f$  можно рассчитать по следующему выражению:

$$P_f = f G_a \cos \alpha, \text{ Н}$$

При движении автомобиля по деформируемой дороге (мягкий грунт, уплотненный снег) сопротивление качению колеса создается в основном за счет затраты энергии на деформацию грунта (создание колеи) и на преодоление сил трения между колесом и покрытием дороги.

Значение коэффициента сопротивления качению зависит от многих факторов: типа и состояния дорожного покрытия, конструкции шин и давления воздуха в них, скорости движения автомобиля и других. Коэффициент  $f$  незначительно изменяется при скорости движения до 60...80 км/ч, но с дальнейшим увеличением скорости его величина начинает заметно возрастать.

Коэффициент  $f$  изменяется незначительно в зависимости от величины вертикальной нагрузки. С ростом крутящего момента  $f$  незначительно увеличивается из-за деформации шины не только в вертикальном направлении, но и по окружности.

При максимальных значениях крутящего момента происходит пробуксовывание протектора по дороге, и на трение в этом случае затрачивается дополнительная мощность с увеличением коэффициента  $f$ .

При движении автомобиля на неровной дороге коэффициент  $f$  значительно увеличивается из-за большой деформации шин на неровностях и нагрева. С увеличением скорости движения коэффициент  $f$  также возрастает с возможным повреждением корда шины. Этот режим форсированного движения характерен для ПАСА.

Сила сопротивления качению возрастает при большом наклоне колес к вертикали (развал передних колес), а также при увеличенном или уменьшенном их схождении.

Значение коэффициента  $f$  при движении автомобиля по мягкому грунту зависит от эластичности шины или давления воздуха в ней, прочности грунта. Чем мягче покрытие, тем эластичнее должна быть шина для сокращения затрат мощности на создание колеи.

### Сопротивление подъему

Автомобильные дороги практически не имеют горизонтальных участков большой протяженности. Чаще всего они состоят из чередующихся подъемов и спусков. Крутизну подъема или спуска можно характеризовать величиной угла  $\alpha$  в градусах или величиной уклона дороги  $i$ .

Величину уклона  $i$  можно представить как отношение превышения  $h_i$ , к заложению  $S_i$ , в сотых долях или процентах.

Автомобильные дороги с твердым покрытием имеют сравнительно небольшие углы подъема или спуска, не превышающие  $4-5^\circ$ . Для таких небольших углов можно принять с незначительными погрешностями, что  $\sin\alpha \approx \operatorname{tg}\alpha$ , показав зависимость между уклоном  $i$  и углом  $\alpha$  в другом виде:

$$i = \operatorname{tg}\alpha.$$

Если автомобиль движется на подъеме, то силу веса  $G_a$  можно разложить на две составляющие: силу, направленную параллельно дороге  $G_a \sin\alpha$  и силу, направленную перпендикулярно ей,  $G_a \cos\alpha$ .

Сила  $G_a \sin\alpha$  называется силой сопротивления подъему и обозначается  $P_i$ . При малых значениях углов уклона силу сопротивления подъему  $P_i$  можно определить по формуле

$$P_i = G_a \sin\alpha = G_a \operatorname{tg}\alpha = G_a i, \text{ Н}$$

При движении автомобиля на спуске направление силы  $P_i$  совпадает с направлением тяговой силы. В этом случае сила  $P_i$  не является силой сопротивления, а складывается с тяговой силой, помогая движению автомобиля.

Сила сопротивления качению  $P_f$  при движении на подъеме или спуске равна  $G_a f \cos\alpha$ , по величине она незначительно меньше, чем при движении по горизонтальному участку дороги. Для малых углов можно принять  $\cos\alpha = 1$ . Рассматривая величины коэффициента  $f$  и уклона  $i$ , можно сделать вывод, что сумма  $f + i$  характеризует качество дороги, а сумма  $P_f$  и  $P_i$  представляет суммарное сопротивление дороги  $P_\psi$ ,

$$P_\psi = P_f \pm P_i, \text{ Н}$$

При движении на подъеме берется знак «+», а на спуске знак «-».

Подставляя в формулу значения  $P_f$  и  $P_i$ , получим формулу

$$P_\psi = G_a f \cos\alpha \pm G_a \sin\alpha = G_a (f \cos\alpha \pm \sin\alpha), \text{ Н}$$

Выражение  $(f \cos\alpha \pm \sin\alpha)$  называют коэффициентом суммарного сопротивления дороги  $\psi$ .

Если учесть приведенную выше зависимость между углом  $\alpha$  и уклоном дороги  $i$ , то можно представить коэффициент суммарного сопротивления дороги  $\psi$  в виде следующего равенства:

$$\psi = (f \cos \alpha \pm \sin \alpha) \approx f \pm i,$$

а силу суммарного сопротивления дороги  $P_\psi$ , равной, Н:

$$P_\psi = G_a \psi.$$

Сопротивление качению автомобиля всегда действует совместно с сопротивлением подъему, поэтому в практических расчетах коэффициент  $\psi$ , учитывающий влияние обоих факторов на движение ПАСА, имеет важное значение.

### Сила сопротивления воздуха

При движении автомобиля происходит перемещение частиц воздуха, на что расходуется часть мощности двигателя. Затраты мощности на преодоление сопротивления воздуха складываются из следующих составляющих:

а) лобового сопротивления, возникающего из-за создания кинетической энергии движущихся слоев воздуха перед автомобилем, преодоления разрежения и образования вихревых потоков позади автомобиля;

б) сопротивления, вызываемого трением наружных поверхностей автомобиля о близлежащие слои воздуха.

Существенное влияние на величину силы сопротивления воздуха оказывает первая составляющая, а значение трения наружных поверхностей - незначительно.

Чтобы упростить расчеты по определению сопротивления воздуха, которое распределено по всей поверхности автомобиля, вводится сосредоточенная сила сопротивления воздуха  $P_B$ , точка приложения которой называется **центром парусности автомобиля**.

С помощью экспериментальных исследований установлено, что силу сопротивления воздуха можно определить по формуле, Н:

$$P_B = K_O F V_A^2,$$

где  $K_O$  - коэффициент сопротивления воздуха (коэффициент обтекаемости, зависящий от формы и качества поверхности автомобиля, определяется в  $(\text{Н с}^2/\text{м}^4)$ );

$F$  - лобовая площадь автомобиля,  $\text{м}^2$ ;

$V_A$  - скорость автомобиля,  $\text{м/с}$ .

**Коэффициент обтекаемости  $K_O$**  - это сила сопротивления воздуха в ньютонах, создаваемая на  $1 \text{ м}^2$  лобовой площади автомобиля при движении его со скоростью  $1 \text{ м/с}$ .

Коэффициент обтекаемости  $K_O$  определяется экспериментально продувкой автомобиля в аэродинамической трубе.

Для ПАСА на шасси грузовых автомобилей значение  $K_O$  принято равным  $K_O = 0,5 \dots 0,6 (\text{Н с}^2/\text{м}^4)$ , для легковых  $K_O = 0,2 \dots 0,35 (\text{Н с}^2/\text{м}^4)$ ,

для автобусов  $K_O = 0,4 \dots 0,5 (\text{Н с}^2/\text{м}^4)$ .

Как видно из приведенных значений  $K_0$ , лучшая обтекаемость имеется у легковых автомобилей и худшая - у грузовых.

С целью улучшения обтекаемости автомобиля его ветровое стекло выполняется наклонным, выступающие части (подножки, крылья) установлены заподлицо с общими очертаниями кузова ПАСА.

**Лобовая площадь**  $F$  автомобиля - это площадь его проекции на плоскость, перпендикулярную продольной оси автомобиля. Точные расчеты по определению лобовой площади требуют проведения обмеров и вычерчивания наружного контура автомобиля, что сопряжено с большими трудностями. Лобовую площадь можно определить по чертежам общего вида ПАСА. Если точные размеры автомобиля отсутствуют, то лобовую площадь ПАСА можно вычислить по формуле

$$F=ВН,$$

где  $В$  - колея, м;

$Н$  - габаритная высота ПАСА, м.

Любая площадь, вычисленная по этой формуле, дает погрешности в пределах до 10... 15 %. Это в большей степени относится к пожарным автоцистернам, величина погрешности которых может превышать 15 % из-за установленных в верхней части автомобиля на кронштейнах пеналов для всасывающих рукавов и трехколенной лестницы.

### Сила инерции

Сила, которую необходимо приложить к автомобилю, чтобы он получил поступательное ускоренное движение, зависит от его массы и величины ускорения

$$P_j = m_a j_a = \frac{G_a j_a}{g}, \text{ Н}$$

где  $m_a$  - масса автомобиля, кг;

$j_a$  - ускорение автомобиля,  $\text{м/с}^2$ .

$G_a$  - вес автомобиля, Н;

$g$  - ускорение силы тяжести ( $g=9,81 \text{ м/с}^2$ ).

При разгоне автомобиля часть тяговой силы  $P_K$  затрачивается на ускорение вращающихся деталей: колес, маховика, шестерен, дифференциала и др.

Энергия, которая затрачивается на разгон самого автомобиля и дополнительно на раскручивание колес, маховика и других деталей, будет всегда больше энергии, необходимой только для разгона автомобиля, все детали которого движутся только поступательно, что учитывается коэффициентом учета вращающихся масс  $\delta_a$ :

$$\delta_a = \frac{P_{\Pi} + P_{BP}}{P_{\Pi}} = \frac{1 + P_{BP}}{P_{\Pi}},$$

$P_{\Pi}$  - сила, необходимая для разгона поступательно движущегося автомобиля, Н;

$P_{BP}$  – сила, необходимая для ускоренного движения вращающихся деталей, Н

Коэффициент  $\delta_a$  учитывает только вращение массы колес автомобиля и маховика двигателя. Влияние остальных вращающихся масс не учитывается ввиду малой величины их момента инерции. Тогда суммарная сила сопротивления разгону определяется

$$P_j = m_a j_a \delta_a = \frac{G_a j_a \delta_a}{g}.$$

Для ускоренного вращения тела вокруг оси необходимо приложить крутящий момент, величина которого рассчитывается по формуле

$$M = J\varepsilon,$$

где  $J$  - момент инерции детали вокруг оси вращения, Нмс<sup>2</sup>;

$\varepsilon$  - угловое ускорение тела, 1/с<sup>2</sup>.

Крутящий момент  $M_M$ , который необходимо приложить для разгона маховика двигателя, будет равен

$$M_M = J_M \varepsilon_M.$$

Тогда сила (Н), необходимая для разгона маховика, приведенная к оси всех колес автомобиля, будет определяться по формуле

$$P' = \frac{J_M \varepsilon_M u_k u_0 \eta_{TP}}{r_0 \lambda},$$

Сила (Н), которая необходима для ускоренного вращения колес автомобиля, будет равна

$$P'' = \frac{\sum J_k \varepsilon_k}{r_0 \lambda},$$

где  $\sum J_k$  - сумма моментов инерции всех колес автомобиля, Н-м-с<sup>2</sup>;  $\varepsilon_k$  - угловое ускорение колес, 1/с<sup>2</sup>.

Складывая значения сил, получим суммарную силу (Н), которая затрачивается на разгон вращающихся масс, Н:

$$P_{BP} = P' + P'' = \frac{J_M \varepsilon_M u_k u_0 \eta_{TP} + \sum J_k \varepsilon_k}{r_0 \lambda}.$$

Если ускорение поступательного движения автомобиля выразить через угловое ускорение колес и их радиус, то сила (Н), затрачиваемая на поступательное движение, будет равна

$$P_{II} = \frac{G_a j_a}{g} = \frac{G_a \varepsilon_k r_0 \lambda}{g}, \text{ Н.}$$

Значение углового ускорения маховика  $\varepsilon_M$  можно выразить через угловое ускорение колес автомобиля с учетом передаточных чисел трансмиссии

$$\varepsilon_M = \varepsilon_k u_k u_0, \text{ 1/с}^2.$$

Подставляя значение  $\varepsilon_M$ , получим силу (Н), которая прилагается для разгона вращающихся масс, приведенную к оси всех колес автомобиля

$$P_B = \frac{J_M \varepsilon_M u_K^2 u_o^2 \eta_{TP} + \sum J_K \varepsilon_K}{r_0 \lambda}.$$

Подставляя значения  $P_{II}$  и  $P_B$ , можно определить коэффициент учета вращающихся масс

$$\delta_a = 1 + \frac{P_B}{P_{II}} = 1 + \frac{(J_M \varepsilon_M u_K^2 u_o^2 \eta_{TP} + \sum J_K \varepsilon_K) g}{G_a \varepsilon_K r_0^2 \lambda^2}.$$

Сделав преобразования и сократив угловое ускорение колес  $\varepsilon_K$ , получим

$$\delta_a = 1 + \frac{J_M u_K^2 u_o^2 \eta_{TP} + \sum J_K}{m_a r_0^2 \lambda^2}.$$

Подставляя значение  $\delta_a$ , определим суммарную силу сопротивления разгону автомобиля

$$P_j = m_a j_a \delta_a = m_a j_a \left( 1 + \frac{J_M u_K^2 u_o^2 \eta_{TP} + \sum J_K}{m_a r_0^2 \lambda^2} \right).$$

Определенные трудности имеются по нахождению величин моментов инерции колес и маховика.

Если моменты инерции определить не представляется возможным, то для аварийно-спасательных автомобилей на грузовых базовых шасси коэффициент учета вращающихся масс можно приближенно определить по эмпирической формуле

$$\delta = 1,05 + 0,07 u_K^2.$$

Принимается, что сила инерции  $P_j$  автомобиля прилагается в его центре тяжести. При ускоренном движении автомобиля направление силы инерции противоположно направлению движения, а при замедленном - совпадает.

### Нормальные реакции на колесах автомобиля

При стоянке автомобиля на горизонтальном участке дороги на колеса передней и задней осей действуют нормальные реакции  $R_{12}$  и  $R_{34}$ .

Вес автомобиля  $G_a$  принимаем сосредоточенным в центре тяжести  $O$ . Часть веса автомобиля, приходящаяся на колеса передней оси, будет равна  $G_1$ , а на колеса задней оси –  $G_2$ . Исходя из условий равновесия автомобиля, получим:

$$G_1 = G_a \frac{b}{L}, \text{ Н} \quad G_2 = G_a \frac{a}{L}, \text{ Н}$$

где  $a$  и  $b$  - расстояния от центра тяжести автомобиля (точка  $O$ ) до передней и задней осей, м;

$L$  - база автомобиля, м.

Нагрузки  $G_1$  и  $G_2$ , которые воспринимаются дорогой, вызывают появление нормальных реакций  $R_{12}$  и  $R_{34}$  на колесах передней и задней осей:

$$R_{12} = G_1 = G_a \frac{b}{L}, \text{ Н}; \quad R_{34} = G_2 = G_a \frac{a}{L}, \text{ Н}$$



Величины  $a$  и  $b$ , характеризующие расположение центра тяжести на продольной оси автомобиля, можно определить попеременным взвешиванием на весах с установкой сначала колес передней оси, а затем - задней.

Определив на весах величины  $G_1$  и  $G_2$  и замерив величину базы автомобиля  $L$ , рассчитаем параметры  $a$  и  $b$  по формулам:

$$a = \frac{G_{34}}{G_{12} + G_{34}} L = \frac{G_{34}}{G_a} L, \text{ м}; \quad b = \frac{G_{12}}{G_{12} + G_{34}} L = \frac{G_{12}}{G_a} L, \text{ м}$$

В процессе проектирования нового ПАСА очень важно знать высоту его центра тяжести, которая рассчитывается по выражению:

$$h_a = \frac{G_{ш} h_{ш} + G_{ц} h_{ц} + G_{к} h_{к} + G_{кбр} h_{кбр} + G_{ов} h_{ов} + G_{по} h_{по} + \rightarrow}{G_{ш} + G_{ц} + G_{к} + G_{кбр} + G_{ов} + G_{по} + \sum G_{пТВ} + G_{дтр} + \rightarrow} \rightarrow \frac{\sum (G_{пТВ} h_{пТВ}) + G_{дтр} h_{дтр} + G_{нст} h_{нст}}{G_{нст}}$$

где  $G_{ш}$ ,  $G_{ц}$ ,  $G_{к}$ ,  $G_{кбр}$ ,  $G_{ов}$ ,  $G_{по}$ ,  $\sum G_{пТВ}$ ,  $G_{дтр}$ ,  $G_{нст}$  - соответственно вес базового шасси, цистерны, кузова, кабины боевого расчета, огнетушащих веществ (в цистерне), пенобака с пенообразователем, ПТВ, дополнительной трансмиссии, насосной установки;

$h_{ш}$ ,  $h_{ц}$ ,  $h_{к}$ ,  $h_{кбр}$ ,  $h_{ов}$ ,  $h_{по}$ ,  $h_{пТВ}$ ,  $h_{дтр}$ ,  $h_{нст}$  - соответственно высота центра тяжести базового шасси, цистерны, кузова, кабины боевого расчета, огнетушащих веществ (в цистерне), пенобака с пенообразователем, ПТВ, дополнительной трансмиссии, насосной установки.

Вес базового шасси и высота его центра тяжести определяются из технической характеристики, представляемой заводом-изготовителем.

В процессе проектирования подставляются значения величин веса каждого специального агрегата, устанавливаемого на базовое шасси, и высоты центра тяжести каждого агрегата.

Каждый вид ПТВ, укладываемый в отсеках, кабине боевого расчета, на крыше автомобиля должен учитываться при определении высоты центра тяжести. Поэтому в числитель формулы подставляется сумма произведений веса каждого вида ПТВ на высоту его центра тяжести.

При компоновке ПАСА необходимо обеспечивать предельно равное распределение веса, приходящегося на колеса каждой оси:  $G_1=G_2$ ;  $G_3=G_4$ , что соответственно обеспечивает равенство суммы весов на колесах правого и левого бортов автомобиля:

$$G_1 + G_3 = G_2 + G_4.$$

Условие является основным требованием при компоновке ПАСА. В связи с этим весьма актуальна проблема не только монтажа и размещения специальных агрегатов и ПТВ в процессе проектирования и изготовления нового ПАСА, но и переоборудования автомобиля с перекладкой ПТВ в подразделении МЧС.

При этом происходит неравное распределение веса между колесами каждой оси, что приводит к ухудшению эксплуатационных свойств ПАСА: снижается максимальная скорость движения, устойчивость против заноса и опрокидывания при движении на повороте и торможении.

Известно, что в каждом подразделении МЧС, в зависимости от пожарной опасности охраняемого района, технологических процессов объектов, предприятий, возникает необходимость в переоборудовании ПАСА дополнительным ПТВ или его перестановкой.

Такое переоборудование должно выполняться только после согласования с технической службой и последующим взвешиванием ПАСА на весах. Экспериментально взвешивается каждое колесо автомобиля с определением  $G_1, G_2, G_3, G_4$ .

Взвешивание автомобиля с установкой на весы колес левого и заднего бортов не всегда может дать правильную информацию о симметричном размещении веса между колесами каждой оси.

Например, при диагональном перераспределении веса на колесах передней и задней осей такое взвешивание может дать равенство весов на колесах левого и правого бортов ПАСА.

Допущенная ошибка при данном взвешивании может привести к сравнительно большой разности весов между колесами отдельной оси, что приводит к значительному снижению устойчивости ПАСА против заноса при торможении, ухудшению его управляемости.

Порядок взвешивания ПАСА с установкой каждого колеса автомобиля на весы должен быть следующим. Перед взвешиванием ПАСА полностью укомплектовывается ПТВ, заправляется огнетушащими средствами, топливом. При отсутствии боевого расчета в кабинах водителя и боевого расчета укладываются балластные мешки. Взвешивание должно выполняться с обеспечением горизонтальной опорной поверхности колес ПАСА при нейтральном положении рычага коробки передач и расторможенных колесах.

Взвешивание ПАСА необходимо выполнять при въезде на весы каждого колеса одного борта автомобиля передним ходом, затем задним ходом с определением веса, приходящегося на каждое колесо. Затем автомобиль въезжает на весы каждым колесом другого борта передним и задним ходом. С целью более точного определения развесовки колес автомобиль разворачивается с полным повторением процесса взвешивания на весах.

Таким образом, взвешивание каждого колеса автомобиля выполняется четыре раза с расчетом средней величины веса, приходящегося на каждое колесо  $G_1, G_2, G_3, G_4$ . Завершающим этапом должно быть взвешивание всего автомобиля с определением  $G$ .

При правильно выполненном взвешивании должно соблюдаться равенство

$$G = G_1 + G_2 + G_3 + G_4.$$

Методом взвешивания ПАСА можно определить высоту его центра тяжести  $h_a$ . Для этого на весы устанавливается автомобиль передними или задними колесами.

Вторая часть автомобиля поднимается на угол  $\alpha_{\Pi}$ , который должен быть не более  $6...8^\circ$ .

В процессе взвешивания автомобиля рычаг переключения передач должен быть в нейтральном положении, а колеса должны быть расторможены. Определяются вес, приходившийся на колеса ПАСА в наклонном  $G_{(1,2)H}$  или  $G_{(3,4)H}$  а также горизонтальном  $G_{12}$  и  $G_{34}$  положениях, величина угла наклона  $\alpha_{\Pi}$  и  $r_{CT}$ .

Подставляя полученные данные в формулу, можно получить значение высоты центра тяжести ПАСА

$$h_a = r_{CT} + \frac{\Delta R L}{G_a} \operatorname{ctg} \alpha_{\Pi}.$$

где  $\Delta R = G_{(1,2)H} - G_{12}$  - при установке на весах колес передней оси;

$\Delta R = G_{(3,4)H} - G_{34}$  - при установке на весах колес задней оси

Нормальные составляющие реакции дороги (нормальные реакции), действующие на колеса автомобиля, постоянно изменяются по величине в процессе движения.

Для определения этого перераспределения нормальных реакций автомобиля при неравномерном движении составим систему уравнений:

$$\sum M_0 = O_1 R_{12} L + P_B h_a + P_i h_a + P_j h_a - G_a \cos \alpha h_a = 0.$$

$$\sum F_Z = 0; R_{12} + R_{34} - G_a \cos \alpha = 0.$$

Выполнив преобразования этих уравнений, определим значения **коэффициентов перераспределения нормальных реакций** колес передней  $\lambda_{12}$  и задней  $\lambda_{34}$  осей:

$$\lambda_{12} = \frac{R_{12}}{z_{12}} = \cos \alpha - \left( \frac{K_B F V_a^2}{G_a} + \sin \alpha + \delta \frac{j}{g} \right) \frac{h_a}{b};$$

$$\lambda_{34} = \frac{R_{34}}{z_{34}} = \cos \alpha - \left( \frac{K_B F V_a^2}{G_a} + \sin \alpha + \delta \frac{j}{g} \right) \frac{h_a}{a}.$$

где при подъеме и разгоне автомобиля  $\alpha > 0$ ;  $j > 0$ , а при спуске и торможении  $\alpha > 0$ ;

$$j < 0.$$

Из анализа формул видно, что при движении на подъеме и разгоне происходит увеличение нагрузки на заднюю ось и соответственно уменьшение - на переднюю ось. При движении на спуске и торможении автомобиля происходит обратный процесс перераспределения нормальных реакций. Из формул видно влияние на значение  $\lambda_{12}$  и  $\lambda_{34}$  высоты центра тяжести и распределения его вдоль продольной оси.

При спуске и торможении увеличение высоты центра тяжести и уменьшение значения  $a$  создает условия для дополнительного повышения нагрузки на колеса передней оси.

Такое перераспределение нормальных реакций может создать опасность блокирования и заноса задних колес. Коэффициенты  $\lambda_{12}$  и  $\lambda_{34}$  применяются при расчетах некоторых тягово-скоростных свойств автомобиля. Характерные значения коэффициентов перераспределения нормальных реакций показаны в табл. 38.2.

Таблица 38.2 -Значение коэффициент перераспределения нормальных реакций

Условия движения	$\lambda_{12}$	$\lambda_{34}$
Разгон с максимальным ускорением	0,85-0,9	1,05-1,12
Преодоление предельных подъемов автомобилем		
легковым	0,75-0,8	1,08-1,12
грузовым	0,85-0,9	1,05-1,1
повышенной проходимости	0,4-0,6	1,18-1,22
Торможение с максимальной интенсивностью	1,4-1,2	0,65-0,75
Торможение на спуске	1,4-1,6	0,45-0,55

## 39 ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ. ДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР

### Уравнение тягового баланса пожарного аварийно-спасательного автомобиля

В системе отсчета  $OXYZ$  дифференциальное уравнение движения ПАСА по прямолинейному участку дороги будет иметь вид

$$G_a \delta \left( \frac{dV}{dt} \right) = P_k - P_\Sigma,$$

где  $P_\Sigma = P_f + P_i + P_B$  - суммарная сила сопротивления движению.

Учитывая это и применяя метод силового баланса, получим уравнение которое называется **уравнением тягового (силового) баланса автомобиля**: сумма всех сил сопротивления движению автомобиля, включая силу сопротивления разгону, в любой момент времени равна тяговой силе на ведущих колесах, определенной для случая установившегося движения.

Графическое изображение уравнения тягового баланса в координатах тяговая сила на ведущих колесах - скорость называется **тяговой характеристикой автомобиля**.

Для графического построения тяговой характеристики автомобиля определяется величина тяговой силы ведущих колес  $P_k$  на всех и значения сил сопротивления движению.

Для случая равномерного движения ( $V = \text{const}$ ,  $P_j = 0$ ) уравнение тягового баланса можно представить в следующем виде:

$$P_k = P_f + P_i + P_B, \text{ Н.}$$

Подставив в уравнение значения  $P_f$ ,  $P_i$ , и  $P_B$ , получим уравнение

$$P_k = G_a f \cos \alpha \pm G_a \sin \alpha + K_0 F V_a^2, \text{ Н.}$$

На рис. 39.1 построены графики тяговой характеристики легкового автомобиля для трех передач.

На оси ординат нанесены значения величин  $P_k$ ,  $P_f$ ,  $P_i$  и  $P_B$ , а на оси абсцисс - скорость движения автомобиля в км/ч.

На диаграмме построены значения тяговых сил на колесе на первой  $P_{k1}$ , второй  $P_{k2}$  и третьей  $P_{k3}$  передачах в зависимости от частоты вращения коленчатого вала и соответствующей скорости движения автомобиля.

На оси ординат отложены значения  $P_f$  и  $P_i$  которые не зависят от скорости движения и на диаграмме показаны в виде прямых, параллельных оси абсцисс.

С увеличением скорости движения значение силы  $P_B$  начинает возрастать по параболе. Кривая  $BA$  показывает суммарную величину сопротивления движению автомобиля, определяемую при любом значении скорости  $V$  (км/ч).

Например, при  $V_1$  отрезок  $cd$  равен величине силы сопротивления уклона  $P_i$  отрезок  $cb$  равен  $P_f$  и  $ab - P_B$ .

Суммарный отрезок  $ad$  представляет общую величину сопротивления движению автомобиля ( $P_f + P_i + P_B$ ). Отрезок  $ae$ , равный  $P_3$ , представляет

запас нереализованной силы, применение которой может обеспечить разгон автомобиля и увеличение скорости его движения.

В точке А кривая АВ пересекается с кривой  $P_{к3}$ , где при данных условиях движения скорость движения автомобиля достигает максимальной величины  $V_{max}$ .

Поскольку в этой точке имеется равенство  $P_k = P_f + P_i + P_B$  движение будет только равномерным.

Если рассматривать движение этого автомобиля по горизонтальной дороге, т. Е

$P_i = 0$ , то график суммарной силы сопротивления движения

$P_f + P_B$  будет проходить ниже АВ с пересечением с графиком  $P_{к3}$  в новой точке при большем значении скорости движения автомобиля  $V_{max}$ .

Применение диаграммы тягового баланса позволяет определить основные показатели динамичности ПАСА при равномерном его движении, величины сил сопротивления дороги  $P_f + P_i$  а также силу сцепления ведущих колес с дорогой  $P_{сц}$ .

При заданном коэффициенте сцепления колеса с дорогой  $\phi$  величина силы сцепления ведущих колес с дорогой будет равна  $P_{сц} = G_2 \phi$ .

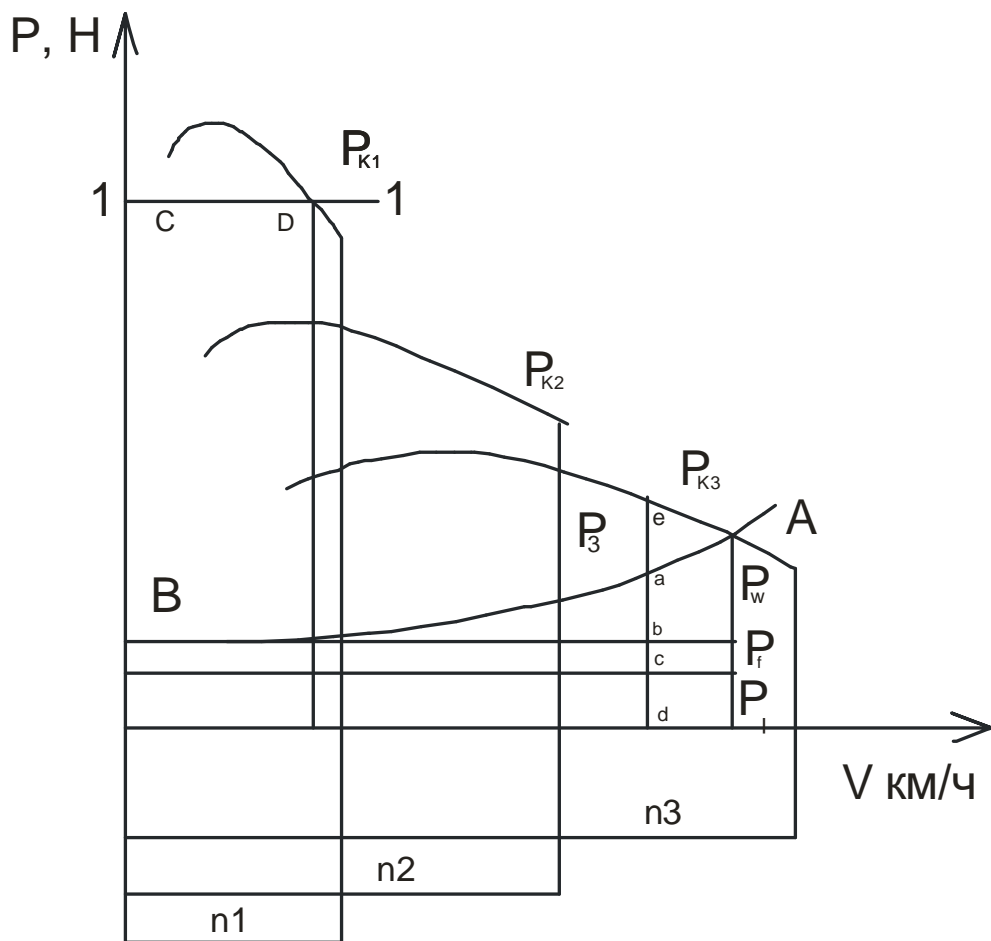


Рисунок 39.1 - Тяговая характеристика автомобиля

Предположим, что величина этой силы  $P_{сц}$  находится в точке  $C$ . Тогда линия 1-1, проходящая параллельно оси абсцисс, пересечется в точке  $D$  с графиком  $P_{к1}$  первой передачи при скорости движения автомобиля  $V_{\phi}$ .

При значении силы сцепления ведомых колес с дорогой  $P_{сц}$  ниже  $P_K$  движение автомобиля невозможно.

Трогание с места автомобиля возможно только при  $P_K < P_{сц}$ , т. е. при скорости, меньшей  $V_{\phi}$ , для чего необходимо прикрыть дроссельную заслонку, уменьшить величину  $P_K$ .

На диаграмме графики  $P_{к2}$  и  $P_{к3}$  проходят ниже линии 1-1, а значит, движение без буксования колес будет возможно на второй и третьей передачах при всех значениях скоростей.

### Мощностной баланс автомобиля

Анализируя динамические свойства автомобиля, можно сопоставлять тяговую мощность  $N_K$  с мощностью, затрачиваемой на все виды дорожных сопротивлений движению, и записать уравнение баланса мощностей в следующем виде:

$$N_e \eta_{TP} = N_K = N_f \pm N_i + N_j,$$

где  $N_e \eta_{TP}$  - мощность на ведущих колесах автомобиля  $N_K$  (кВт);

$N_f$  - мощность, затрачиваемая на преодоление сопротивления качению колес, которая определяется по формуле

$$N_f = \frac{P_f V_a}{1000} = \frac{f_a G_a \cos \alpha V_a}{1000}, \text{ кВт},$$

$V_a$  - скорость движения, м/с;

$N_i$  - мощность сопротивления подъему, равная

$$N_i = \frac{P_i V_a}{1000} = \frac{G_a \cos \alpha V_a}{1000}, \text{ кВт},$$

$N_B$  - мощность сопротивления воздушной среды, определяемая по формуле

$$N_B = \frac{P_B V_a}{1000} = \frac{K_0 F V_a^3}{1000}, \text{ кВт}.$$

$N_j$ , - мощность сопротивления разгону, рассчитываемая по выражению

$$N_j = \frac{P_j V_a}{1000} = \frac{G_a j_a \delta_a V_a}{1000g}, \text{ кВт}.$$

С учетом значений мощности, затрачиваемых на преодоление всех видов сопротивлений, уравнение баланса мощностей принимает вид

$$N_K = \frac{f_a G_a \cos \alpha V_a}{1000} \pm \frac{G_a \cos \alpha V_a}{1000} + \frac{K_0 F V_a^3}{1000} \pm \frac{G_a j_a \delta_a V_a}{1000g}. \text{ кВт}.$$

Построим в координатах  $N$ - $V$ (рис. 39.2) баланс мощностей в виде диаграммы равномерного движения автомобиля на второй передаче, который позволяет определить возможность его движения при различных скоростях по дороге с заданным сопротивлением качению и углом подъема.

Как показано на рисунке, сначала строится внешняя скоростная характеристика мощности  $N_e$  (кривая 1)  $N$ , кВт.

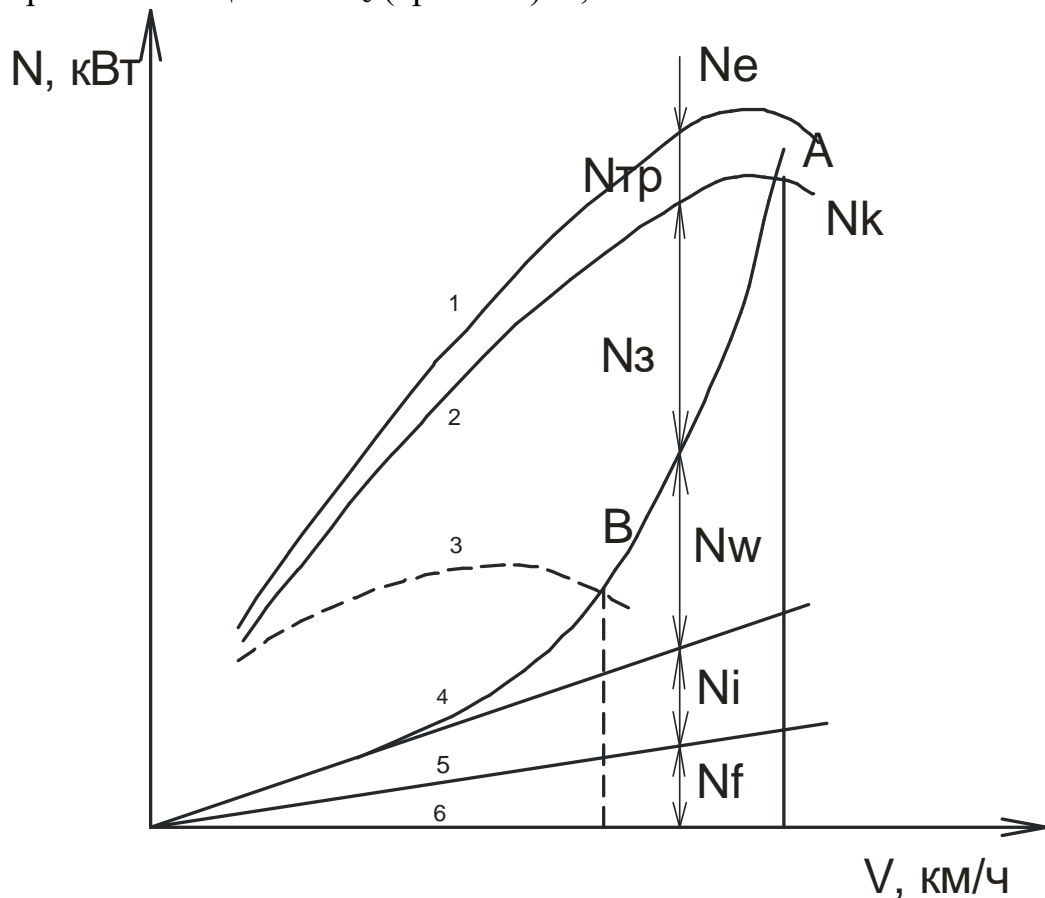


Рисунок 39.2. График мощностного баланса автомобиля

Умножая ординаты точек этой кривой на величину КПД трансмиссии  $\eta_{тр}$ , определим мощность на ведущих колесах  $N_k$  (кривая 2).

Принимая определенные, неизменные, значения коэффициента сопротивления качению  $f$  и угла подъема  $\alpha$ , строятся прямые  $N_f$  и  $N_i$ , (линии 5 и 6).

Мощность, затраченная на преодоление сопротивления качению и подъему, называется **суммарной мощностью** ( $N_\psi = N_f + N_i$ ). Вверх от суммарной  $N_\psi$  строится кривая значений мощности  $N_w$ , затрачиваемой на преодоление сопротивления воздушной среды.

Расстояния по вертикали между кривой 4 и осью абсцисс представляют собой суммарную мощность, которая затрачивается на преодоление сопротивления дороги и воздуха.

На рисунке показаны при скорости  $V_2$  величины этих моментов  $N_f$ ,  $N_i$  и  $N_w$ . Величина  $N_3$  - между кривыми 4 и 2 является запасом мощности, который может расходоваться на разгон автомобиля, преодоление увеличившегося сопротивления воздуха и дороги.

Максимальная скорость, которую может развивать автомобиль при полностью открытой дроссельной заслонке карбюратора, будет равна  $V_{max}$  когда кривые 4 и 2 пересекутся между собой в точке А.



В этой точке сохраняется равенство  $N_K = N_f + N_i + N_B$  и автомобиль будет двигаться равномерно с  $V_{max} = const$ .

Для уменьшения скорости движения автомобиля при тех же величинах сопротивления дороги, например до  $V_1$ , необходимо прикрыть дроссельную заслонку.

Максимальная скорость, которую может развивать автомобиль при полностью открытой дроссельной заслонке карбюратора, будет равна  $V_{max}$  когда кривые 4 и 2 пересекутся между собой в точке А.

В этой точке сохраняется равенство  $N_K = N_f + N_i + N_B$  и автомобиль будет двигаться равномерно с  $V_{max} = const$ .

Для уменьшения скорости движения автомобиля при тех же величинах сопротивления дороги, например до  $V_1$ , необходимо прикрыть дроссельную заслонку.

В этом случае мощность на колесе  $N_{кз}$  будет характеризоваться кривой 3, а в точке В автомобиль будет двигаться со скоростью  $V_1 = const$ .

График мощностного баланса для всех передач строится таким же образом, только дополнительно к кривым  $N_e$  и  $N_K$  (линии 1 и 2) наносится несколько - по числу ступеней в коробке передач.

При изменении передаточного числа  $u_{кп}$  меняется только скорость движения автомобиля  $V_a$ , мощность  $N_e$  остается без изменений, а мощность  $N_k$ , если не учитывать небольшого изменения  $\eta_{кп}$  на различных передачах, остается постоянной.

### Динамический фактор

С помощью графиков тягового и мощностного баланса можно решать целый ряд задач, связанных с движением автомобиля. Однако использовать эти графики для сравнительной оценки тягово-скоростных свойств конкретных автомобилей очень трудно, так как в автомобилях разной массы возникают и разные тяговые силы на ведущих колесах.

Сила тяги  $P_k$  и сила сопротивления воздуха  $P_B$  при определенной скорости движения  $V_a$  полностью зависят от конструкции и состояния автомобиля. Разность тяговой силы и силы сопротивления воздуха является **свободной силой тяги**, которая может быть использована для преодоления сил сопротивления дороги и разгона автомобиля.

Отношение свободной силы тяги к весу автомобиля называется **динамическим фактором D**, который определяется по формуле:

$$D = \frac{P_k - P_B}{G_a}$$

Динамический фактор - величина безразмерная и зависит только от конструктивных параметров автомобиля. При включении низших передач величина D увеличивается из-за повышения силы  $P_k$  и уменьшения силы  $P_B$ . При скорости автомобиля  $V_a$  меньше 15 км/ч, можно принять

$$D = P_k / G_a$$

Если рассматривать динамический фактор совместно с условиями движения автомобиля, то равенство примет следующий вид:

$$P_K - P_B = P_f \pm P_i \pm P_j.$$

Подставляя значения сил, получим

$$P_K - P_B = (f+i)G_a + \delta \frac{G_a}{g} j.$$

Суммарное сопротивление дороги (в скобках) обозначим  $\psi$ , и тогда формула по определению динамического фактора будет иметь вид

$$D = f+i + \frac{\delta}{g} j \quad \text{или} \quad D = \psi + \frac{\delta}{g} j.$$

При помощи динамического фактора можно решать различные задачи, возникающие при эксплуатации ПАСА. Наиболее удобно пользоваться динамическим фактором в случае равномерного движения автомобиля, когда  $j = 0$  и  $V_a = \text{const}$ .

Тогда  $D = \psi$ .

Условием безостановочного движения автомобиля является

$$D \geq \psi.$$

Значение динамического фактора по сцеплению ведущих колес с дорогой должно быть

$$D_{\text{сц}} = \frac{P_{\text{сц}} - P_B}{G_a} = \frac{\varphi G_2 - P_B}{G_a}.$$

Поскольку при буксовании ведущих колес  $V_a = 0$ , выражение принимает вид

$$D_{\text{сц}} = \varphi \frac{G_2}{G_a}.$$

Таким образом, условием движения автомобиля без буксования должно быть

$$D_{\text{сц}} \geq D.$$

Условием возможности движения автомобиля будет

$$D_{\text{сц}} \geq D \geq \psi.$$

### Динамическая характеристика автомобиля

Графическое изображение зависимости динамического фактора от скорости движения автомобиля называется **динамической характеристикой**.

На рис. 39.3 показана динамическая характеристика пожарной автоцистерны АЦ-40(130)63Б.

Динамическая характеристика строится в следующей последовательности:

1) выбрать расчетные числа частоты вращения коленчатого вала двигателя в диапазоне  $n_N - n_{\text{min}}$ ;

2) для выбранных расчетных чисел частоты вращения коленчатого вала определить мощность  $N_e$ , двигателя и - крутящий момент  $M_e$ . Провести расчет  $M_{Di}$ .

3) вычислить  $V_i$  которые соответствуют  $n$  на первой передаче;

4) определить  $D_i$ , при соответствующих  $V_i$  на первой передаче. В той же последовательности выполнить расчеты и построить динамическую характеристику для каждой последующей передачи.

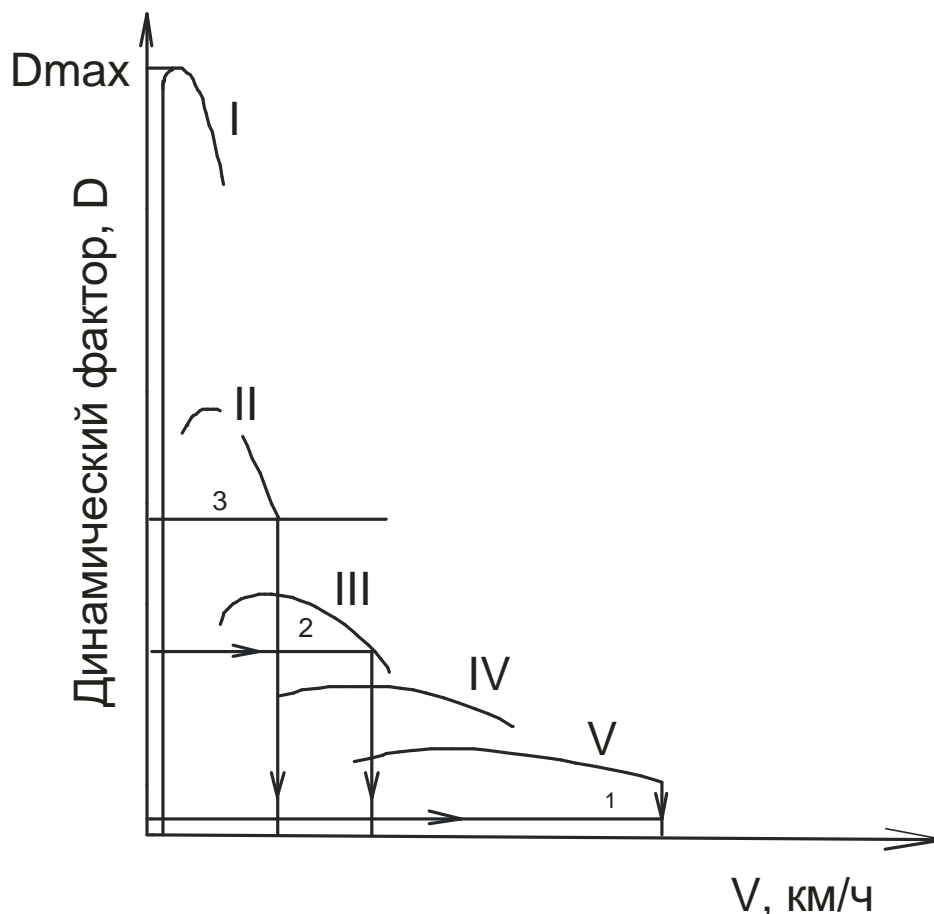


Рисунок 39.3- Динамическая характеристика АЦ-40(130)63Б

Особыми точками динамической характеристики, по которым необходимо проводить сравнительный анализ тягово-скоростных свойств автомобилей, являются:

- максимальная скорость  $V_{max}$  и динамический фактор  $D_v$ ,
- максимальное значение динамического фактора на высшей передаче  $D_{vmax}$  и соответствующая ему скорость (критическая)  $V_k$
- максимальный динамический фактор на низшей передаче  $D_{max}$  и соответствующая ему скорость  $V_D$ .

Соответствующие параметры динамических характеристик ПАСА, находящихся на вооружении подразделений МЧС, приведены в табл.39.1.

Таблица 39.1- Динамические характеристики пожарных аварийно-спасательных автомобилей

Марка автомобиля	$V_a$ , км/ч	$\Psi_V$	$D_{V_{max}}$	$V_{K1}$ , км/ч	$D_{max}$	$V_D$
АЦ-30(53А)106Б	80	0,022	0,045	54	0,34	9
АЦ-40(130)63Б	90	0,018	0,043	48	0,36	5
АЦ-40(131)137	80	0,013	0,018	40	0,57	5
АЦ-40(375)Ц1А	75	0,013	0,022	35	0,23	5

На каждой передаче динамический фактор имеет максимальное значение при определенной скорости движения, являющейся критической для данной передачи. Движение автомобиля со скоростью, которая превышает критическую, будет устойчивым.

Например, если при коэффициенте сопротивления дороги  $\psi_1$  автомобиль будет двигаться со скоростью  $V_1$ , то при повышении сопротивления до величины  $\psi_2$  скорость автомобиля снизится до  $V_2$ , а динамический фактор увеличится до значения  $D_2$ .

С уменьшением  $\psi$  до значения, равного  $\psi_1$  скорость автомобиля возрастет до  $V_1$  а динамический фактор уменьшится. Следовательно, при движении автомобиля со скоростью, больше  $V_{кр}$ , автоматически поддерживается устойчивый режим движения.

Когда автомобиль будет двигаться со скоростью, меньшей  $V_{кр}$  (например,  $V_3$ ), при увеличении  $\psi$  будет происходить уменьшение скорости и динамического фактора. Если своевременно не включить более низкую передачу, то при указанных условиях двигатель может заглохнуть.

Когда линия  $\psi$  (прямая 2) не пересекает динамическую характеристику, равномерное движение ПАСА при полностью открытой дроссельной заслонке невозможно и максимальная скорость будет ограничена максимально допустимой частотой вращения коленчатого вала двигателя. В данном случае скорость автомобиля будет равна  $V_{max}$ .

В случае прохождения линии  $\psi$  выше динамической характеристики первой передачи равномерное движение ПАСА. Для решения задачи по определению максимального преодолеваемого автомобилем подъема по динамической характеристике необходимо найти  $D_{max}$  и определить  $i_{max}$

$$i_{max} = D_{max} - f.$$

По указанной методике можно вычислить с достаточной точностью максимальные подъемы, когда  $\sin\alpha = \operatorname{tg}\alpha$ .

## 40 ТЯГОВО-СКОРОСТНЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ. ТОРМОЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ

### Разгон пожарного аварийно-спасательного автомобиля

Оценку приемистости автомобиля расчетным путем можно выполнять по максимально возможным ускорениям, а также по характеристикам разгона. Максимально возможные ускорения автомобиля при движении в конкретных дорожных условиях наиболее удобно вычислять, применяя динамическую характеристику.

$$j = \frac{g}{\delta} (D - \psi).$$

С помощью этой формулы можно построить график зависимости ускорений автомобиля на всех передачах при заданных дорожных условиях. Применяв полученный график ускорений, можно определить оценочные критерии **приемистости автомобиля**.

Приемистость автомобиля - это его способность увеличивать скорость движения. Наиболее распространенным показателем приемистости автомобиля является время  $t_V$  разгона автомобиля с места до заданной скорости  $V$ .

Этап трогания автомобиля с места определяется индивидуальными особенностями водителя и зависит от темпа включения сцепления, подачи топлива. Поэтому принимается, что разгон начинается на низшей передаче с минимально устойчивой скоростью, с которой происходит трогание автомобиля с места.

Минимальная устойчивая скорость автомобиля определяется из минимально устойчивой частоты вращения коленчатого вала двигателя. Разгон выполняется при полной подаче топлива, т. е. двигатель работает в соответствии с внешней характеристикой. Время разгона автомобиля на каждой передаче от скорости  $V_{\min}$  до скорости  $V$  определяется с помощью следующих соотношений:

$$j = a_x = \frac{dV}{dt}; \quad dt = \frac{dV}{a_x}; \quad t = \int \frac{dV}{a_x}.$$

Интегрирование этого выражения производится численным методом.

С учетом специфики эксплуатации процесс разгона ПАСА можно рассматривать в двух вариантах:

1) когда происходит разгон ПАСА с выездом по тревоге из гаража с не прогретым двигателем;

2) когда происходит разгон ПАСА с прогретым двигателем. В первом варианте двигатель запускается по тревоге и времени на его прогрев нет.

Из экспериментальных исследований установлено, что если температура воздуха в гараже в зимнее время находится в пределах  $+5$  °С, то для разгона ПАСА с непрогретым двигателем до скорости 60 км/ч

потребуется 60 с, т. е. почти в два раза больше по сравнению с прогретым двигателем

Разгон ПАСА с прогретым двигателем (второй вариант) происходит за сравнительно короткий период времени.

Время переключения передач зависит от многих факторов: квалификации водителя, способа переключения передач, конструкции коробки передач, температуры прогрева двигателя и агрегатов. Так, время переключения передач  $t_{\Pi}$  зависящее от конструкции коробки передач, составляет:

- для полуавтоматических коробок передач - 0,05.. .0,1 с;
- для передач с синхронизаторами - 0,2.. .0,5 с;
- для передач без синхронизаторов - 1.. .3 с.

У дизельных двигателей частота вращения коленчатого вала при переключении передач (с переходом на обороты холостого хода) уменьшается медленнее, чем у карбюраторных.

В связи с этим время переключения передач  $t_{\Pi}$  автомобилей с дизельными двигателями увеличивается для коробок передач с синхронизаторами до 1... 1,5 с и без синхронизаторов - до 4...5 с.

Поэтому скорость автомобиля с дизельным двигателем в процессе переключения передач уменьшается значительно. Если принять, что сопротивление движению автомобиля во время переключения передач остается постоянным и равным  $\psi$ , то потерю скорости за время  $t_{\Pi}$  можно определить по формуле

$$\Delta V_{\Pi} \approx \frac{g\psi t_{\Pi}}{\delta_{\Pi}}.$$

где  $\delta_{\Pi}$  - коэффициент учета вращающихся масс при переключении передач;  $\delta_{\Pi} = 1,03... 1,05$ .

Расчетное время разгона ПАСА в зависимости от модели до скорости движения  $V = 60$  км/ч с учетом времени переключения передач  $t_{\Pi}$ .

**Обгон автомобиля.** В условиях современной высокой плотности и неоднородности транспортного потока водителю ПАСА приходится часто обгонять попутные автомобили. Выполнение обгона связано с ускоренным движением на максимальной скорости с выездом на соседнюю полосу. Опасность этого маневра находится в прямой зависимости от времени и пути. Поэтому, прежде чем начинать обгон, необходимо правильно оценить обстановку: расстояние до встречного транспорта и время во избежание создания аварийной ситуации.

В выполнении обгона можно выделить три фазы:

- поворот ПАСА в левую сторону с выездом на соседнюю полосу движения сзади обгоняемого автомобиля;
- движение по соседней полосе на максимальной скорости с обгоном рядом движущегося автомобиля;

-возвращение на прежнюю полосу движения впереди обгоняемого автомобиля.

В зависимости от дорожных условий, интенсивности движения обгон можно производить с постоянной или увеличивающейся скоростью. Обгон с постоянной скоростью выполняется на дороге с шириной проезжей части более 7 м и интенсивностью движения не более 60 автомобилей в час.

Расстояние, которое необходимо для безопасного обгона  $S_{об}$ , можно определить в виде суммы расстояний

$$S_{об} = L_1 + S_{61} + S + L_2 + S_{62}, \text{ м};$$

где  $L_1$ - длина обгоняющего автомобиля, м;

$S_{61}$  - интервал безопасности, м;

$S$  - расстояние, которое проходит обгоняемый автомобиль при его обгоне, м;

$L_2$ - длина обгоняемого автомобиля, м;

$S_{62}$  - интервал безопасности, м.

Обозначим скорости автомобилей:  $V_1$ - обгоняющего и  $V_2$  -обгоняемого. Скорость обгоняющего автомобиля будет равна

$$V_1 = \frac{L_1 + S_{61} + S + L_2 + S_{62}}{t},$$

где  $t$  - время, в течение которого происходит процесс обгона.

Скорость обгоняемого автомобиля составит

$$V_2 = \frac{S}{t}.$$

Из формул видно, что время  $t$  обгона для автомобилей 1 и 2 одинаково. Определим разность скоростей  $V_1$  и  $V_2$ .

$$V_1 - V_2 = \frac{L_1 + S_{61} + L_2 + S_{62}}{t}.$$

Интервал безопасности  $S_{61}$  определяется по эмпирической формуле

$$S_{61} = 2,5 + 0,25V_2 + 0,01V_2^2.$$

Интервал безопасности  $S_{62}$  на 20...30 % меньше  $S_{61}$  в связи с тем, что скорость обгоняющего автомобиля  $V_1$  больше, чем  $V_2$  обгоняемого.

Из анализа формулы видно, что для выполнения обгона с обеспечением безопасности движения необходимо учитывать скорость обгоняемого автомобиля  $V_2$ , выдерживая соответствующий интервал безопасности  $S_{61}$ , габаритную длину  $L_1$  и  $L_2$  обгоняющего и обгоняемого автомобилей.

С уменьшением времени обгона  $t$  необходимо, чтобы скорость обгоняющего автомобиля  $V_1$  увеличивалась. Исходя из этого, расстояние  $S$ , которое проходит автомобиль 2 в процессе обгона, будет соответственно сокращаться

$$S = V_2 (t - \Delta t).$$

Сложность и опасность обгона в условиях большой интенсивности движения увеличивается. В этом случае обгоняющий автомобиль, догнав обгоняемый, может продолжительное время двигаться сзади него со снижением скорости, ожидая свободного интервала впереди для

выполнения обгона. При образовании свободного интервала водитель, выполняя обгон, должен учитывать дополнительное время, которое необходимо для разгона автомобиля.

### Торможение

ПАСА движется к месту вызова с повышенной скоростью по сравнению с обычным транспортом. Средняя скорость движения ПАСА может превышать среднюю скорость транспортного потока в благоприятных условиях в 1,5 раза. Однако в условиях города средняя скорость ПАСА, как правило, превышает среднюю скорость транспортных автомобилей соответствующего класса всего на 25 %. Движение при этом сопровождается частым чередованием интенсивного разгона и торможения. Установлено, что при следовании на пожар водители вынуждены применять торможение в 3...5 раз чаще по сравнению с грузовым транспортом.

Различают аварийное (экстренное) и служебное торможения. Аварийное торможение выполняется с максимальной интенсивностью. Обычно для грузового и легкового транспорта количество аварийных торможений не превышает 10 % от их общего числа. Для ПАСА характерно увеличение числа аварийных торможений. Служебное торможение применяется для плавного снижения скорости или остановки автомобиля. Оно производится с небольшой интенсивностью и малым замедлением. При этом величина замедления не превосходит 1... 1,5 м/с<sup>2</sup>.

Служебное торможение может выполняться различными способами:

а) торможение двигателем - водитель уменьшает или совсем прекращает подачу топлива в цилиндры двигателя. В двигателе, работающем в тормозном режиме, тормозная сила создается за счет трения в нем и агрегатах трансмиссии. Этот способ применяется для получения малых замедлений;

б) торможение двигателем и тормозами - применяется на дорогах с малым коэффициентом сцепления для уменьшения опасности возникновения заноса, когда торможение только двигателем не обеспечивает необходимого замедления. Этот способ наиболее часто применяется при служебном торможении;

в) торможение при отсоединенном двигателе - применяется в тех случаях, когда торможение двигателем не обеспечивает требуемого замедления, а также при остановке автомобиля.

Эффективность работы тормозной системы ПАСА характеризуется тремя основными показателями: тормозной путь  $S_T$ , м;

установившееся замедление  $j_T$ , м/с<sup>2</sup> и

время срабатывания тормозов  $t_T$ , с.

Если в момент времени  $t = 0$  возникает ситуация, при которой водитель вынужден применять торможение, то он сначала оценивает ситуацию, затем переносит ногу с педали подачи топлива на тормозную педаль.



Время, в течение которого происходит этот процесс, называется **временем реакции водителя**  $t_p$ . Время реакции водителя состоит из времени психологической реакции  $t'_p$  (оценка обстановки и принятие решения выполнять торможение) и времени физической реакции  $t''_p$  (перенос ноги с педали подачи топлива на тормозную педаль).

Результаты экспериментальных исследований показывают, что время реакции зависит от индивидуальных особенностей водителя, его психологического и физического состояния и может составлять 0,2... 1,5 с. С учетом форсированного двигателя ПАСА время реакции у водителей должно быть минимальным, обеспечивающим быстрое начало аварийного торможения.

Например, при движении ПАСА со скоростью 72 км/ч (20 м/с), водитель, имеющий время реакции 0,2 с, в 7,5 раза сокращает расстояние, которое проходит автомобиль за время  $t_p$  по сравнению с водителем, имеющим время реакции 1,5 с.

У первого водителя автомобиль за время  $t_p$  проходит только 4 м, а у второго - 30 м. Из приведенного примера видно, что время реакции водителя ПАСА с учетом форсированного движения и большого количества аварийных торможений является основным показателем в предотвращении возможного дорожно-транспортного происшествия.

При расчетах обычно принимается величина  $t_p = 0,8$  с.

После нажатия на педаль тормоза происходит процесс передачи усилия от педали к тормозным механизмам в течение определенного времени. Это время называется **временем запаздывания тормозного привода**  $t_3$ .

Оно зависит от типа тормозного привода, его конструктивных особенностей, технического состояния и возрастает при увеличении длины трубопроводов, количества тормозных механизмов, свободного хода педали тормоза.

При проведении расчетов можно принимать для ПАСА с гидроприводом  $t_3 = 0,05... 0,1$  с пневмоприводом  $t_3 = 0,2$  с.

Тормозная сила и соответственно замедление ПАСА нарастают в течение определенного промежутка времени, который называется **временем нарастания замедления**  $t_n$ .

Величина этого времени определяется интенсивностью нажатия водителем педали тормоза, а также временем, необходимым для наполнения емкостей тормозных механизмов (колесных тормозных цилиндров, тормозных камер и др.). На величину  $t_n$  оказывает влияние тип, конструкция привода и тормозных механизмов, а также их техническое состояние.

При расчетах тормозной динамики автомобиля принимается, что водитель нажимает на педаль тормоза мгновенно, а нарастание замедления происходит по линейному закону. Величина максимального замедления при торможении  $t_n$  достигается за время 0,4...0,5 с.

Суммарное время  $t_3 + t_n$  называется **временем срабатывания тормозного привода**  $t_{\Sigma}$ . Максимальное время срабатывания тормозного

привода регламентировано стандартами и не должно превышать 0,6 с, а время запаздывания тормозного привода  $t_3$  не должно быть больше 0,2 с.

В течение некоторого времени  $t_T$  автомобиль движется с определенным замедлением  $j_T$ .

При определенной скорости автомобиля водитель отпускает педаль тормоза, после чего происходит процесс оттормаживания - уменьшение замедления. Время торможения  $t_0$  при гидравлическом приводе составляет около 0,2 с, а при пневматическом приводе - 0,5... 1,5 с.

Весь путь, который проходит автомобиль с момента, когда водитель увидел изменение ситуации, при которой необходимо выполнять торможение, до полной остановки автомобиля, называется **остановочным путем**  $S_0$ .

Таким образом, остановочный путь  $S_0$  складывается из пути, проходимого автомобилем в течение времени реакции водителя, расстояния, которое проходит автомобиль при срабатывании тормозного привода, и пути торможения.

$$S_0 = S_{PB} + S_{\Pi} + S_T, \text{ м.}$$

Величина тормозного пути  $S_T$  определяется из равенства

$$\frac{M_a V_a^2}{2} = S_T M_a g \varphi$$

Сделав преобразования, получим

$$S_T = \frac{V_a^2}{2g\varphi}, \text{ м.}$$

Для обеспечения эффективного и безопасного торможения необходимо, чтобы распределение тормозных сил между колесами передней и задней осей происходило одновременно. Однако тормозные системы ПАСА конструктивно не могут обеспечить соответствия тормозных сил изменению нормальных реакций.

Поэтому в расчетной формуле по определению тормозного пути автомобиля вводится коэффициент эффективности торможения

$$K_{\text{Э}} = 1,6.. 1,8.$$

$$S_T = K_{\text{Э}} \frac{V_a^2}{2g\varphi} \approx K_{\text{Э}} \frac{V_a^2}{255\varphi}, \text{ м.}$$

Для проверки эффективности работы тормозной системы ПАСА проводят ее диагностирование с использованием стендов КИ-4998 или К-207. С этой целью автомобиль наезжает колесами на беговые барабаны стенда, где определяются время срабатывания тормозов, тормозные силы в тормозных механизмах и другие параметры. Перед диагностированием в обязательном порядке проверяется и при необходимости доводится до нормативного давление в шинах и величина свободного хода педали тормоза.

Эффективность работы тормозной системы можно проверить визуально по величине тормозного пути  $S_T$  и синхронности начала

торможения колес при резком однократном нажатии на педаль тормоза с выключенным сцеплением в процессе ходовых испытаний.

Определение тормозного пути  $S_T$  проводится на ровном, сухом и горизонтальном участке дороги. Для определения начала торможения выполняется отметка на покрытии дороги, при наезде на которую передним колесом начинается торможение.

Тормозной путь определяется при скорости  $V_a = 40$  км/ч. Величина тормозного пути замеряется от отметки начала торможения до оси передних колес. Неодновременность срабатывания тормозных механизмов, разность тормозных сил на колесах определяется замером величин поперечного отклонения продольной оси автомобиля от траектории движения.

Эффективность тормозной системы оценивается также по величине замедления при торможении автомобиля. Величина замедления  $j_T$  определяется с помощью переносных приборов -деселерометров.

При отсутствии приборов величину замедления  $j_T$  можно рассчитывать, исходя из сцепных свойств дороги с учетом поправочного коэффициента  $K_\phi$

$$j_T = \frac{g\phi}{K_\phi}.$$

Принимается, что при  $\phi \geq 0,4$  для легковых автомобилей  $K_\phi = 1,2$ , для грузовых

$K_\phi = 1,3 \dots 1,4$ . При  $\phi < 0,4$  для всех автомобилей  $K_\phi = 1$ .

При движении пожарной автоцистерны на повороте (рис. 40.1) центр тяжести автомобиля сместится: тогда сила тяжести автомобиля  $G$ , препятствующая опрокидыванию, действует уже на меньшем плече, а центробежная сила  $P_{ц}$ , вызывающая опрокидывание, приложена на большем плече.

Особенно опасно движение пожарной автоцистерны с не полностью заполненной емкостью для воды, т.к. это приводит к еще большему смещению центра тяжести автомобиля и появлению дополнительной опрокидывающей силы, возникающей, когда "разбежавшаяся" вода останавливается стенкой цистерны.

При движении на повороте, когда центробежная сила  $P_{ц}$  достигает значения равного силе сцепления шин колес с дорогой, возможен занос автомобиля. Боковой занос автомобиля обычно наступает раньше, чем опрокидывание.

На сухих, чистых покрытиях силы сцепления достаточно велики, и автомобиль не теряет устойчивости с точки зрения заноса даже при большой центробежной силе (хотя при этом возникает вероятность опрокидывания, если скорость велика, а радиус поворота мал).

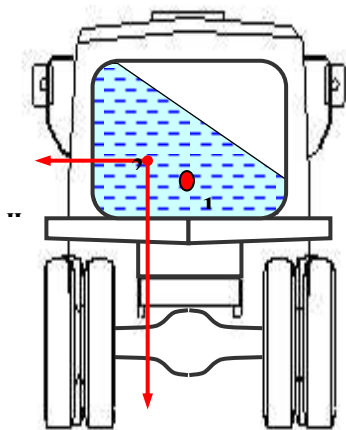


Рисунок 40.1 Смещение центра тяжести пожарной автоцистерны при движении на повороте  
 $C_1$  – исходное положение центра тяжести автомобиля  
 $C_2$  – смещение центра тяжести на повороте

Если дорога покрыта слоем мокрой грязи или льда, то автомобиль может занести даже в том случае, когда он движется с небольшой скоростью по сравнительно пологой кривой. Для гашения начавшегося заноса нужно, снизив скорость движения, повернуть рулевое колесо в сторону заноса. Автомобиль при этом начинает двигаться по более пологой кривой, радиус поворота увеличивается, а центробежная сила уменьшается. Поворачивать рулевое колесо нужно плавно и быстро, но не на очень большой угол, чтобы не вызвать заноса в противоположную сторону. Как только занос прекратится, нужно также плавно и быстро вернуть рулевое колесо в нейтральное положение. Часто занос возникает во время экстренного торможения, когда сцепление шин с дорогой уже использовано для создания тормозных сил. В этом случае следует немедленно прекратить или ослабить торможение и тем самым повысить поперечную устойчивость автомобиля.

Вождение пожарных автомобилей в различных дорожных, климатических и метеорологических условиях имеет свои сложности, и требует от водителя соответствующих знаний и навыков.

Преодоление незначительных подъемов на ровной поверхности дороги рекомендуется производить сходу, не переключая передачи. Если на подъеме начинают пробуксовывать колеса, нужно “сбросить газ” и “на тормозах” осадить автомобиль назад; затем провести повторный маневр с большим разгоном. В случае снижения скорости на подъеме нужно сразу же перейти на низшую передачу, не ожидая полной остановки автомобиля. Если же это произошло, необходимо выключить сцепление (чтобы не заглох двигатель) и остановить автомобиль рабочей или стояночной тормозными системами.

При трогании автомобиля с места на подъеме нужно действовать рычагом управления стояночного тормоза, педалями сцепления и управления двигателем так, чтобы не допустить скатывание автомобиля назад, т.е. растормаживание должно произойти в начале его движения вперед.

Крутые подъемы рекомендуется преодолевать задним ходом, так как его передача имеет максимальное тяговое усилие. Если подъем скользкий, необходимо надеть на ведущие колеса цепи противоскольжения и включить

передний мост (при необходимости – понижающую передачу раздаточной коробки). Надевать цепи противоскольжения необходимо при движении на длинных подъемах с глинистой почвой, мокрой травой, густым слоем опавших листьев, при снежном покрове.

Спуски преодолеваются на пониженных передачах с притормаживанием автомобиля двигателем. Общее правило выбора передачи таково: необходимо включать ту же передачу, на которой можно подняться на подъём аналогичной крутизны. Не допускаются резкое изменение скорости и крутые повороты на спусках: это может привести к заносу либо опрокидыванию автомобиля.

Для проезда через канавы, ямы и рвы необходимо предварительно забросать их подручными материалами, а крутые края срезать, сделав более пологими. Перед канавой или ямой нужно притормозить автомобиль и включить низшую передачу. Когда передние колеса въедут в углубление, нажать на педаль управления двигателем и на повышенных оборотах выехать; также провести и задние колеса. Если ведущие колеса буксуют, это следует устранить во избежание “закапывания” автомобиля, перегрева двигателя, излишнего расхода топлива и попытаться с помощью подручных материалов выехать вперед или назад.

Движение по заболоченному лугу осуществляется без снижения скорости и остановок, на пониженных передачах и без резких поворотов во избежание срыва слоя дерна и застревания автомобиля. При необходимости рекомендуется понижать давление воздуха в шинах колес, увеличивая этим самым проходимость автомобиля.

Для преодоления водных препятствий вброд необходимо предварительно разведать глубину реки, твердость дна, пути съезда и въезда, снять ремень вентилятора, закрыть жалюзи радиатора. Следует позаботиться о том, чтобы вода не заливала распределитель и свечи зажигания, генератор, стартер, сапун. Для успешного преодоления брода необходимо включить первую передачу и медленно въезжать в воду. Затем нужно увеличить число оборотов коленчатого вала двигателя до средних и выдерживать равномерную скорость на всем участке водного пути, в момент выезда на берег следует плавно увеличить обороты двигателя автомобиля, чтобы успешно преодолеть береговую полосу. После переправы необходимо разгерметизировать автомобиль, надеть и отрегулировать ремень вентилятора, удалить сухой тряпкой воду, попавшую на двигатель, просушить тормозные накладки, несколько раз слегка притормозив автомобиль.

Движение по снежному покрову лучше осуществлять с надетыми на ведущие колеса цепями противоскольжения и на пониженных передачах при средних оборотах коленчатого вала двигателя, без резких поворотов. В случае пробуксовки ведущих колес необходимо отъехать по колее назад, очистить дорогу, подсыпать песок, шлак и сходу преодолеть препятствие.

Неглубокие сугробы через дорогу можно преодолеть, используя инерцию движущегося автомобиля.

В гололедицу необходимо двигаться на пониженных скоростях, и по возможности пользоваться цепями противоскольжения. Тормозить нужно лишь при крайней необходимости и преимущественно двигателем, не выключая сцепления, путем плавного уменьшения оборотов коленчатого вала. Для предупреждения бокового заноса автомобиля не следует допускать резких поворотов рулевого колеса, резких изменений скорости движения, торможения на поворотах и закруглениях. В случае появления заноса автомобиля необходимо прекратить торможение и быстро, но не резко повернуть рулевое колесо в сторону заноса, а затем, как только автомобиль выровняется, плавно вернуть руль в первоначальное положение.

Движение автомобиля в дождь, туман, снегопад очень затруднительно, и от водителя требуется повышенная внимательность. Необходимо держать увеличенную дистанцию от впереди идущего автомобиля и двигаться как можно ближе к правой стороне дороги, усилив внимание. Скорость движения автомобиля должна быть уменьшена до такой величины, при которой остановочный путь будет в два раза меньше дистанции видимости. Запрещается производить обгон с выездом из ряда, необходимо четко и правильно пользоваться светом фар и подфарников. Дальний свет может ослеплять водителей встречного транспорта, а в тумане создает перед автомобилем непроницаемую световую завесу. Двигаясь в дождь, необходимо объезжать большие лужи или проезжать через них на малой скорости, тормозить плавно и постепенно во избежание бокового заноса автомобиля.

### **Поворачиваемость пожарного аварийно-спасательного автомобиля**

Свойство автомобиля отклоняться в результате увода колес мостов от направления движения, определяемого положением управляемых колес, называется **поворачиваемостью автомобиля**.

На рис. 40.2 показана кинематика поворота автомобиля, движущегося по кругу большого радиуса с постоянной скоростью

$$Y_1 = M_{a1} \frac{V_a^2}{R}; \quad Y_2 = M_{a2} \frac{V_a^2}{R}.$$

Где  $Y_1$  и  $Y_2$  - боковые реакции дороги соответственно на колесах переднего и заднего мостов;

$M_{a1}$  и  $M_{a2}$  - соответственно массы автомобиля, приходящиеся на колеса переднего и заднего мостов;

$R$  - радиус поворота автомобиля.

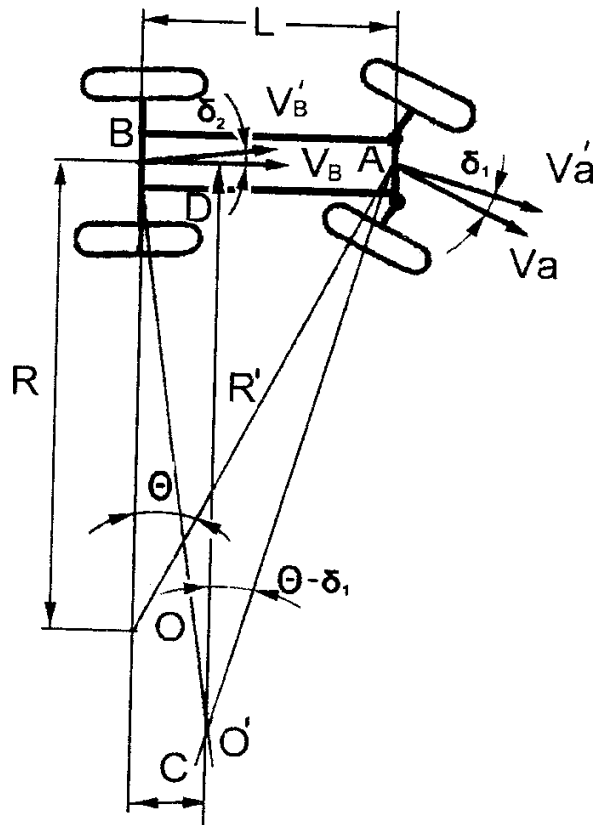


Рисунок 40.2 - Кинематика поворота автомобиля с учетом увода шин

Углы увода колес переднего  $\delta_1$  и заднего  $\delta_2$  мостов:

$$\delta_1 = \frac{Y_1}{K_{\delta 1}} = M_{a1} \frac{V_a^2}{K_{\delta 1} R}; \quad \delta_2 = \frac{Y_2}{K_{\delta 2}} = M_{a2} \frac{V_a^2}{K_{\delta 2} R}.$$

Определим величину радиуса  $R$

$$R = R_K + \left( \frac{M_{a1}}{K_{\delta 1}} - \frac{M_{a2}}{K_{\delta 2}} \right) \frac{V_a^2}{\Theta};$$

$$R = R_K + \left( \frac{G_1}{K_{\delta 1}} - \frac{G_2}{K_{\delta 2}} \right) \frac{V_a^2}{g\Theta}.$$

где  $R_K$  - кинематический радиус поворота автомобиля, равный радиусу поворота автомобиля при качении шин без бокового увода,  $R_K = L/\Theta$

$G_1$  и  $G_2$  - вес, приходящийся на колеса переднего и заднего мостов.

Радиус поворота автомобиля зависит от угла поворота управляемых колес и скорости его движения.

Если  $G_1/K_{\delta 1} = G_2/K_{\delta 2}$ , т. е. при равенстве углов увода на колесах переднего и заднего мостов  $\delta_1 = \delta_2$ , то автомобиль с эластичными колесами будет иметь тот же радиус поворота, что и автомобиль с жесткими колесами  $R = R_K$ .

С изменением скорости движения автомобиля с неизменным положением управляемых колес радиус поворота будет постоянным. Автомобили с такими свойствами называются **автомобилями с нейтральной поворачиваемостью**.

Из рис. 40.2 видно, что траектории движения середин задних мостов автомобилей с жесткими колесами и автомобилей с нейтральной поворачиваемостью будут равны.

Если имеется неравенство  $G_1/K_{\delta_1} < G_2/K_{\delta_2}$  ( $\delta_1 < \delta_2$ ), то радиус поворота автомобиля с эластичными колесами будет меньшим, чем автомобиля с жесткими колесами, и с увеличением скорости он будет уменьшаться. Автомобили, обладающие таким свойством, называются **автомобилями с излишней поворачиваемостью**.

Если имеется неравенство  $G_1/K_{\delta_1} > G_2/K_{\delta_2}$  ( $\delta_1 > \delta_2$ ), то радиус поворота автомобиля с эластичными колесами будет большим, чем автомобиля с жесткими колесами, и при увеличении скорости он будет возрастать. Автомобиль будет обладать недостаточной поворачиваемостью.

На рис. 40.3 показана зависимость радиусов поворота автомобиля от скорости движения по кругу с закрепленным рулевым управлением с различной поворачиваемостью

Поворачиваемость автомобиля существенно влияет на его **курсовую устойчивость**, т. е. способность автомобиля, управляемого водителем, сохранять заданное направление прямолинейного движения при действии на него внешних возмущающих сил.

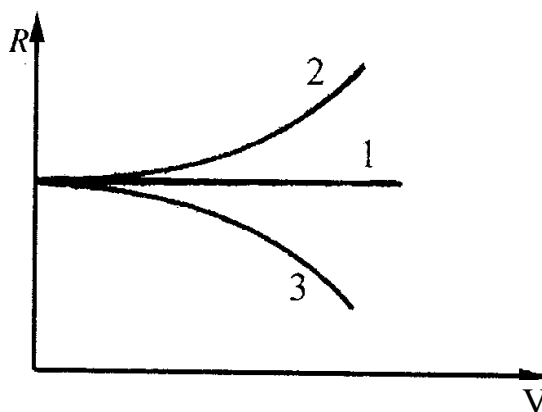


Рисунок 40.3 -Зависимость радиусов поворота от скорости движения при фиксированном положении управляемых колес: 1 - при нейтральной поворачиваемости; 2 -при недостаточной поворачиваемости; 3 - при излишней поворачиваемости

Если на движущийся прямолинейно автомобиль, имеющий жесткие в боковом направлении колеса, действует поперечная сила, то автомобиль будет продолжать двигаться прямолинейно до тех пор, пока действующая сила не вызовет скольжение колес.

Автомобиль, имеющий нейтральную поворачиваемость, будет двигаться также прямолинейно, но со смещением под углом  $\delta$  к прежнему направлению, как это показано на рис. 40.4.



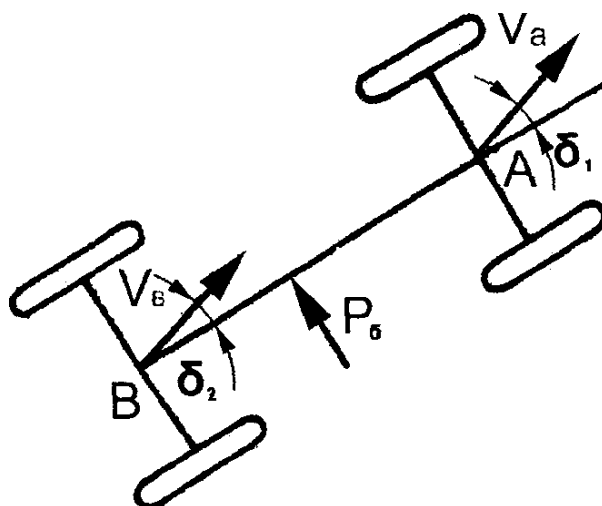


Рисунок 40.4 - Движение автомобиля с нейтральной поворачиваемостью при действии боковой силы

При действии поперечной силы  $P_b$  автомобиль с излишней поворачиваемостью начинает поворачиваться вокруг центра  $O$  (рис. 40.5).

Возникающая центробежная сила  $P_j$ , имеет нормальную составляющую  $P_y$ , совпадающую по направлению с боковой силой  $P_b$ , вызвавшей увод автомобиля.

Такое соотношение сил будет способствовать увеличению увода и уменьшению радиуса поворота. Для обеспечения прямолинейного движения водитель будет вынужден повернуть управляемые колеса в противоположную сторону.

Управляя автомобилем с излишней поворачиваемостью, водителю необходимо постоянно корректировать траекторию движения с помощью рулевого управления.

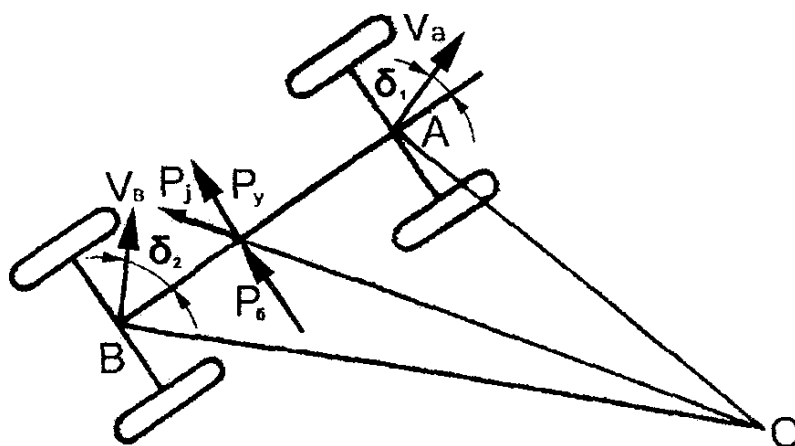


Рисунок 40.5 - Движение автомобиля с излишней поворачиваемостью при действии боковой силы

При наличии недостаточной поворачиваемости автомобиля (рис. 40.6) поперечная составляющая центробежной силы  $P_y$ , направлена в

противоположную сторону от боковой силы  $P_b$ . Такое распределение действующих сил приводит к уменьшению увода колес, и автомобиль практически сохраняет прямолинейное движение

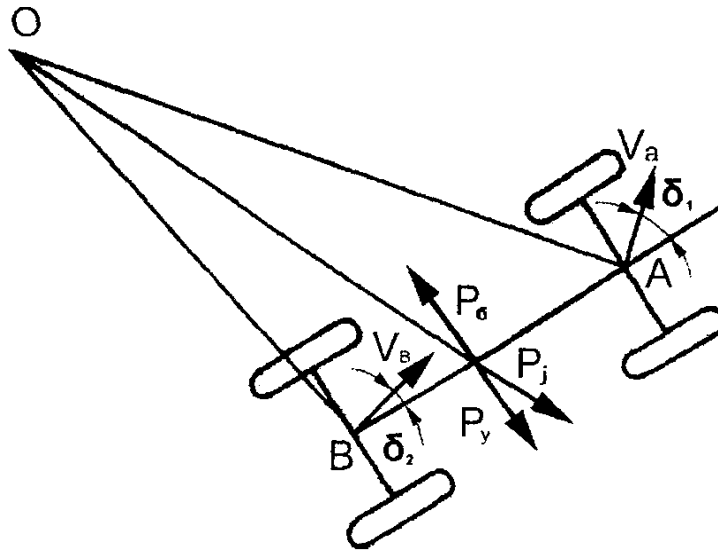


Рисунок 40.6 - Движение автомобиля с недостаточной поворачиваемостью при действии боковой силы

Исследования поворачиваемости автомобилей показывают, что конструктивное исполнение ПАСА должно быть таким, чтобы обеспечивалась его недостаточная поворачиваемость.

Автомобили с недостаточной поворачиваемостью более устойчивы и лучше сохраняют направление движения по сравнению с автомобилями с излишней поворачиваемостью.

Сложность и опасность управления автомобилем с излишней поворачиваемостью возрастает с увеличением скорости движения и при достижении определенного ее значения, называемого критическим по условиям увода.

В этом случае автомобиль теряет управляемость. При критической скорости движения с нейтральным положением управляемых колес даже незначительный боковой толчок вызывает быстро нарастающий увод, приводящий к заносу автомобиля.

Движение автомобиля с излишней поворачиваемостью при значении скорости движения, приближающейся к критической, особенно опасно, когда дорожное покрытие имеет низкий коэффициент сцепления  $\phi$ .

Чтобы определить критическую скорость движения автомобиля, выразим:

$$R\Theta = R_k\Theta + \left( \frac{G_1}{K_{\delta_1}} - \frac{G_2}{K_{\delta_2}} \right) \frac{V_a^2}{g}.$$

Учитывая, что  $R_k\Theta=L$ , получим

$$R\Theta = L + \left( \frac{G_1}{K_{\delta 1}} - \frac{G_2}{K_{\delta 2}} \right) \frac{V_a^2}{g}.$$

Поскольку при критической скорости угол поворота управляемых колес  $\Theta$  равен нулю, определим критическую скорость, приравняв левую часть равенства к нулю:

$$V_{кр} = \sqrt{\frac{gL}{\frac{G_2}{K_{\delta 2}} - \frac{G_1}{K_{\delta 1}}}}, \text{ м/с}$$

Анализ формулы показывает, что у автомобилей с недостаточной поворачиваемостью критическая скорость отсутствует в связи с тем, что подкоренное выражение отрицательно. У автомобилей с нейтральной поворачиваемостью критическая скорость равна бесконечности.

## 41 УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ ПРОТИВ ОПРОКИДЫВАНИЯ И ЗАНОСА

Опрокидывание ПАСА (относительно колес одной стороны) возможно в двух случаях:

-движение автомобиля в процессе поворота на горизонтальном участке дороги;

-прямолинейное движение по косоугору.

На рис. 41.1 показана схема сил, действующих на автомобиль в поперечной плоскости при движении на повороте на горизонтальном участке дороги.

При движении автомобиля на повороте возникает центробежная сила  $P_{ц}$ , действующая из центра тяжести  $O_{ц}$  в поперечном направлении. При этом величина нормальных реакций  $Z_{н}$  на наружных колесах будут увеличиваться и на внутренних колесах  $Z_{в}$  - соответственно уменьшаться. В момент опрокидывания автомобиля величина  $Z_{в}$  будет равна нулю.

Условием опрокидывания автомобиля в этом случае будет

$$P_{ц} h_g \geq G_a \frac{B}{2},$$

$$P_{ц} = \frac{G_a}{g} j_{ц},$$

где  $j_{ц}$  - боковое ускорение, действующее в центре тяжести автомобиля.

Условием опрокидывания автомобиля в этом случае будет

Подставив значение  $P_{ц}$ , получим

$$\frac{G_a}{g} j_{ц} h_g \geq G_a \frac{B}{2}.$$

откуда определяем

$$\frac{j_{ц}}{g} \geq \frac{B}{2h_g}.$$

где отношение бокового ускорения  $j_{ц}$  к ускорению свободного падения  $g$  называется коэффициентом поперечной устойчивости автомобиля  $\eta_a$ .

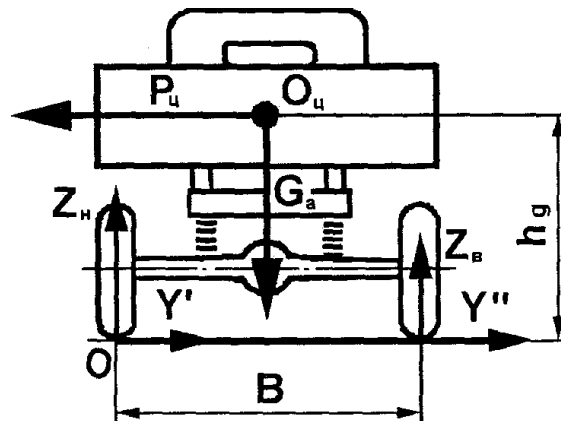


Рисунок 41.1- Силы, действующие на автомобиль при повороте

Опрокидывание автомобиля при движении на повороте произойдет в том случае, если боковое ускорение  $j_{ц}$ , выраженное в долях  $g$ , станет равным или большим коэффициенту поперечной устойчивости  $\eta_a$ .

С увеличением колеи  $B$  и понижением центра тяжести автомобиля  $h_g$ , его поперечная устойчивость против опрокидывания будет повышаться. В связи с этим для уменьшения вероятности опрокидывания необходимо располагать центр тяжести возможно ниже при максимальном использовании имеющейся колеи.

Подставив величину бокового ускорения  $j_{ц} = \frac{V_a^2}{R}$  и сделав преобразования, можно получить предельно допустимую скорость движения автомобиля по опрокидыванию при данном радиусе поворота  $R$

$$V_{\text{амп}} = \sqrt{\frac{BRg}{2h_g}} .$$

Условием бокового скольжения автомобиля при движении на повороте (заноса) является:

$$P_{ц} \geq \varphi G_a \quad \text{или} \quad j_{ц}/g \geq \varphi .$$

Таким образом, для обеспечения поперечной устойчивости против заноса необходимо, чтобы коэффициент сцепления колес с покрытием дороги  $\varphi$  был больше, чем величина отношения  $j_{ц}/g$

Чем выше значение коэффициента поперечной устойчивости тем меньше вероятность опрокидывания автомобиля. С малыми значениями коэффициента сцепления (гололед) вероятность заноса увеличивается.

Предельно допустимая скорость движения автомобиля по заносу при данном радиусе поворота

$$V_{\text{амп}} = \sqrt{\varphi Rg} .$$

На рис. 41.2 показана схема сил, действующих на автомобиль при движении по косоугору.

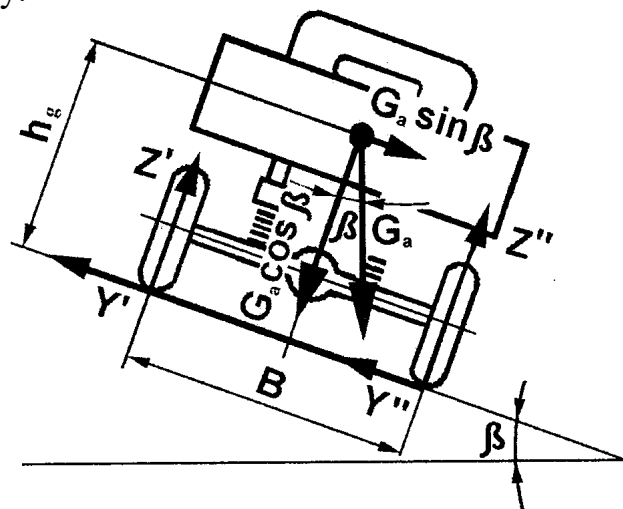


Рисунок 41.2 - Силы, действующие на автомобиль при движении по косоугору

Опрокидывающей силой на высоте центра тяжести  $h_g$  является составляющая, параллельная плоскости  $G_a \sin \beta$ . С целью определения условий опрокидывания составим уравнение моментов сил, действующих на автомобиль, относительно оси опрокидывания (точки  $O$ )

$$Z'B + G_a \sin \beta h_g - G_a \cos \beta \frac{B}{2} = 0.$$

В момент опрокидывания нормальная реакция дороги  $Z$  равна нулю, а направление сил веса  $G_a$  будет проходить через точку  $O$ . В этом случае условием опрокидывания будет

$$G_a \sin \beta h_g \geq G_a \cos \beta \frac{B}{2},$$

$$\operatorname{tg} \beta \geq B/2h_g,$$

$\beta$ -угол поперечной устойчивости, он равен максимальному углу косогора, на котором автомобиль будет двигаться без опрокидывания.

Тангенс угла  $\beta$ , равный отношению  $B/2h_g$ , называется также коэффициентом поперечной устойчивости.

Скольжение автомобиля по косогору произойдет при условии, когда

$$G_a \sin \beta \geq Y' + Y'',$$

$$\text{Так как } Y' + Y'' = G_a \cos \beta \varphi,$$

$$\operatorname{tg} \beta \geq \varphi,$$

$$\frac{B}{2h_g} \geq \varphi.$$

То есть, если автомобиль имеет колею и высоту центра тяжести с коэффициентом поперечной устойчивости большим, чем возможное значение коэффициента сцепления колес с покрытием дороги, то при движении по косогору произойдет боковое скольжение.

Коэффициент поперечной устойчивости против, опрокидывания рассматривался, когда положение (центра тяжести автомобиля в горизонтальной плоскости относительно точек контакта колес с дорогой (половина колеи  $B$ ) принималось неизменным.

На самом деле автомобиль представляет сложную систему масс, соединенных между собой шарнирно, с помощью упругих элементов.

Все массы по их относительному положению в пространстве при движении автомобиля принято делить на две группы: подрессоренные массы (кузов) и неподрессоренные (мосты с колесами).

При движении автомобиля на повороте под действием поперечной силы происходит поворот подрессоренной массы относительно неподрессоренной в сторону действия силы.

В результате создания крена кузова поперечная устойчивость автомобиля снижается. Величина крена увеличивается дополнительно от деформации тип. Поскольку величина крена кузова зависит от жесткости подвески, для увеличения поперечной устойчивости автомобилей в подвеску вводят стабилизаторы.

На пожарных автоцистернах АЦ-40(130)63Б с целью снижения поперечного крена кузова передняя подвеска оборудована стабилизатором с торсионным валом, закручивающимся при создании боковых нагрузок. Благодаря установке стабилизатора крен кузова уменьшается на 20... 40 %. Коэффициент поперечной устойчивости снижается также из-за смещения центра тяжести огнетушащих средств в емкости пожарной автоцистерны. Проведенными экспериментальными исследованиями установлено, что пожарные автоцистерны при движении с полной емкостью к месту вызова теряют 10...15 % жидкости от общего объема через переливную трубу. По этой причине перемещение жидкости в емкости пожарной автоцистерны при движении на поворотах снижает поперечную устойчивость автомобиля

### **Устойчивость автомобиля против заноса при торможении**

Резкое торможение ПАСА на мокрых и обледенелых дорогах часто приводит к потере их устойчивости и управляемости. Разность тормозных сил на колесах и возникновение поворачивающего момента при торможении ПАСА оказывает существенное влияние на его устойчивость против заноса с последующим возможным дорожно-транспортным происшествием. Основными причинами возникновения неодинаковых тормозных сил на колесах являются: отсутствие нормативных зазоров между тормозными колодками и барабанами, замасливание колодок, неисправность тормозных механизмов, разность давления в шинах колес правого и левого бортов, нарушение развесовки относительно продольной оси автомобиля.

По мере износа протектора шин ухудшается сцепление колес с дорогой, увеличивается вероятность бокового заноса. Коэффициент сцепления покрышки с дорогой, протектор которой изношен до полного исчезновения рисунка, почти в два раза меньше коэффициента сцепления новой шины. Поэтому эксплуатация автомобиля с изношенным протектором недопустима и запрещена правилами дорожного движения.

Если у автомобиля одно из колес развивает меньшее тормозное усилие, чем остальные, то равнодействующая тормозных сил будет приложена не по осевой линии, а смещена от нее на некоторое расстояние. Равнодействующая тормозных сил и сила инерции автомобиля образуют поворачивающий момент. Если разные по величине тормозные силы приложены к колесам заднего моста автомобиля (рис. 41.3), то при повороте расстояние  $S$  будет уменьшаться. Это приведет к тому, что автомобиль повернется на некоторый угол и будет продолжать замедленное движение без дальнейшего заноса

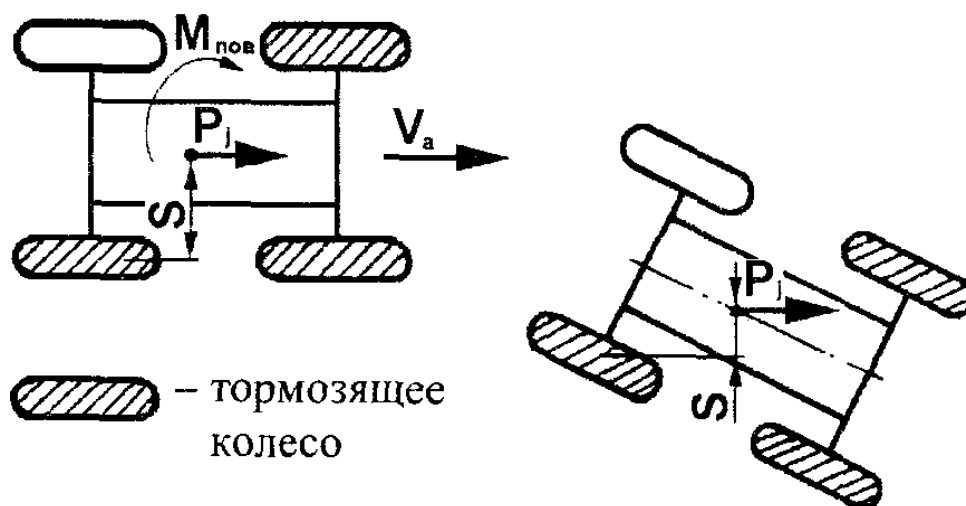


Рисунок 41.3 -Схема заноса автомобиля при разности тормозных сил на колесах заднего моста

Если же разность тормозных сил имеется на колесах переднего моста (рис. 41.3), то при торможении и заносе расстояние  $S$  увеличивается, что приводит к прогрессивно нарастающему заносу автомобиля.

Проведенные экспериментальные исследования устойчивости ПАСА против заноса при торможении показали, что пожарные автоцистерны имеют большую склонность к заносу, чем грузовые автомобили, имеющие одинаковые весовые и размерные параметры. Повышенная склонность пожарных автоцистерн к заносу объясняется тем, что в первоначальный промежуток времени жидкий груз не участвует в процессе начавшегося поворота автомобиля вокруг вертикальной оси. Некоторое отставание жидкости от поворота автомобиля способствует увеличению его угловой скорости в начале заноса.

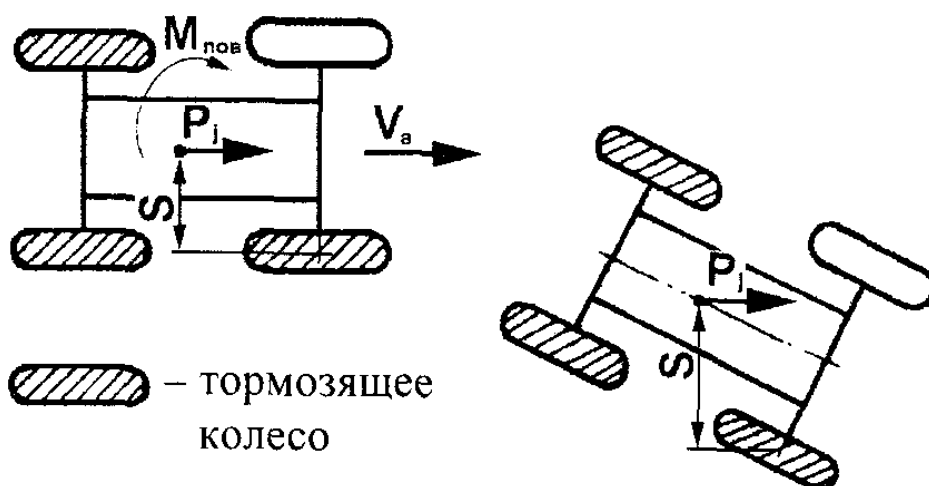


Рисунок 41.4 - Схема заноса автомобиля при разности тормозных сил на колесах переднего моста

Теоретические и экспериментальные исследования устойчивости против заноса в основном проводятся при торможении на прямолинейном участке движения. Однако торможение часто осуществляется при повороте



управляемых колес. Как правило, при возникновении аварийной ситуации водитель стремится выбрать наиболее безопасное направление движения и с целью уменьшения скорости на криволинейном участке траектории осуществляет торможение.

Исследования показали, что движение ПАСА по кругу сопровождается возникновением бокового ускорения и крена кузова. При торможении крен кузова и действие боковых сил вызывают появление дополнительного поворачивающего момента и возникновение заноса. По этой причине торможение автоцистерны АЦ-40(130)63Б на криволинейном участке траектории характеризуется худшей устойчивостью по заносу и опрокидыванию по сравнению с торможением на прямолинейном участке.

Для повышения устойчивости ПАСА против заноса при торможении необходимо при всех видах технического обслуживания, особенно при смене караулов, выполнять проверку и обеспечивать нормативное давление в шинах. Все изменения в компоновке ПТВ на ПАСА могут привести к нарушению развесовки, изменению сцепного веса на колесах автомобиля. Поэтому любую перестановку ПТВ необходимо согласовывать с технической службой областного, городского управления МЧС.

При всех видах технического обслуживания необходимо особенно тщательно выполнять проверку состояния тормозных механизмов, своевременно устранять неисправности и регулировать зазоры в тормозных механизмах, добиваясь одновременного срабатывания тормозов и одинаковых тормозных сил на колесах левого и правого бортов ПАСА. Значительное повышение устойчивости ПАСА при торможении достигается при оборудовании тормозной системы автомобиля антиблокировочной системой. При этом угол поворота при торможении и заноса уменьшается более чем в 5 раз, создавая условия для устойчивости и управляемости ПАСА в самых неблагоприятных дорожных условиях.

## 42 ПРОХОДИМОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ

### Влияние среднего удельного давления на проходимость машин

При движении гусеничной машины возникает касательная сила тяги, приложенная к грунтозацепам гусеницы. Эта сила вызывает растяжение, сжатие и сдвиг в дерновом слое. Проходимость машины будет обеспечиваться пока данная сила не создаст в дерновом слое напряжения, превышающие прочность дернины и деформация от вертикальной нагрузки не нарушит целостность слоя.

Если сцепление в дерновом покрове не достаточно, то под действием касательной силы тяги дернина будет разрушена, коэффициент сцепления снизится, возрастет буксование и машина будет не способна нести нагрузку.

Показателем для оценки давления на почву служит среднее удельное давление  $q$ , Н/см<sup>2</sup>

$$q = \frac{G}{2bL},$$

где  $G$  – эксплуатационный вес трактора, Н;

$b$  – ширина гусеницы, м;

$L$  – опорная длина гусеницы, м.

Как видно, при постоянстве веса трактора и увеличение площади контакта, среднее удельное давление уменьшается. Это влечет увеличение касательной силы тяги. Допустимая величина среднего удельного давления для тракторов, работающих например, на неосушенном болоте, не должна превышать  $(0,16-0,20)10^5$  Н/м<sup>2</sup>, а для работы на осушенных торфяниках  $(0,25-0,30)10^5$  Н/м<sup>2</sup>.

Для необходимости условия проходимости гусеничных машин необходимо чтобы максимальное удельное давление гусеницы должно быть меньше несущей способности гусеницы для данного типа грунта.

$$Q_{\max} < Q_{\text{нес}}$$
$$Q_{\text{нес}} = A_0 + B_0 \frac{\Pi}{S},$$

где  $A_0$  – сопротивление сжатию данного вида и состояния грунта, Н/м<sup>2</sup>;

$B_0$  – сопротивление срезу по периметру опорной поверхности, Н/м;

$\Pi$  – периметр опорной поверхности, м;

$S$  – площадь опорной поверхности, м<sup>2</sup>.

Для эффективного использования болотных тракторов условиями для проходимости являются:

$$Q_{\max} < Q = f(h) \text{ при } h = h_{\text{доп}},$$

где  $h_{\text{доп}}$  – допустимая глубина колеи, м.

$$Q_{\max} < Q = f(\delta) \text{ при } \delta = \delta_{\text{доп}},$$

где  $\delta_{\text{доп}}$  – допустимая величина буксования, %.

Первый случай, когда способность гусеничного движителя создавать полезную тягу ограничивается глубиной колеи, характерен для работы тракторов на торфоболотах без дерного слоя.

Второй случай, когда способность гусеничного движителя создавать полезную тягу ограничивается величиной допустимого буксования, характерен для работы тракторов на торфоболотах, имеющих прочный поверхностный слой.

В зависимости от отношения ( $l_k/l_{зв}$ ) форма эпюр давлений имеет различную форму (треугольник и трапеция). Тогда, значение максимального давления определится по формуле:

$$P_{max} = k_n P_{cp}$$

где  $k_n$  - коэффициент неравномерности распределения давления;

$P_{cp}$  - среднее давление гусениц на грунт.

Коэффициент сопротивления качению гусеничной машины состоит из двух компонентов:  $f = f_m + f_n$ , выражающих соответственно внешние и внутренние потери, тогда КПД гусеничного движителя:

$$\eta = \eta_\delta \eta_f = (1 - \delta) \left( \frac{P_o - P_f}{P_o} \right) = (1 - \delta) \left( \frac{\varphi - f_n}{\varphi + f_m} \right),$$

где  $P_o$  - суммарное окружное усилие на ведущих звездочках гусениц

$$P_o = (\varphi + f_m) Q,$$

$P_f$  - сила сопротивления качению машины  $P_f = (f_m + f_n) Q$

$Q$  - нагрузка на гусенице, Н;

$\varphi$  - коэффициент использования сцепного веса машины.

$$f_n \leq \varphi \leq \varphi_{сц}$$

где  $\varphi_{сц}$  - коэффициент сцепления гусениц с грунтом.

Повышение влажности почвы ведет к увеличению внешних потерь. Это объясняется попаданием абразивных частиц грунта в шарниры гусениц, беговые дорожки, на направляющие и ведущие колеса.

Тяговое усилие машины ограничивается условиями сцепления:

$$F_{т.сц} = F_{кр.сц} = F_{к.сц} - R_1 f = G_{сц} k_{сц} - G_{сц} f,$$

где  $F_{к.сц}$  - максимальное касательное усилие на гусеницах по сцеплению, кН;

$G_{сц}$  - сцепной вес, кН;

$k_{сц}$ ,  $f$  - соответственно коэффициенты сцепления и сопротивления движению.

При повышении тягового усилия с увеличением коэффициента сцепления и снижением коэффициента сопротивления движению при постоянном сцепном весе проходимость увеличивается.

Дифферент - это угол наклона опорной поверхности машины к горизонту.

$$\operatorname{tg} \Delta = \frac{h}{L},$$

где  $\Delta h$  – разность погружений переднего и заднего опорных колес движителя, м;

$L$  – длина опорной поверхности, м.

При движении машины по слабонесущим грунтам происходит разрушение грунта вдоль опорной поверхности и несущая способность грунта спереди больше, чем сзади. Из-за этого, а также неравномерного распределения давлений вдоль опорной поверхности машина движется с дифферентом – положительным при наклоне назад и отрицательном при наклоне вперед. Наименьшие значения удельных давлений получаются в транспортном положении при положительном дифференте  $1^\circ 50'$  для эластичной и  $1^\circ 15'$  для жесткой гусеницы и соответственно под нагрузкой  $0^\circ 40'$  и  $0^\circ 33'$ .

Дорожный просвет (клиренс) должен быть не менее

$$h_{\min} = 1,1 h_{\text{нер}},$$

где  $h_{\text{нер}}$  – максимальная высота неровностей.

Обычно  $h_{\min} > 400-500$  мм. Учитывая дифферент машины назад, минимальный дорожный просвет желательно иметь спереди или в средней части машины, а сзади

$$h_{\max} = h_{\min} + h_{\text{кол}},$$

где  $h_{\text{кол}}$  – глубина колеи под задними звеньями гусениц.

Скорость движения не оказывает существенное влияние на проходимость машины, но с ее увеличением свыше 3 км/ч снижается глубина следа, коэффициент буксования и сопротивление передвижению.

Во избежание образования призмы волочения перед лобовыми участками гусениц угол подъема гусеничной ленты должен быть равным  $22-34^\circ$ .

По величине отношения шага катков к шагу звеньев гусениц различают многоопорные движители ( $l_k/l_{зв} \leq 2$ ) и малоопорные при ( $l_k/l_{зв} \geq 2$ ). Для более равномерного распределения давления под катками и между ними данное отношение должно быть в пределах  $l_k/l_{зв} = 1,7-2,0$ . Звенья гусениц должны иметь отверстия для пропуска воды, выжимаемой из влажного грунта. Наибольшая проходимость будет достигаться путем увеличения ширины гусеницы, нежели ее длины путем увеличения числа грунтозацепов.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Абдразаков, Ф. К. Мелиоративные, строительные и дорожные машины: : учебное пособие / Ф.К. Абдразаков. - Саратов : СГАУ, 2003. - 124 с.
2. Безбородько, М. Д. Пожарно-техническое вооружение. / М.Д. Безбородько, П.П. Алексеев. – М.: Стройиздат, 1981. – 360 с.
3. Белецкий, Б. Ф. Строительные машины и оборудование / Б. Ф. Белецкий, И.Г.Булгаков. – СПб.: Издательство «Лань», 2012. – 608 с. – ISBN 978-5-8114-1282-2.
4. Борщов, Т.С. Мелиоративные машины / Т.С. Борщов, Р.А.Мансуров, В.А. Сергеев.- Л., Агропромиздат, 1985. –288с.
5. Васильев, Б.А. Мелиоративные строительные машины / Б.А. Васильев, И. И. Мер, Г.Т. Прудников, Г.А. Рябов.- М.: Агрепромиздат, 1986. –431с.
6. Гарбузов, З.Е. Экскаваторы непрерывного действия / З.Е. Гарбузов, В.М. Донской. - М.: Высшая школа, 1987. –288с.
7. Гребнев, В. П. Тракторы и автомобили. Теория и эксплуатационные свойства: учеб. пособие для студ. вузов по напр. "Агроинженерия"; рек. УМО / В. П. Гребнев, О. И. Поливаев, А. В. Ворохобин. - 2-е изд. стер. - М.: Кнорус, 2013. - 264 с.
8. Доценко, А. И. Машины для земляных работ / А. И. Доценко, Г. Н. Карасев, Г. В. Кустарев, К. К. Шестопалов. - М.: Издательский Дом "БАСТЕТ", 2012. – 689 с.
9. Ерохин, М. Н. Детали машин и основы конструирования / М. Н. Ерохин. – М.: КолосС, 2005. – 465 с.
10. Ипатов, П. П. Машины и оборудование для природообустройства и водопользования / П. П. Ипатов, Е. Ю. Пасечник. – Томск: изд-во ТПУ, 2011. - 248 с.
11. Кленин, Н.И. Сельскохозяйственные и мелиоративные машины : учебник / Н. И. Кленин, В. Г. Егоров. - М. : КолосС, 2005. - 464 с. : ил. - (Учебники и учеб. пособия для студентов высш. учеб. заведений). – ISBN 5-9532-0035-8.
12. Кулаковский Б.Л. Пожарные аварийно-спасательные и специальные машины Учебное пособие / Б.Л. Кулаковский - Мн. УП «Технопринт», 2004. – 382 с.
13. Машиностроение: энциклопедия: в 40 т. Т. IV-9. Строительные, дорожные и коммунальные машины. Оборудование для производства строительных материалов ; Раздел IV. Расчет и конструирование машин / И. П. Ксенович, Л. А. Волков, Г. Н. Карасев ; ред. К. В. Фролов, К. С. Колесников. - М. : Машиностроение, 2005. - 736 с. : ил. – ISBN 5-217-03279-0.
14. Мер И.И. "Мелиоративные машины" М.: Колос, 1980, 351с.

15. Преснов А.И. Пожарные автомобили: Учебник водителя пожарного автомобиля / А.И. Преснов, А.Я. Каменцев, Ю.В. Парышев, М.П. Бородин и др. – Санкт-Петербург, 2006. – 507 с.

16. Ревин, Ю. Г. Машины и оборудование природообустройства / Ю. Г. Ревин. - М.: Издательство "КолосС", 2010. – 242 с.

17. Технология машиностроения, производство и ремонт подъемно-транспортных, строительных и дорожных машин : учебник / ред. В. А. Зорин. - М. : Академия, 2010. - 576 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Транспорт). – ISBN 978-5-7695-4970-0.

18. Тюрин, Н. А. Дорожно-строительные материалы и машины : учебник / Н. А. Тюрин, Г. А. Бессараб, В. Н. Язов. - М. : Академия, 2009. - 304 с. : ил. - (Высшее проф. образование. Лесное хозяйство). – ISBN 978-5-7695-5357-8.

19. Шестопалов, К. К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование / К. К. Шестопалов. - Издание 6-е. Вологда. Издательство: Инфа-Инженерия, 2012. – 320 с.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1 МАШИНЫ И МЕХАНИЗМЫ. ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ.....	4
2 СИЛОВОЕ ОБОРУДОВАНИЕ ИСПОЛЬЗУЕМОЕ В МАШИНАХ ПРИРОДООБУСТВА И ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ.....	11
3 БАЗОВЫЕ МАШИНЫ.....	18
4 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ.....	21
5 ЗЕМЛЕРОЙНЫЕ МАШИНЫ.....	25
6 ЗЕМЛЕРОЙНО-ТРАНСПОРТНЫЕ МАШИНЫ И МАШИНЫ ДЛЯ УПЛОТНЕНИЯ ГРУНТОВ.....	355
7 МАШИНЫ ДЛЯ ОБРАБОТКИ КАМЕННОГО МАТЕРИАЛА...	50
8 МАШИНЫ ДЛЯ УСТРОЙСТВА ЗАКРЫТОГО ГОРИЗОНТАЛЬНОГО ДРЕНАЖА.....	64
9 МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЯ ДЛЯ ЭКСПЛУАТАЦИИ ОРОСИТЕЛЬНЫХ КАНАЛОВ.....	70
10 МАШИНЫ И УСТАНОВКИ ДЛЯ ВОСПОЛНЕНИЯ ВЛАГОЗАПАСОВ.....	91
11 МАШИНЫ ДЛЯ СРЕЗАНИЯ ДРЕВЕСНО-КУСТАРНИКОВОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ.....	104
12 КОРЧЕВАЛЬНЫЕ МАШИНЫ.....	114
13 РАСЧЕТ ПЛУЖНЫХ КАНАЛОКОПАТЕЛЕЙ.....	120
14 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН С РОТАЦИОННЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	128
15 ОСНОВЫ ТЕОРИИ И РАСЧЕТА МАШИН СО СКРЕБКОВЫМИ РАБОЧИМИ ОРГАНАМИ.....	135
16 ПРОХОДИМОСТЬ МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН ПО БОЛОТНО-ТОРФЯНЫМ И ВОДОНАСЫЩЕННЫМ ГРУНТАМ	144
17 КЛАССИФИКАЦИЯ, МАРКИРОВКА И СПЕЦИФИКА ПОЖАРНОЙ, АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	149
18.ОСНОВНЫЕ ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ.....	156
19.ПОЖАРНЫЕ НАСОСНО-РУКАВНЫЕ АВТОМОБИЛИ.....	172
20.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ПЕРВОЙ ПОМОЩИ.....	176
21.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ПЕННОГО ТУШЕНИЯ.....	178
22.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ПОРОШКОВОГО ТУШЕНИЯ.	181
23.ПОЖАРНЫЕ АЭРОДРОМНЫЕ АВТОМОБИЛИ.....	189
24.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗОВОГО ТУШЕНИЯ.....	197
25.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ КОМБИНИРОВАННОГО ТУШЕНИЯ.....	199
26.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗОВОДЯНОГО ТУШЕНИЯ...	203
27.ЛЕСОПОЖАРНАЯ ТЕХНИКА.....	207
28.АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫЕ АВТОМОБИЛИ.....	211
29.ПОЖАРНЫЕ АВТОЛЕСТНИЦЫ И КОЛЕНЧАТЫЕ АВТОПОДЪЕМНИКИ.....	220

	стр
30.ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ СВЯЗИ И ОСВЕЩЕНИЯ.....	242
31 ПОЖАРНЫЕ АВТОМОБИЛИ ГАЗОДЫМОЗАЩИТНОЙ СЛУЖБЫ, АВТОМОБИЛИ ДЫМОУДАЛЕНИЯ, ПРИЦЕПЫ ДЫМОУДАЛЕНИЯ.....	245
32.ПОЖАРНЫЕ ПОЕЗДА.....	251
33.МАШИНЫ ХИМИЧЕСКОЙ И РАДИАЦИОННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ.....	254
34.МАШИНЫ ДЛЯ САНИТАРНОЙ ОБРАБОТКИ ЛИЧНОГО СОСТАВА, СПЕЦИАЛЬНОЙ ОБРАБОТКИ МЕСТНОСТИ, СООРУЖЕНИЙ И ТЕХНИКИ.....	257
35.ИНЖЕНЕРНАЯ ТЕХНИКА.....	261
36.АВТОМОБИЛИ ШТАБНЫЕ. АВТОМОБИЛИ СВЯЗИ.....	266
37.КОМПОНОВКА ПОЖАРНЫХ АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНЫХ АВТОМОБИЛЕЙ.....	268
38.ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЖАРНОГО АВАРИЙНО-СПАСАТЕЛЬНОГО АВТОМОБИЛЯ. ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О СИЛАХ, ДЕЙСТВУЮЩИХ НА НЕГО ПРИ ДВИЖЕНИИ.....	271
39.ДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ. ДИНАМИЧЕСКИЙ ФАКТОР.....	292
40.ТЯГОВО-СКОРОСТНЫЕ СВОЙСТВА АВТОМОБИЛЯ ПРИ НЕРАВНОМЕРНОМ ДВИЖЕНИИ. ТОРМОЖЕНИЕ АВТОМОБИЛЯ.....	300
41.УСТОЙЧИВОСТЬ АВТОМОБИЛЯ ПРОТИВ ОПРОКИДЫВАНИЯ И ЗАНОСА.....	315
42 ПРОХОДИМОСТЬ ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ НА ГУСЕНИЧНОМ ХОДУ.....	321
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	324