

Э. Г. РОНИНСОН, М. Д. ПОЛОСИН

# МАШИНИСТ БУЛЬДОЗЕРА

Допущено  
Экспертным советом  
по профессиональному образованию  
в качестве учебного пособия  
для образовательных учреждений,  
реализующих программы  
профессиональной подготовки

3-е издание, стереотипное



Москва  
Издательский центр «Академия»  
2011

УДК 656.071.2:625.08(075.9)

ББК 38.623

P713

*Серия «Непрерывное профессиональное образование»*

Рецензенты:

главный специалист НОУ «Тушинский учебный комбинат» *М.С.Титов*;  
начальник учебного полигона РГАУ — МСХА им. К.А.Тимирязева *Е.В.Шевкун*

**Ронинсон Э.Г.**

P713 **Машинист бульдозера : учеб. пособие / Э.Г.Ронинсон, М.Д.Полосин. — 3-е изд., стер. — М. : Издательский центр «Академия», 2011. — 64 с.**

ISBN 978-5-7695-7945-5

В учебном пособии предлагается применение компетентностного подхода к подготовке машиниста бульдозера.

Рассмотрена общая конструкция современных наиболее распространенных и новых моделей бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей. Описано устройство основных сборочных единиц рабочего оборудования бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей, а также их базовых тракторов (трансмиссий, ходовой части, систем управления, гидрооборудования и др.). Приведены общие сведения о земляных работах и технология производства этих работ бульдозерами и бульдозерами-рыхлителями. Даны основные положения по технической эксплуатации и технике безопасности труда при выполнении бульдозерных работ.

Для подготовки и переподготовки рабочих по профессии «Машинист бульдозера». Может быть использовано в учреждениях начального профессионального образования.

УДК 656.071.2:625.08(075.9)

ББК 38.623

*Учебное издание*

**Ронинсон Эдуард Григорьевич  
Полосин Митрофан Дмитриевич  
Машинист бульдозера**

**Учебное пособие**  
3-е издание, стереотипное

Редактор *Е.М.Бакрылова*  
Компьютерная верстка: *А.В.Бобылева*  
Корректоры *Н.С.Кукушкина, Н.Л.Котелина*

Изд. № 103110081. Подписано в печать 21.01.2011. Формат 70×100/16. Гарнитура «Школьная». Бумага офсетная № 1. Печать офсетная. Усл. печ. л. 5,2. Тираж 1500 экз. Заказ № 31159.

ООО «Издательский центр «Академия». [www.academia-moscow.ru](http://www.academia-moscow.ru)  
125252, Москва, ул. Зорге, д. 15, корп. 1, пом. 266.

Адрес для корреспонденции: 129085, Москва, пр-т Мира, 101В, стр. 1, а/я 48.  
Тел./факс: (495) 648-0507, 616-00-29.

Санитарно-эпидемиологическое заключение № РОСС RU. АЕ51. Н 14963 от 21.12.2010.

Отпечатано в соответствии с качеством предоставленных издательством электронных носителей в ОАО «Саратовский полиграфкомбинат».  
410004, г. Саратов, ул. Чернышевского, 59. [www.sarpk.ru](http://www.sarpk.ru)

*Оригинал-макет данного издания является собственностью  
Издательского центра «Академия», и его воспроизведение любым способом  
без согласия правообладателя запрещается*

- © Ронинсон Э.Г., Полосин М.Д., 2007
- © Образовательно-издательский центр «Академия», 2007
- © Оформление. Издательский центр «Академия», 2007
- © Крюков К.А., дизайн серии, 2007

ISBN 978-5-7695-7945-5



## К читателю

Машинист бульдозера сегодня требуется при строительстве автомобильных и железных дорог, водных каналов, земляных дамб, траншей для подземных коммуникаций и т. п. Квалифицированный специалист должен уметь выполнять срезание, перемещение, разравнивание отсыпного грунта, планировку площадки, засыпку траншей, сгребание снега и другие работы. Учебное пособие поможет вам получить качественные теоретические знания и практические навыки в этой области.

Изучив данное пособие, вы будете **знать**:

- общее устройство, классификацию и параметры бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей;
- назначение и общее устройство базовых машин бульдозеров;
- особенности режимов работы трансмиссий;
- устройство и принцип работы основных сборочных единиц базовых машин (муфт сцепления, коробок передач, ведущих мостов, ходовой части);
- устройство основных видов рабочего оборудования бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей;
- виды и свойства грунтов, разрабатываемых бульдозерами и бульдозерами-рыхлителями;
- виды земляных сооружений, возводимых с помощью бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей;
- основные положения технологии производства земляных работ и приемы выполнения их с помощью бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей;
- основы технической эксплуатации и безопасности труда машиниста.

Изучив данное пособие, вы будете **уметь**:

- разбираться в схемах систем, чертежах конструкции сборочных единиц бульдозеров, бульдозеров-рыхлителей и базовых машин;
- проследить взаимодействие узлов и механизмов управления бульдозерами и бульдозерами-рыхлителями;
- составлять технологическую последовательность выполнения бульдозерных работ при возведении различных земляных сооружений (земляного полотна, насыпей, выемок, откосов и т. п.).

## Введение

Бульдозер относится к землеройно-транспортным машинам. В рабочем режиме он разрабатывает грунт отвалом, расположенным спереди машины, и после образования перед отвалом призмы земли перемещает ее волоком по рабочей поверхности к месту отсыпки. Наибольшее расстояние перемещения составляет 100...150 м, так как иначе возрастают потери грунта от пересыпания за отвал. Основное применение бульдозеров — возведение насыпи дорог и плотин, отрывка котлованов, засыпка ям, разработка пород с полезными ископаемыми. Рыхлитель является вспомогательным рабочим органом к бульдозеру, предназначенным для разрыхления твердых или мерзлых грунтов, разработка которых отвалом бульдозера затруднительна. Бульдозер благодаря высоким тяговым качествам, маневренности и имеющемуся набору навесных рабочих органов является весьма универсальной машиной.

Производством бульдозеров в настоящее время занимаются практически все ведущие зарубежные фирмы, специализирующиеся в области дорожно-строительного машиностроения. Россия также является производителем бульдозеров, которые по конструктивным решениям и техническому уровню не уступают зарубежным аналогам. Потребность строителей России на 30...40% удовлетворяется отечественным производством. Парк бульдозеров в России значительно обновляется благодаря созданию новых моделей, особенно мощных машин, и модернизации серийных. Совершенствование бульдозеров идет по следующим основным направлениям:

- повышение надежности путем изменения технологии и использования более прочных материалов;
- рост мощности двигателей, позволяющий повышать производительность;
- применение прогрессивных трансмиссий, автоматизирующих рабочий процесс машины и облегчающих труд машинистов;
- улучшение условий работы машинистов путем создания комфорта в кабине, снижения шума и запыленности, уменьшения усилий на органах управления и т. д.

# 1

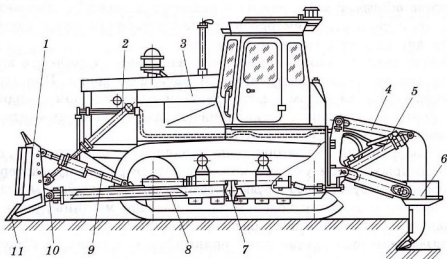
## Общие сведения о бульдозерах и бульдозерах-рыхлителях

### 1.1

#### Общее устройство, классификация и основные параметры бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей

Бульдозер — это самоходная землеройно-транспортная машина, предназначенная для разработки и перемещения грунта, горных пород, строительных и других материалов. Бульдозеры используются при возведении различных сооружений, добыче полезных ископаемых и складировании материалов.

**Устройство.** Бульдозер состоит из базовой машины и навесного оборудования. В качестве базовой машины используют гусеничный или колесный трактор или тягач. На рис. 1 представлен бульдозер на базе гусеничного трактора. Навесное оборудование в виде отвала 1 криволинейного профиля навешивается фронтально на базовую машину 3 при помощи толкающих брусьев 8. Толкающие брусья, закрепленные по краям отвала в шарнирах 10, задними концами шарнирно установлены в опорах 7 базовой машины, что позволяет перемещать отвал в вертикальной плоскости для его заглабления в грунт



**Рис. 1.** Устройство бульдозера и бульдозера-рыхлителя:

1 — отвал; 2, 5 — гидроцилиндры; 3 — базовая машина; 4 — подвеска; 6 — рабочая балка с зубом и наконечником; 7 — опора шарнира; 8 — толкающий брус; 9 — раскос; 10 — шарнир; 11 — нож

и подъема гидроцилиндрами 2. С помощью раскосов 9 отвал может менять угол наклона в продольной и поперечной плоскостях машины. Нижняя кромка отвала снабжена ножами 11, которые по мере износа меняют.

Работа бульдозера связана с необходимостью обеспечения напорного или тягового усилия для преодоления сопротивления врезанию отвала в грунт и его перемещению. Поэтому более широкое распространение в качестве базовой машины для бульдозера получили гусеничные тракторы, которые благодаря лучшему сцеплению гусениц с опорной поверхностью позволяют реализовать значительно большее тяговое усилие по сравнению с колесным трактором. Колесные бульдозеры чаще применяют при выполнении работ небольших объемов или вспомогательных работ.

Разработка твердых или мерзлых грунтов и пород отвалом бульдозера бывает затруднительна, в этих случаях одновременно с бульдозерным отвалом используют навесной рыхлитель, размещенный сзади базового трактора. Рыхлитель послонно разделяет твердые грунты и породы на отдельные куски и глыбы, которые затем могут разрабатываться и перемещаться бульдозерами. Такой агрегат называют *бульдозером-рыхлителем*. Рабочая балка 6 рыхлителя с наконечником и зубом на подвеске 4 шарнирно крепится к раме трактора. Благодаря такому креплению рабочий орган рыхлителя может быть опущен для заглубления в грунт и поднят гидроцилиндром 5.

**Рабочие циклы бульдозера и бульдозера-рыхлителя.** Рабочий цикл бульдозера, например при отрывке траншеи, начинается с *рабочего хода*, при котором производится заглубление отвала в грунт поверхности разрабатываемой площадки, срезание грунта в начале траншеи до скопления его перед отвалом в процессе движения и образования призмы волочения, перемещение призмы к месту выгрузки. На месте выгрузки бульдозер останавливают для разгрузки грунта, поднимают отвал на 200 ... 300 мм и включают заднюю передачу.

*Холостой обратный ход* машины в исходное положение производится на более высокой скорости, чем рабочий. Далее рабочий цикл повторяют до получения дна траншеи заданной глубины.

Рабочий цикл бульдозера-рыхлителя начинается с рабочего хода, которым считается рыхление дна траншеи от начала до конца. При этом машина движется передним ходом с заглубленным в грунт зубом и поднятым отвалом. В конце хода машину останавливают, выглубляют рыхлитель, включают заднюю передачу и начинают холостой ход.

Далее рабочий цикл повторяют по параллельно смещенной траектории, а на ранее разрыхленном участке может начаться работа бульдозера.

**Классификация бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей.** Бульдозеры классифицируют по назначению, типу ходовой части базовой машины, типу рабочего оборудования и тяговому классу базовой машины.

*По назначению* бульдозеры классифицируют как машины общего назначения и специальные. Бульдозеры общего назначения предназначены для разработки и перемещения грунта и полезных ископаемых, а также строительных материалов при эксплуатации в условиях умеренного климата с температурой окружающей среды  $\pm 40^\circ\text{C}$ , холодного климата с температурой воздуха

до  $-60^{\circ}\text{C}$ , а также в условиях тропиков с температурой до  $50^{\circ}\text{C}$ . *Специальные бульдозеры* должны выполнять работы в специфических условиях и технологиях, например в трюмах теплоходов, в шахтах и т. п.

*По типу ходовой части* базовой машины бульдозеры разделяются на гусеничные и колесные. По количеству выпускаемых моделей, диапазону типоразмерного ряда, общему объему производства и парка машин в эксплуатации гусеничные бульдозеры имеют значительно большее применение, чем колесные.

*По типу рабочего оборудования* бульдозеры изготавливают двух типов: с неповоротным и поворотным отвалом. *Неповоротный отвал* устанавливается перпендикулярно и неподвижно относительно продольной оси машины. *Поворотный отвал* имеет возможность поворачиваться в плане на определенный угол относительно продольной оси машины, поэтому такие отвалы имеют большую длину. Указанное отличие установки отвала отражается на некоторых особенностях их применения. Например, поворотный отвал более приспособлен для планировки площадок, засыпки траншей, расчистки дорог от снега, так как разрабатываемый материал при повернутом отвале сходит с него вбок.

Классификация *по тяговому классу базовой машины* является важнейшим показателем. За основной классификационный параметр здесь принято номинальное тяговое усилие, измеряемое в килоньютонх (кН). Тяговое усилие характеризует наибольшую эффективность базовой машины в наиболее распространенных условиях. Это работа на суглинке с максимальным сцеплением гусениц или колес с грунтом. По принятой классификации бульдозеры делят на *легкие* (классов 1,4 ... 4), *средние* (классов 6 ... 15), *тяжелые* (классов 25 ... 35) и *сверхтяжелые* (класса 50).

*Рыхлители* классифицируют по назначению и тяговому усилию.

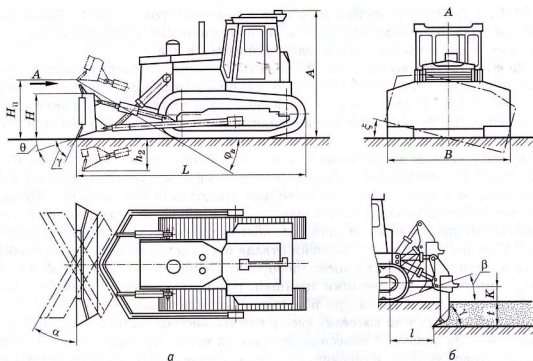
*По назначению* рыхлители подразделяют на рыхлители *общего назначения* с глубиной рыхления до 1000 мм и *специальные* для глубокого рыхления. Бульдозеры агрегируют навесными рыхлителями общего назначения. *По тяговому усилию* рыхлители разделяют на *средние, тяжелые и сверхтяжелые*, что совпадает с классификацией бульдозеров.

**Параметры бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей.** Машинисту необходимо ориентироваться в основных параметрах бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей, характеризующих качества машины, ее возможности, технический уровень.

Основными параметрами бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей, помещаемыми в сопроводительной документации, являются некоторые параметры базового трактора, в частности тяговый класс, масса, мощность двигателя, тип трансмиссии, скорости движения, а также параметры и геометрические размеры, обозначенные на рис. 2 и относящиеся к машине в целом.

В настоящее время в стране производят гусеничные бульдозеры трех классов: легкого (на базе тракторов класса 3), среднего (на базе тракторов классов 10, 11 и 15) и тяжелого (на базе тракторов классов 25 и 35), а бульдозеры-рыхлители — среднего, тяжелого и сверхтяжелого классов. Колесные бульдозеры выпускаются легкого класса на базе трактора класса 1,4 и, в не-





**Рис. 2. Основные параметры бульдозера (а) и бульдозера-рыхлителя (б):**

$L \times B \times A$  — габаритные размеры;  $H$  — высота отвала без козырька;  $B$  — ширина отвала;  $h_2$  — опускание отвала ниже опорной поверхности;  $H_n$  — высота подъема отвала;  $\alpha$  — угол установки отвала в плане;  $\gamma$  — угол резания;  $\xi$  — угол поперечного перекоса;  $\theta$  — задний угол отвала;  $\phi_2$  — угол въезда;  $t$  — заглубление зуба;  $l$  — расстояние от зуба до оси звездочки;  $K$  — высота нижней рамы от поверхности;  $\beta$  — угол съезда

значительном количестве, среднего класса 6 и тяжелого класса 25. Эти машины, особенно гусеничные классов 10...25 и 50, пользуются спросом у строителей, так как за последние годы в результате модернизации и создания новых моделей с прогрессивными трансмиссиями значительно повысился их технический уровень.

**Бульдозер на базе колесного трактора МТЗ-80/82** относится к наиболее распространенным колесным бульдозерам на базе колесных тракторов тягового класса 1,4. Они используются для работы в условиях инфраструктуры городских, промышленных и строительных организаций. В строительном комплексе машины применяют редко, в основном в качестве вспомогательного оборудования.

**Бульдозер ДЗ-42Г** с неповоротным отвалом на базе гусеничного трактора ДТ-75М Волгоградского тракторного завода тягового класса 3 много лет сохраняет свое преимущество в соотношении цена/качество и масса, пользуется спросом у потребителя. В последние годы была повышена мощность трактора до 80 кВт, улучшены условия работы машиниста. Эти бульдозеры широко применяются на различных дорожно-строительных работах, в жи-

лично-коммунальном хозяйстве, в сельском хозяйстве на строительных и заготовительных работах.

**Бульдозер и бульдозер-рыхлитель Б10М** на базе гусеничного трактора Т10М тягового класса 10 выпускаются крупнейшим производителем бульдозеров в России — Челябинским тракторным заводом «Уралтрак». Для расширения потребительских качеств бульдозеры могут комплектоваться различными двигателями, механической или гидромеханической трансмиссией, устройством защиты машиниста при опрокидывании, комфортным сидением, многорегимной отопительной установкой и т. д. Машина может быть оборудована как неповоротным, так и поворотным отвалом, а также отвалами различных исполнений, предназначенных для работы в разных грунтовых условиях.

Эти модели предназначены для разработки грунтов I...III категорий и IV — с рыхлением, а также скальных пород и мерзлых грунтов в условиях умеренного, холодного и тропического климата.

**Бульдозер-рыхлитель Т-15.01** тягового класса 15 является представителем семейства бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей, выпускаемых на базе тракторов тяговых классов 15... 50 Чебоксарским заводом тяжелых тракторов «Промтрактор». Бульдозерно-рыхлительный агрегат имеет высокую производительность благодаря внедрению в конструкцию прогрессивных решений: гидромеханической трансмиссии, подвески гусеничных тележек, снижающей ударную нагрузку, а также удобному и упрощенному обслуживанию. Агрегат может применяться для выполнения землеройных работ в промышленном, нефтегазовом, дорожном строительстве и горнодобывающей промышленности.

## 1.2

### Классификация и общее устройство базовых машин бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей

Базовая машина бульдозера и бульдозера-рыхлителя представляет собой трактор, который должен быть приспособлен для навешивания рабочего оборудования, создания и передачи рабочему оборудованию тягового усилия в ходе выполнения операций по резанию и перемещению различных материалов в рабочем режиме. Кроме того, на тракторе должна быть предусмотрена система управления положением оборудования в процессе выполнения рабочих операций и возможность движения на более высоких скоростях в транспортном режиме работы.

**Классификация базовых машин.** Основными признаками, по которым классифицируют базовые тракторы, являются: тяговый класс (тяговое усилие), назначение и тип ходовой части. Эти признаки главным образом определяют конструктивные особенности и технологические возможности трактора как базовой машины бульдозера и бульдозера-рыхлителя.

Классификация тракторов *по тяговому усилию* является основой для классификации бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей и имеет диапазон классов от 0,6 до 60. Для землеройно-транспортных машин применяют тракторы начиная с тягового класса 1,4.

*По назначению* тракторы делят на сельскохозяйственные и промышленные. *Сельскохозяйственные* тракторы выполняют различные операции в сельскохозяйственном производстве и для землеройно-транспортных машин не применяются. На базе сельскохозяйственных тракторов выпускают некоторые промышленные модификации бульдозеров для использования в строительстве, однако требованиям работы с бульдозером они отвечают не полностью.

*Промышленные* тракторы специально приспособлены для работы в тяжелых грунтовых условиях на строительстве дорог и других земляных сооружений, в горнодобывающей промышленности и т.п. Для этого они имеют усиленные рамы и ходовые части, их скоростные показатели отвечают требованиям режимов работы землеройно-транспортных машин, в их конструкции предусмотрены системы управления рабочим оборудованием.

В силу технологических условий и возможности выполнения необходимых работ под бульдозеры оборудуют тракторы тяговых классов 1,4...25, а под бульдозеры-рыхлители — 10...50.

*По типу ходовой части* тракторы разделяют на *гусеничные* и *колесные*.

*Устройство базовых машин.* Базовые машины имеют следующие составные части: двигатель с внешними системами (питания, охлаждения, смазки и др.), трансмиссию, ходовую часть, системы управления, рабочее место машиниста и гидрооборудование.

*Общее устройство гусеничных тракторов.* На рис. 3 на примере трактора ДТ-75 показана компоновка гусеничного трактора.

*Двигатель 1* преобразует химическую энергию сгорающего топлива в механическую энергию в виде крутящего момента на вращающемся коленчатом валу. Двигатель установлен в передней части трактора на раме *12*, которая является остовом для сборки всех узлов машины.

*Трансмиссия* служит для передачи крутящего момента с вала двигателя на гусеницы или ведущие колеса трактора. В состав трансмиссии гусеничного трактора входит муфта сцепления *11*, соединительный вал *10*, коробка передач *9*, задний мост *6*, конечная передача *4* с ведущей звездочкой *5*.

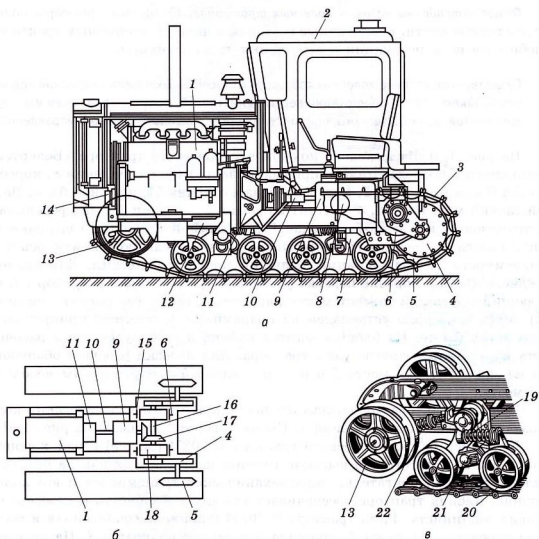
Муфта сцепления служит для кратковременного отключения трансмиссии от двигателя при пуске двигателя, остановке и трогании трактора с места.

Коробка передач служит для изменения скорости движения вперед и включения заднего хода трактора.

Задний мост *6* содержит центральную передачу *17*, которая служит для увеличения общего передаточного числа трансмиссии и передачи крутящего момента валам под углом  $90^\circ$ , а также бортовые фрикционы *18* для управления поворотом и торможением трактора.

Конечная передача *4* также служит для увеличения передаточного числа трансмиссии и, кроме того, позволяет увеличить дорожный просвет под трактором, так как повернута под углом к продольной оси трансмиссии.





**Рис. 3. Гусеничный трактор ДТ-75:**

*а* — компоновка; *б* — кинематическая схема; *в* — подвеска; 1 — двигатель; 2 — кабина и рабочее место; 3 — гусеничная цепь; 4 — конечная передача; 5 — звездочка; 6 — задний мост; 7 — балансирующая каретка; 8 — поддерживающий каток; 9 — коробка передач; 10, 16 — валы; 11 — муфта сцепления; 12 — рама; 13 — направляющее колесо; 14 — гидрооборудование; 15 — тормоз; 17 — центральная передача; 18 — бортовой фрикцион; 19, 22 — пружины; 20 — каток; 21 — ось

**Ходовая часть** трактора предназначена для передачи веса машины на опорную поверхность, преобразования вращательного движения ведущих колес в поступательное движение трактора. Ходовая часть гусеничного трактора состоит из гусениц 3, ведущих звездочек 5, направляющих колес 13, поддерживающих катков 8 и подвески.

**Гидрооборудование 14** предназначено для управления положением рабочих органов бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей.

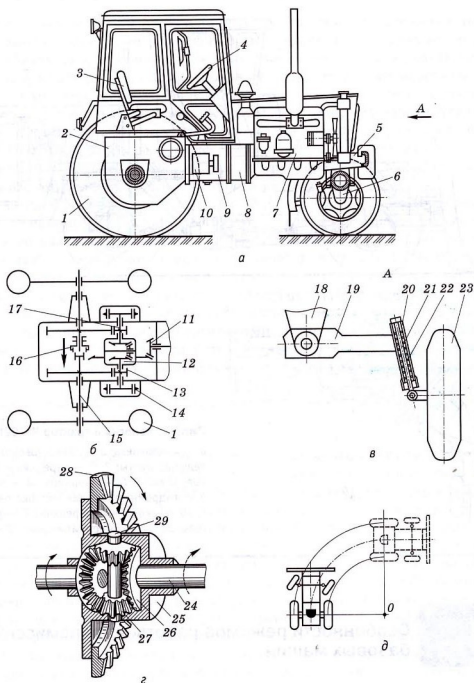
**Общее устройство базовых колесных тракторов.** Колесные тракторы содержат составные части, аналогичные составным частям гусеничных тракторов, подобны им по конструкции и выполняют те же функции.

Существенное отличие колесных тракторов от гусеничных, помимо колесной ходовой части, заключается в конструкции ведущих мостов, наличии передних осей или ведущих мостов, устройстве рамы, принципе поворота машины и рулевого управления.

На рис. 4, а представлена компоновка колесного трактора «Беларусь». К двигателю 7 последовательно прифланцованы муфта сцепления 8, коробка передач 9 и задний мост 2, которые образуют единый корпусной блок. Ведущий задний мост (рис. 4, б) состоит из главной передачи 11, дифференциала 12, тормозов 14 и конечных передач 13, которые через валы 15 вращают ведущие колеса 1. Спереди трактор опирается на переднюю ведомую ось или, в зависимости от модификации, ведущий мост 6 с колесами. Для привода переднего моста в коробке передач установлен раздаточный редуктор 10, передающий крутящий момент мосту карданным валом (на рисунке не показан). Мост шарнирно установлен на подрамнике 5, который прикреплен к корпусному блоку. На блоке крепится кабина 3 с оборудованием рабочего места машиниста и другие узлы трактора. Для навески рабочего оборудования на задней стенке моста 2 и на подрамнике 5 предусмотрены необходимые места.

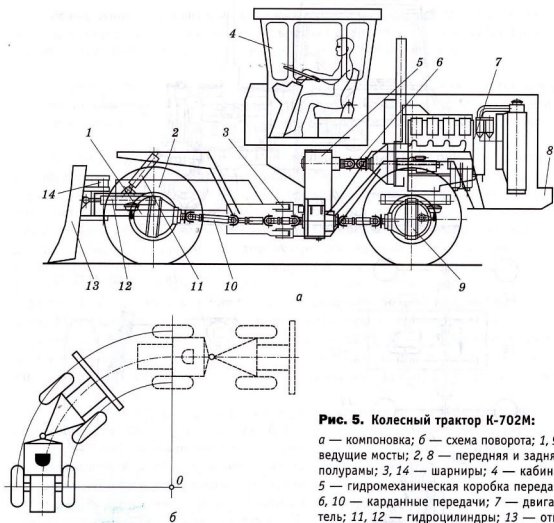
Поворот трактора «Беларусь» осуществляется поворотом передних колес с помощью рулевого управления 4. Схема поворота показана на рис. 4, д.

Бульдозер на базе колесного трактора К-702М (рис. 5) имеет хорошую проходимость и достаточно высокие тяговые качества, так как на нем установлены мощный двигатель, гидромеханическая трансмиссия и все колеса ведущие. Кабина трактора обеспечивает хорошую обзорность и комфортные условия машинисту. Рама трактора К-702М шарнирно-сочлененная и состоит из передней полурамы 2, шарнира 3 и задней полурамы 8. На передней полураме подвешен передний ведущий мост 1, и она предназначена для крепления рабочего оборудования. Шарнир является связующим узлом передней 2 и задней 8 полурам. Задняя полурама предназначена для монтажа двигателя 7, который в отличие от гусеничных тракторов расположен в задней части машины, коробки передач 5, заднего ведущего моста 9, кабины 4 и др. Такая компоновка составных частей трактора позволяет удобнее размещать рабочее оборудование на свободной передней полураме и улучшает обзор вперед из кабины. Крутящий момент от коробки передач ведущим мостом передается карданной передачей 10. Поворот трактора с шарнирно-сочлененной рамой производится за счет поворота, или, как говорят, «складывания», полурам относительно шарнира, как показано на рис. 5, б. Шарнирно-сочлененная система поворота обеспечивает меньшее сопротивление движению, так как передние и задние колеса идут след в след, относительно меньший радиус поворота, возможность применения одинаковых ведущих мостов спереди и сзади.



**Рис. 4. Колесный трактор «Беларусь» (МТЗ-82):**

*a* — компоновка; *б* — кинематическая схема заднего моста; *в* — передний мост; *г* — дифференциал; *д* — схема поворота; 1 — ведущее колесо; 2 — задний мост; 3 — кабина; 4 — рулевое управление; 5 — подрамник; 6 — передний мост; 7 — двигатель; 8 — муфта сцепления; 9 — коробка передач; 10 — раздаточный редуктор; 11 — главная передача; 12 — дифференциал; 13 — конечная передача; 14 — тормоз; 15, 17 — валы; 16 — блокировка дифференциала; 18 — шарнир; 19 — балка; 20 — кронштейн; 21 — цапфа; 22 — пружина; 23 — колесо; 24 — полуось; 25 — коробка; 26, 28 — шестерни; 27 — сателлит; 29 — ось



**Рис. 5. Колесный трактор К-702М:**

*a* — компоновка; *б* — схема поворота; 1, 9 — ведущие мосты; 2, 8 — передняя и задняя полурамы; 3, 14 — шарниры; 4 — кабина; 5 — гидромеханическая коробка передач; 6, 10 — карданные передачи; 7 — двигатель; 11, 12 — гидроцилиндры; 13 — отвал

### 1.3

## Особенности режимов работы и трансмиссий базовых машин

Технологический процесс работы бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей состоит из отдельных периодически повторяющихся циклов. Особенностью этих циклов является чередование рабочего хода с холостым обратным ходом.

В течение цикла происходит резкое изменение нагрузок на рабочее оборудование и базовую машину, причем наибольшие нагрузки возникают при заглуплении отвала и наборе грунтовой призмы, а наименьшие — при холостом обратном ходе машины.

Изменение нагрузки не только обуславливается цикличностью работы, но и во многом зависит от квалификации машиниста, его навыков в управлении рабочим оборудованием. Так, пиковые нагрузки могут возникать при чрезмерном заглублении отвала, излишнем натяжении набора призмы грунта и т. п. Характер разрабатываемого грунта также оказывает значительное влияние на режим работы машины. Бульдозеры и, особенно, гусеничные бульдозеры-рыхлители часто используются для разработки скальных и мерзлых грунтов. При этом имеет место ударное взаимодействие рабочего органа с грунтом, скалывание грунта, движение трактора по неровностям, что вызывает вибрацию машины, динамичность рабочего процесса.

Для передвижения бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей их базовая машина — гусеничный или колесный трактор — должна развивать *движущую силу*, или, как ее называют, *тяговую силу*, равную нагрузкам или превосходящую все нагрузки, возникающие в процессе разработки грунта и холостого хода.

Источником движущей силы трактора является двигатель, колесчатый вал которого через механизмы силовой передачи (трансмиссию) передает вращение и вращательное усилие (крутящий момент) гусеницам или ведущим колесам, называемым движителями. В месте контакта движителей трактора с дорогой и создается тяговая сила, причем величина этой тяговой силы ограничивается сцеплением гусениц или колес с грунтом.

Тяговая сила, необходимая для разработки грунта, может быть в 10...12 раз больше тяговой силы, необходимой при транспортном передвижении машины.

Скорость передвижения трактора при разработке грунта не превышает 2,5...3,5 км/ч, а при транспортном передвижении должна быть максимально возможной и составлять 8...12 км/ч для гусеничных машин и 25...40 км/ч для колесных. Такие изменения тяговой силы и скорости должна обеспечить трансмиссия базовой машины. Частота вращения вала двигателя современных тракторов составляет 1900...2200 об/мин. При движении, например, гусеничного трактора со скоростью в диапазоне от 2,5 до 12 км/ч ведущие колеса гусениц должны вращаться с частотой 12...120 об/мин. Для этого трансмиссия имеет ряд редукторов. Отношение частоты вращения на входе и выходе каждого или всех редукторов называется *передаточным числом*.

Пропорционально изменению частоты вращения ведущих колес изменяется и крутящий момент, подводимый к ведущим колесам. Как известно, мощность двигателя представляет собой произведение крутящего момента на частоту вращения его вала. Так как мощность двигателя величина постоянная, то чем ниже частота вращения ведущих колес, тем больший крутящий момент к ним подведен, т. е. тяговая сила трактора будет больше. Поэтому рабочие операции бульдозера выполняют при малых скоростях движения.

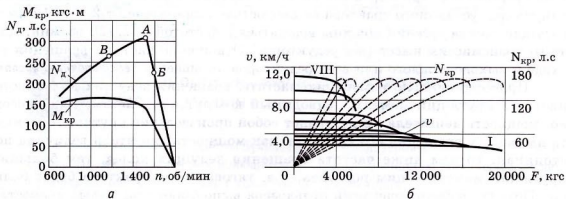
У базовых машин современных бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей применяются механические, гидромеханические и электрические трансмиссии. В связи с резкими колебаниями нагрузки и скорости важное значение



для базовой машины имеет возможность автоматического саморегулирования тяговых сил и скоростей движения в широком диапазоне.

У трактора с *механической трансмиссией* этот диапазон ограничен пределами изменения крутящего момента двигателя. На рис. 6, а приведена типовая внешняя характеристика двигателя. На характеристике показано изменение мощности  $N_d$  и крутящего момента  $M_{кр}$  в зависимости от частоты вращения коленчатого вала  $n$ . Предположим, что двигатель работает в режиме номинальной мощности (точка А), тогда запас тяговой силы будет определяться запасом крутящего момента двигателя, составляющим не более 20%. При этом с возрастанием нагрузки уменьшается частота вращения вала двигателя и он начинает работать в области повышенного крутящего момента (точка В), обеспечивая увеличение силы тяги. Однако такого роста силы тяги (на 20%) недостаточно, поэтому для обеспечения заданного диапазона тяговых сил (рис. 6, б) увеличивают число передач. Практически рабочий ход бульдозера производится на одной передаче, так как переключение ее на ходу под нагрузкой затруднительно, кроме того, выбор выгодной передачи требует значительного опыта машиниста.

Решение задачи автоматического саморегулирования тяговых сил и скоростей движения в более широком диапазоне достигается применением прогрессивных гидромеханических и электромеханических трансмиссий. Такие трансмиссии осуществляют бесступенчатое изменение крутящего момента двигателя в довольно широком диапазоне с помощью гидротрансформатора или электрической передачи. Недостаток гидро- и электропередач заключается в пониженном КПД, поэтому используемая область их автоматического саморегулирования ограничивается зоной наиболее высоких КПД, а для обеспечения всего необходимого диапазона изменения тяговых сил и скоростей подключают две-три механические передачи.



**Рис. 6.** Характеристики бульдозеров:

а — внешняя характеристика двигателя; б — тяговая характеристика бульдозера с механической трансмиссией;  $M_{кр}$  — крутящий момент;  $N_d$  — мощность двигателя;  $N_{кр}$  — мощность на крюке;  $v$  — скорость трактора;  $F$  — тяговая сила; I... VIII — номера передач

Сопоставление тяговых характеристик наглядно показывает, что для перекрытия диапазона скоростей машины с механической трансмиссией предусмотрено восемь передач, в то время как для прогрессивных трансмиссий достаточно трех или двух, а это значительно упрощает управление машиной.

В *гидромеханической трансмиссии* в отличие от механической трансмиссии вместо муфты сцепления установлен гидротрансформатор.

В *электромеханической трансмиссии* крутящий момент от двигателя передается силовому генератору, который преобразует механическую энергию в электрическую для питания тягового электродвигателя. В последнем происходит обратное превращение электрической энергии в механическую, и вал электродвигателя передает крутящий момент следующим узлам трансмиссии. Существует возможность бесступенчатого изменения крутящего момента в зависимости от внешней нагрузки на бульдозер.

В *гидростатических трансмиссиях* крутящий момент от двигателя передается регулируемому гидравлическому насосу с переменной производительностью. От насоса рабочая жидкость поступает в гидромотор, где происходит обратное превращение гидравлической энергии в механическую, и вал гидромотора передает крутящий момент следующим узлам трансмиссии. За счет изменения подачи жидкости в насосе и гидромоторе происходит бесступенчатое изменение крутящего момента и частоты вращения ведущего колеса или гусеницы трактора.

# 2

## Основные механизмы базовых машин бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей

### 2.1

#### Кинематические схемы базовых машин

Последовательность взаимодействия механизмов, обеспечивающих движение бульдозера, составляет кинематическую схему.

Кинематические схемы для гусеничного и колесного тракторов представлены соответственно на рис. 3, б и 4, б.

Коленчатый вал двигателя 1 (см. рис. 3, б) передает крутящий момент через включенную муфту сцепления 11 ведущему входному валу 10 коробки передач 9. Выходной вал коробки оканчивается конической шестерней — ведущей шестерней центральной передачи 17, которая передает крутящий момент валу 16 под углом  $90^\circ$  к продольной оси трактора. Далее крутящий момент распределяется через левый и правый бортовые фрикционы 18 и конечные передачи 4 к ведущим звездочкам 5, зацепленным с гусеницами. Бортовые фрикционы 18 и ленточные тормоза 15, воздействующие на наружные барабаны фрикционов, предназначены для управления поворотом и торможением трактора.

У трактора с гидромеханической трансмиссией крутящий момент от двигателя передается гидротрансформатору и далее ведущему валу коробки передач. Другие механизмы трансмиссии аналогичны рассмотренным ранее.

### 2.2

#### Муфты сцепления

Муфты сцепления используются в механических трансмиссиях в качестве связующего звена между двигателем и коробкой передач.

В базовых тракторах бульдозеров применяют в основном *механические фрикционные дисковые муфты сцепления*, работающие в условиях сухого трения. Число дисков муфты определяется главным образом значением передаваемого крутящего момента. Для тракторов тяговых классов 1,4...4 характерны од-

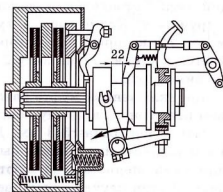
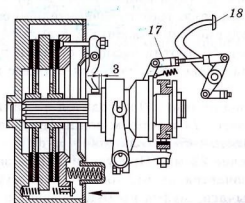
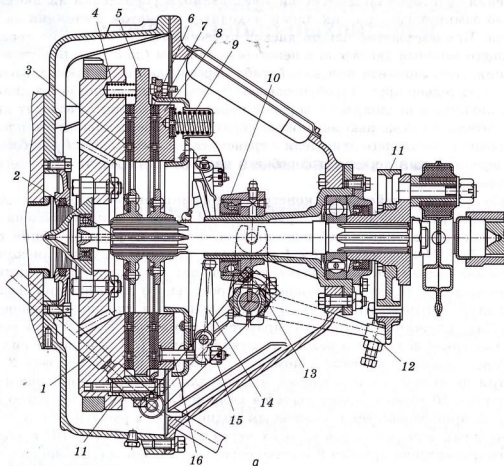


нодисковые муфты, а классов 6...15 — двухдисковые. Кроме того, муфты сцепления тракторов по воздействию на механизм управления являются постоянно замкнутыми, т.е. их диски находятся в сжатом состоянии за счет пружин. Причем сжатие пакета дисков пружинами рассчитано на передачу крутящего момента двигателя с некоторым запасом (до 30 %). В случае превышения этого момента при какой-либо перегрузке диски проскальзывают друг относительно друга (пробуксовывают), тем самым не позволяя двигателю заглохнуть и предохраняя коробку передач от поломки. Разводят диски принудительно с помощью механизма управления, обеспечивающего плавное соединение работающего двигателя с трансмиссией, необходимое для безударного переключения передач в коробке и включения передачи при трогании трактора с места.

По принципу действия и конструкции фрикционные муфты сцепления различных тракторов подобны друг другу. На рис. 7, а представлена конструкция сухой двухдисковой постоянно замкнутой муфты сцепления трактора ДТ-75Р. Между маховиком 1 двигателя, средним ведущим диском 5 и задним нажимным диском 8 размещены два ведомых диска 3 и 6, которые шлицевыми ступицами с возможностью продольного перемещения соединены с валом 2 муфты. На кожухе 7 по окружности в стаканах установлены двенадцать пружин 9, которые упираются в нажимной диск 8 и постоянно сжимают пакет ведущих и ведомых дисков (схема I). В результате сил трения между дисками крутящий момент от маховика передается валу 2. При нажатии на педаль 18 управления муфтой для ее выключения, нажимной подшипник 10 через систему рычагов вилкой 13 перемещается влево (схема II). Соприкасающиеся с нажимным подшипником рычаги 14 (их три по окружности), поворачиваясь на осях через отжимные болты 16, преодолевают сопротивление пружин 9 и перемещают нажимной диск 8 вправо, освобождая диски от сжатия. Для обеспечения чистоты выключения муфты ведущий диск 5 отводится от маховика с помощью трех предварительно сжатых пружин 4. Кроме того, в муфте предусмотрен связанный с вилкой 13 тормозок 12, который при повороте вилки 13 против часовой стрелки прижимается к шкиву 11 на валу 2 и останавливает его, ускоряя процесс выключения муфты.

При включенной муфте нажимной подшипник 10 находится в крайнем правом положении, а между концами рычагов 14 и торцом подшипника должен быть зазор, равный 3 мм. Для нормального выключения муфты полный ход подшипника должен быть не менее 22 мм. При увеличенном зазоре или уменьшенном ходе муфта выключается не полностью, т.е. муфта «ведет». В этом случае изнашиваются рычаги, муфта пробуксовывает и передает неполный крутящий момент.

Зазор между тремя рычагами 14 и подшипником при включенной муфте периодически проверяют щупом. В случае несоответствия зазора требованиям гайку 15 навинчивают при увеличенном зазоре, поворачивая рычаг, и вывинчивают при уменьшенном. Ход подшипника проверяют щупом и регулируют изменением длины тяги 17.



**Рис. 7. Муфта сцепления:**

*a* — общий вид; *б* — схема работы; 1 — маховик; 2 — вал; 3, 6 — ведомые диски; 4, 9 — пружины; 5 — ведущий диск; 7 — кожух; 8 — нажимной диск; 10 — подшипник; 11 — шкив; 12 — тормозок; 13 — вилка; 14 — рычаг; 15 — гайка; 16 — болт; 17 — тяга; 18 — педаль

**Механические коробки передач.** Конструкция и принцип работы *простейшей механической коробки передач* представлены на рис. 8, а. Коробка содержит два вала: входной 1 и выходной 11. На входном валу с помощью шлиц установлены ведущие шестерни 4 и 5, объединенные в один блок и предназначенные для включения соответственно низшей и высшей передачи. На этом же валу расположена шестерня 7 заднего хода. Блок шестерен и шестерня 7 имеют возможность перемещаться в осевом направлении вала с помощью ползунов с вилками 3 и 6, охватывающими проточки на втулках шестерен. На вторичном валу неподвижно закреплены ведомые шестерни 13, 12 и 10 низшей, высшей и задней передач.

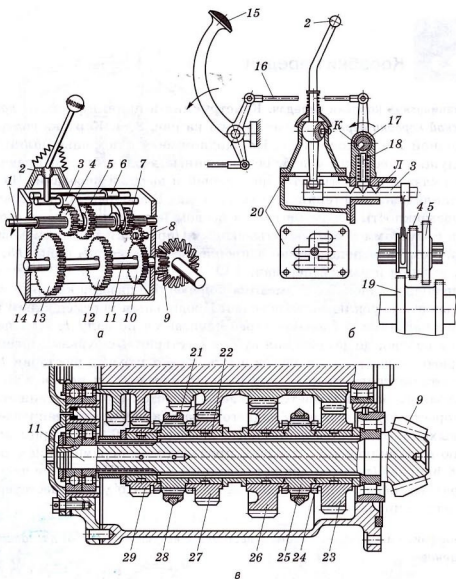
В ползунах вилок 3 и 6 имеются поперечные пазы, в которые может заходить рычаг 2 переключения передач. Продольным перемещением рычага 2 в пазу штока вилки 3 блок шестерен сдвигается по валу 1. При перемещении блока налево, до зацепления зубьев шестерни 4 с зубьями шестерни 13, или направо, до зацепления зубьев шестерни 5 с зубьями шестерни 12, включается соответственно низшая или высшая передача, и коническая шестерня 9 выходного вала вращается с разной частотой (трактор движется с разными скоростями). Шестерня 7 заднего хода для изменения направления вращения выходного вала зацепляется с шестерней 10 через промежуточную шестерню 8, а включения передачи производится перемещением ползуна с вилкой 6 направо (трактор движется задним ходом). Изменение частоты вращения разных передач происходит за счет того, что у пар шестерен 4 и 13, 5 и 12 разные числа зубьев.

Отношение чисел зубьев ведомой шестерни и ведущей называют *передаточным отношением*.

На рис. 8, а коробка передач показана в нейтральном положении, когда все передачи выключены. Такого типа механическая коробка передач, у которой скорости переключаются подвижными шестернями, применяется на тракторах ДТ-75Р и МТЗ-82/80.

*Управление коробкой передач* должно гарантировать включение только одной передачи и исключать возможность самопроизвольного включения или выключения шестерен при работе трактора.

На рис. 8, б показана принципиальная схема механизма включения передач. При нейтральном положении пазы ползунов 3 и 6 располагаются в одной поперечной плоскости. Для включения передачи необходимо нижний конец рычага 2 ввести в паз соответствующего ползуна и продольным движением переместить ползун с вилкой и шестерней до полного захода зубьев,



**Рис. 8. Механические коробки передач:**

*а* — коробка с передвижными шестернями; *б* — механизм переключения передач; *в* — коробка с шестернями постоянного зацепления; 1, 11 — валы; 2 — рычаг; 3, 6 — ползуны с вилками; 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 19, 23, 26, 27, 29 — шестерни; 9 — ведущая шестерня главной передачи; 14 — корпус; 15 — педаль; 16 — тяга; 17 — валик; 18 — фиксатор; 20 — кулиса; 21 — зубчатый венец муфты; 22 — подшипник; 24 — зубчатый венец шестерни; 25 — зубчатая муфта; 28 — вилка; *К* — паз валика; *Л* — выточка ползуна

например, шестерни 4 в шестерню 19. Чтобы исключить одновременное перемещение двух ползунов, стержень рычага 2 движется по прорези кулисы 20.

Закрепляется ползун в определенном положении с помощью фиксатора, который конусной головкой под действием пружины входит в соответствующий

ющую выточку *L* ползуна. Для предотвращения выдавливания фиксатора из лунки предусмотрен блокировочный валик с пазом *K*, кинематически связанный с педалью *15* и тягой *16* управления муфтой сцепления. При включенной муфте переключение передач невозможно, так как фиксатор упирается в валик и не может подняться. При выключенной муфте (педаль *15* нажата) валик *17* повернется и паз *K* совпадет со стержнем фиксатора, допуская его подъем.

*В механической коробке передач тракторов Т-170 и Т10* шестерни постоянно зацеплены, а включение передач производится зубчатыми муфтами. На рис. 8, в показан выходной вал этой четырехвальной коробки, которая имеет четыре ступени, число которых удваивается двумя диапазонами (нормальным и ускоренным), обеспечивая восемь передач движения вперед и четыре передачи заднего хода.

Крутящий момент двигателя через муфту сцепления передается первичному и промежуточным валам с помощью набора шестерен и затем выходному валу *11*. На выходном валу *11* установлены свободно вращающиеся на подшипниках скольжения *22* четыре шестерни включения передач: *26* — I передачи, *23* — II передачи, *27* — III передачи и *29* — IV передачи. Эти шестерни снабжены зубчатыми венцами *24*. Между шестернями на шлицах вала *11* закреплены муфты *25* с охватывающими их зубчатыми венцами *21*, которые с помощью вилки *28* могут скользить по венцам муфт вдоль вала до зацепления с венцами *24* шестерен. На выходе вала *11* имеется выполненная с ним как единое целое коническая шестерня, являющаяся ведущей шестерней *9* главной передачи трактора.

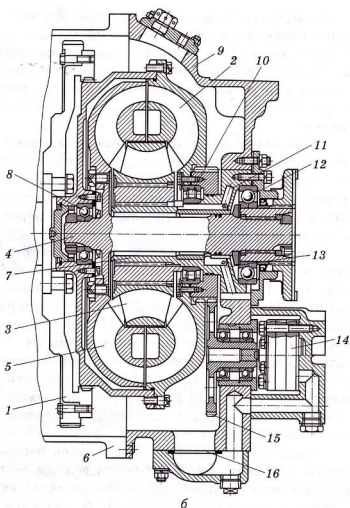
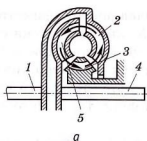
Включение передачи производится перемещением какой-либо зубчатой муфты до зацепления с зубчатым венцом соответствующей шестерни, в результате чего эта шестерня, свободно сидящая на подшипнике, соединяется с валом и начинает его вращать. Управление муфтами включения передач производится двумя механизмами, аналогичными описанным ранее и расположенными справа от сидения машиниста (муфты первичного вала) и слева (муфты выходного вала).

Шестерни и подшипники нижних валов смазываются в масляной ванне в поддоне корпуса окупанием и разбрызгиванием масла, а для смазывания деталей верхних валов предусмотрен масляный насос, откачивающий масло из поддона и подающий его вверх. Механизм блокировки регулируется за счет изменения длины тяг *16*.

**Гидромеханические передачи** применяются на гусеничных тракторах тяговых классов 10...50 и колесном тракторе класса 6. В состав передачи входит гидротрансформатор и, как правило, планетарная коробка передач. Гидромеханические передачи тракторов разных заводов принципиально однотипны, хотя и имеют некоторые конструктивные особенности.

**Простейший гидротрансформатор** (рис. 9, а) состоит из трех колес, снабженных лопатками по типу турбин, между которыми протекает рабочая жидкость — масло. Колесо 2, соединенное с коленчатым валом *1* двигателя, называют **насосным**. Колесо 5, вал 4 которого передает выходной крутящий





**Рис. 9. Гидротрансформатор:**

*a* — схема колес; *б* — конструкция; 1 — вал двигателя (маховик); 2 — насосное колесо; 3 — реактор; 4 — турбинный вал; 5 — турбинное колесо; 6, 9 — кожуха; 7 — ось реактора; 8, 10, 12 — подшипники; 11, 13 — каналы; 14 — откачивающий насос; 15 — передача; 16 — крышка

момент из гидротрансформатора, называется **турбинным**. Колесо 3, закрепленное неподвижно на картере гидротрансформатора, называют **реактором**.

Лопатки вращаемого валом двигателя насосного колеса 2 отбрасывают масло в сторону турбинного колеса 5, увлекая его за собой. Из колеса 5 масло за счет определенного наклона его лопаток выходит в направлении, обратном вращению насосного колеса, и ударяется о неподвижные лопатки реактора.

В результате удара создается ответная сила (реакция) потока масла на турбину. Таким образом, турбина вращается под действием крутящего момента двигателя, передаваемого ей потоком жидкости от насоса, с учетом дополнительной ответной силы реактора. Следовательно, на выходном валу гидротрансформатора (на валу турбины) крутящий момент больше, чем у двигателя. Однако при увеличении момента на валу турбины уменьшается частота вращения турбины. Благодаря этому гидротрансформатор автоматически и бесступенчато в широком диапазоне изменяет крутящий момент или тяговую силу, а следовательно, и скорость машины в зависимости от общего сопротив-

ления движению. Но этого диапазона автоматического регулирования недостаточно для полного обеспечения необходимой силы тяги и скорости, поэтому трансмиссия дополняется еще трех- или четырехскоростной коробкой передач.

При работе гидротрансформатора частота вращения турбины всегда меньше, чем частота вращения насосного колеса, т. е. происходит *скольжение*, которое увеличивается с повышением сопротивления на валу турбины. Скольжение является причиной потери энергии и определяет *коэффициент полезного действия* (КПД) гидротрансформатора. При нормальном скольжении КПД составляет 0,8...0,85, а при остановленной турбине — 0. Отношение крутящего момента на полностью остановленной турбине к моменту на валу насоса (двигателя) называется *коэффициентом трансформации*, составляющим 2,75...3,5, что определяет диапазон бесступенчатого регулирования силы тяги на ведущих колесах в пределах одной ступени коробки передач.

Гидромеханическая передача повышает тяговые свойства бульдозера и облегчает условия труда машиниста. Кроме того, гидротрансформатор смягчает резкие нагрузки на трансмиссию.

*Гидротрансформатор бульдозера Б10М* (рис. 9, б) предназначен для бесступенчатого автоматического изменения крутящего момента и частоты вращения выходного вала в зависимости от величины внешней нагрузки на отвал или гусеницы трактора, а также демпфирования крутильных колебаний вращающегося момента.

Гидротрансформатор состоит из рабочих колес с лопатками: насосного 2, турбинного 5 и реактора 3, установленных относительно друг друга с небольшими зазорами. Крепится гидротрансформатор на кожухе 6 маховика 1 дизеля. Крутящий момент от маховика через зубчатый венец передается крышке 16 с закрепленным на ней насосным колесом 2. Турбинное колесо 5 закреплено на фланце вала 4, опирающегося на подшипники 8 и 12, установленные в крышке 16 и кожухе 9. Колесо реактора с помощью шлицевого соединения установлено на неподвижной оси 7, закрепленной в кожухе 9.

Полости между лопатками колес заполнены маслом и образуют круг циркуляции рабочей жидкости. Рабочая жидкость подается в гидротрансформатор и отводится из него по каналам 11 и 13 оси реактора 7. Стекающее в кожух 9 масло забирается откачивающим насосом, который приводится в действие зубчатой передачей 15. Преобразованный в гидротрансформаторе крутящий момент дизеля передается с турбинного вала 4 закрепленному на нем фланцу и далее через карданный вал планетарной коробке передач.

В гидромеханических передачах гусеничных и колесных тракторов, как правило, применяются *планетарные коробки передач*.

В обычных передачах во время их работы все валы не меняют своего положения и размещаются в неподвижном картере (см. рис. 8).

Особенностью планетарных передач является то, что ряд шестерен и валов во время работы меняют свое положение в пространстве, причем некоторые шестерни, вращаясь вокруг своей оси, одновременно обкатываются вокруг центральной (солнечной) шестерни, напоминая систему вращения планет вокруг Солнца.

Рассмотрим устройство и работу *простейшей планетарной передачи* с часто применяемой кинематической схемой (рис. 10, а). Здесь ведущей является солнечная шестерня 5, ведомым звеном — водило 4, неподвижным — эпициклическая шестерня 2, удерживаемая тормозом 1. Работа этой планетарной передачи следующая. При вращении ведущей солнечной шестерни 5 (по часовой стрелке) находящиеся с ней в зацеплении сателлиты 3 обкатываются своими зубьями по зубьям неподвижной заторможенной шестерни 2. При этом сателлиты 3 вращаются относительно своей оси (против часовой стрелки), а оси сателлитов вместе с водилом 4 вращаются (по часовой стрелке) с замедленной скоростью относительно шестерни 5. В такой передаче возможно изменение ведущих и ведомых элементов, тогда меняется соотношение передаточных чисел.

*Планетарная коробка передач трактора Т10М* (рис. 10, б) состоит из пяти планетарных рядов и соответствующих им пяти фрикционов, выполняющих роль тормозов. Причем 1, 3 и 5-й планетарные ряды выполнены по схеме рис. 10, а, а 2-й и 4-й ряды — по схеме рис. 10, г. Фрикционы представляют из себя дисковые муфты, состоящие из гладких стальных дисков 19, соединенных шлицами с неподвижным корпусом 21 гидравлических тормозов, и дисков 20 с металлокерамикой, соединенных шлицами с эпициклической шестерней. Диски имеют возможность перемещаться по шлицам в продольном направлении. Во фрикционе также предусмотрен поршень 17, который под воздействием рабочей жидкости в гидросистеме управления коробкой передач может сжимать пакет дисков так, что за счет трения их поверхностей тормозится эпицикл. При отпущенном поршне эпицикл и диски могут свободно проворачиваться относительно друг друга и корпуса.

Ведущий вал 7 смонтирован на подшипниках качения, установленных в корпусе коробки 6. На шлицах вала установлены солнечные шестерни планетарных рядов с фрикционами 8 и 9, которые обеспечивают включение переднего и заднего хода. Задний ход получается за счет того, что в ряду с фрикционом 9 имеются промежуточные шестерни-сателлиты, меняющие направление вращения водила 4 на обратное.

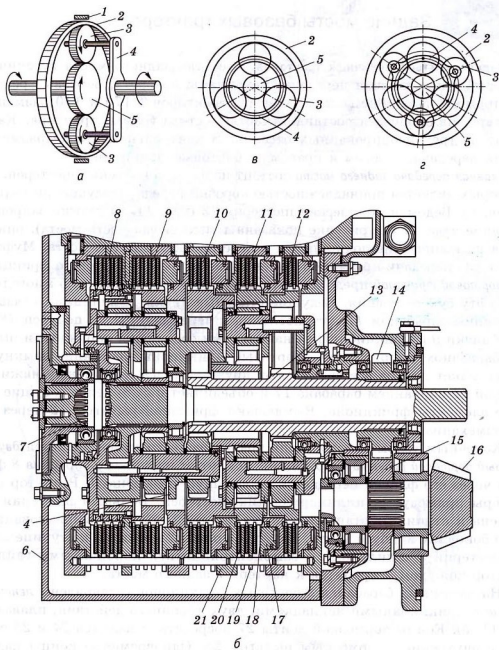
На шариковом и роликовом подшипниках вала 7 смонтировано первое водило 4, в котором на осях через игольчатые подшипники установлены сателлиты 1, 2 и 3-го рядов. Сателлиты 4-го и 5-го рядов смонтированы на осях водила 18, которое опирается на эпицикл 3-го ряда через шлицы и на подшипник в промежуточной детали корпуса коробки.

Три последующих планетарных ряда включают соответственно II, III и I передачи. Крутящий момент от ряда с фрикционом 8 или 9 передается на шестерни вала 13 в зависимости от включенного фрикциона и затем от шестерни 14 к шестерням 15 и 16 выходного вала.

Таким образом, для движения трактора необходимо включить два фрикциона: 8 или 9 в зависимости от выбранного направления и один из трех последующих фрикционов в зависимости от выбранной передачи.

Переключение передач осуществляется без разрыва потока мощности.





**Рис. 10.** Планетарная коробка передач:

*а* — схема работы планетарной передачи, *б* — общий вид; *в, г* — схемы рядов коробки; 1 — тормоз; 2 — эпицикл; 3 — сателлит; 4 — водило; 5 — солнечная шестерня; 6 — корпус; 7 — вал; 8, 9, 10, 11, 12 — фрикционы переднего хода, заднего хода, II, III и I передач соответственно; 13 — вал-шестерня; 14, 15, 16 — шестерни; 17 — поршень; 18 — водило; 19 — стальной диск; 20 — диск с металлокерамикой; 21 — корпус тормоза

**Задние мосты гусеничных тракторов.** В состав заднего моста гусеничного трактора входят главная передача, механизмы поворота, бортовые редукторы и тормоза. Механизмы заднего моста тракторов Т-170 и Т10 размещены в картере, являющемся составной частью остова (рамы) трактора. Картер состоит из трех изолированных отсеков. В центральном отсеке размещена главная передача, в левом и правом — бортовые фрикционы.

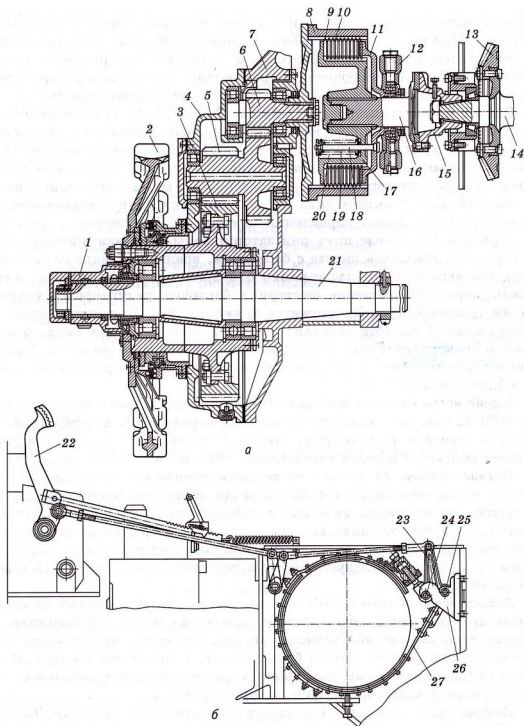
**Главная передача заднего моста** состоит из пары конических шестерен, одна из которых является принадлежностью коробки передач (ведущая шестерня 9, см. рис. 8). Ведомая коническая шестерня 13 (рис. 11, а) жестко закреплена на фланце вала 14 (на рисунке показана только левая часть моста), опирающегося на конические подшипники в перегородках картера моста. Муфта 15 служит для передачи крутящего момента на полуось 16 бортового фрикциона.

**Бортовой фрикцион** представляет собой постоянно замкнутую многодисковую муфту сухого трения. Ведущие стальные диски 10 шлицами связаны с внутренним барабаном 17, установленным через шлицы на полуоси 16. Ведомые диски 9 с фрикционными накладками соединены наружными шлицами с барабаном 8 фрикциона. Бортовые фрикционы постоянно замкнуты, так как пакет дисков все время сжат пружинами 19 и 20 между нажимной тарелкой 11 и фланцем барабана 17 и объединяет в одно целое ведущие и ведомые элементы фрикциона. Выключают фрикцион рычагом 12 через тяги и сервомеханизм.

Конечным узлом силовой цепи трансмиссии трактора является **двухступенчатый бортовой редуктор**. Крутящий момент от наружного барабана 8 фрикциона через его фланец передается на ведущую шестерню 6. Редуктор имеет две пары прямозубых цилиндрических шестерен. Большая шестерня прикреплена к ступице, установленной на жесткой полуоси, запрессованной в литую боковину корпуса моста. Ведущее колесо 2 крепится к ступице конечной шестерни 3 шпильками с самоконтрающимися корончатыми гайками. Редуктор кожухом 4 крепится к картеру 7 заднего моста.

На наружных барабанах 8 бортовых фрикционов установлены **ленточные тормоза** с фрикционными накладками, двухстороннего действия, плавающие (рис. 11, б). Концы тормозной ленты 27 посредством пальцев 24 и 25 соединены с внутренним тормозным рычагом 23. Одновременно концы пальцев входят в фигурные вырезы кронштейна 26, закрепленного на корпусе заднего моста. При нажатии на педаль 22 в зависимости от направления вращения барабана один из пальцев рычага 23 становится неподвижным упором ленты, утопая в прорези кронштейна, в то время как при дальнейшем повороте рычага другой палец затягивает муфту.

Принцип действия механизма поворота и тормозов заключается в следующем. Когда бортовой фрикцион выключен, крутящий момент от главной



**Рис. 11.** Задний мост трактора Т10:

*a* — конструкция узлов; *б* — тормоз; 1 — концевой подшипник; 2 — ведущее колесо; 3, 6, 13 — шестерни; 4 — кожух; 5 — блок шестерен; 7 — картер; 8, 17 — барабаны; 9, 10 — диски; 11 — нажимная тарелка; 12, 23 — рычаги; 14 — вал; 15 — муфта; 16, 21 — полуоси; 18, 24, 25 — пальцы; 19, 20 — пружины; 22 — педаль; 26 — кронштейн; 27 — лента

передачи бортовому редуктору не передается, и соответствующая гусеница не вращается. При включенном ленточном тормозе гусеница также тормозится. Включая и выключая один из бортовых фрикционов, поворачивают трактор относительно борта с выключенным фрикционом. Для резкого поворота трактора следует включить тормоз борта с выключенным фрикционом.

Задние мосты тракторов ДЭТ-250М2, Т-11.01, Т-15.01 отличаются конструктивно от рассмотренного моста, но также выполнены с использованием фрикционных муфт. Например, у трактора Т-11.01 в качестве механизма управления поворотом и тормоза использованы дисковые фрикционные муфты, вторая ступень бортового редуктора представляет собой планетарную пару.

Задний мост трактора типа ДТ-75 сконструирован с использованием планетарного механизма управления поворотом. При постоянно включенных тормозах солнечные шестерни заторможены. Ведомая шестерня главной передачи, вращаясь вместе с барабаном, вращает сателлиты, которые, обегая неподвижные солнца, вращают одновременно валы, которые, в свою очередь, передают вращение шестерням бортовых редукторов и ведущим колесам трактора. Трактор движется прямолинейно. При отпущенном, например, правом тормозе сателлиты и солнечная шестерня правого борта свободно проворачиваются, и правый борт остается неподвижным. Трактор начинает делать поворот направо, так как левый борт продолжает движение вокруг правого.

**Задние мосты колесных тракторов.** В состав заднего моста колесного трактора МТЗ-82 (см. рис. 4, б) входят главная передача 11, дифференциал 12, конечные передачи 13 и ведущие колеса 1. Кроме того, на валах ведущих шестерен конечных передач установлены тормоза 14.

**Главная передача 11** состоит из ведущей конической шестерни, которая является принадлежностью коробки передач, и ведомой конической шестерни, жестко закрепленной на корпусе дифференциала 12, опирающегося на подшипники в перегородках картера моста. Как видно на кинематической схеме, крутящий момент от главной передачи и дифференциала передается валами 17 на правую и левую конечные передачи, а затем валам 15 и ведущим колесам 1.

**Дифференциал** является особенностью задних мостов колесных тракторов. Он позволяет правому и левому колесу вращаться с различной скоростью при повороте машины. Это необходимо, так как, например, при повороте вправо, левое колесо должно пройти больший путь и крутиться быстрее. В противном случае, при колесах, соединенных одним валом, при повороте возникнет пробуксовка колес, износ шин, потери мощности.

Дифференциал (см. рис. 4, г) состоит из полуосевых шестерен 26, сателлитов 27, оси или крестовины 29 и коробки 25, к которой крепится ведомая шестерня 28 главной передачи. Шестерни 26 укреплены на полуосях 24, которые передают крутящий момент на ведущие колеса. От шестерни 28 крутящий момент передается на коробку 25 дифференциала, совместно с которой вращается ось 29 сателлитов 27. При движении трактора по прямой полуоси 24 вращаются с одинаковой скоростью, равной скорости вращения

коробки 25, сателлиты 27 при этом вращаются вместе с осью 29, не вращаясь вокруг своей оси. При повороте трактора, например, вправо правая полуось 24 будет вращаться медленнее, так как правое колесо проходит меньший путь, а сателлиты 27, вращаясь с осью 29, будут перекатываться по левой шестерне 26, замедлившей вращение, отчего повысится скорость вращения левой шестерни и полуоси.

При повороте машины частота вращения внешнего колеса повышается настолько, насколько уменьшается частота вращения внутреннего колеса.

Недостатком дифференциала является то, что при попадании одного из колес на скользкую дорогу колесо начинает буксовать, и тяговое усилие на нем снижается до нуля, а второе колесо при этом останавливается. Работа трактора в таких условиях становится невозможной, и возникает необходимость блокировки дифференциала. Задний мост трактора МТЗ-82 (см. рис. 4, б) предусматривает блокировку дифференциала 16 с помощью муфты, которая соединяет в один два вала 15.

Существуют и другие способы блокировки: за счет шайб повышенного трения между коробкой и полуосевыми шестернями, самоблокирующиеся дифференциалы и др.

## 2.5

### Рамы и ходовая часть базовых тракторов

**Рамы и ходовая часть гусеничных тракторов.** Рама является остоном, к которому крепятся все механизмы трактора, а также рабочее и дополнительное оборудование. К раме крепятся элементы подвески трактора, которые состоят из узлов и деталей, соединяющих раму с осями опорных катков, передающих через гусеничные цепи нагрузку массы трактора на опорную поверхность. Назначением подвески является также обеспечение плавности хода трактора.

Гусеничные тракторы, используемые в качестве базовых машин для бульдозера, преимущественно имеют упругую или полужесткую тележечного типа подвеску.

В *упругих подвесках* соединение опорных катков с рамой позволяет каткам перемещаться относительно друг друга и рамы в вертикальной плоскости. Разновидностью такой подвески является балансирная подвеска трактора типа ДТ-75 (см. рис. 3), когда опорные катки по два объединены в каретке 7 и с помощью рычагов и упругих элементов шарнирно соединены с рамой 12 трактора. Рама представляет собой жесткую конструкцию, состоящую из двух продольных лонжеронов, связанных поперечными. На раме предусмотрены расточки для установки осей направляющих колес 13, опоры для ко-



нечных передач 4 ведущих звездочек 5. С помощью расположенных с двух сторон балансирных кареток 7 трактор опирается на гусеничную цепь 3, охватывающую направляющее колесо 13 и ведущую звездочку 5. Верхняя ветвь цепи опирается на поддерживающие катки 8, вращающиеся на осях, закрепленных в гнездах на раме. Каретка 7 может свободно поворачиваться вокруг оси 21, а катки 20 — относительно друг друга при огибании неровностей пути, при этом пружиной 19 поглощаются толчки и удары путем сжатия и расжатия ее между балансирами. Так благодаря подвижности четырех кареток и упругости их пружин обеспечивается эластичность подвески.

Направляющее колесо 13 служит для направления движения цепи, ее натяжения и амортизации гусеничного ходового устройства. Колесо через подшипники установлено на коленчатой оси, другой конец которой может вращаться в расточке рамы. Пружина 22 оказывает амортизирующее действие при ударе направляющего колеса о препятствие.

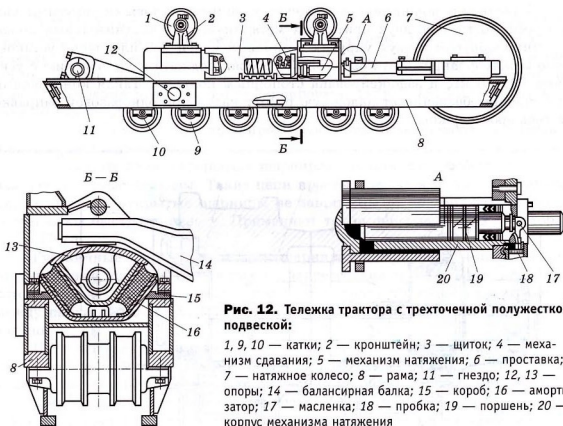
У тракторов типа ДЭТ-250 подвеска индивидуальная. Упругость подвески достигается тем, что каждый опорный каток соединен с рамой через рычаг и торсион, который за счет своей деформации позволяет катку при переезде гусеницы по неровностям качаться в вертикальной плоскости.

Упругие подвески обеспечивают большую плавность хода и комфортность работы машиниста, что позволяет повысить скорость движения трактора.

В *полужесткой подвеске* оси опорных катков жестко крепят к раме гусеничных тележек, каждая из которых в двух точках соединена с рамой трактора: сзади — с помощью жесткого шарнира, а спереди — посредством упругого элемента. Таким образом, каждая тележка может независимо друг от друга качаться в вертикальной плоскости относительно оси заднего шарнира, но в пределах допускаемой деформации упругого элемента спереди. Независимое качание тележек относительно рамы обеспечивает равномерное распределение давления от веса машины по длине опорной поверхности и улучшает приспособляемость движителя к неровностям, что повышает тягово-сцепные качества трактора. Такого типа подвеску называют еще *трехточечной полужесткой*, и она применяется на многих тракторах тяговых классов 10...50, имеющих элементы подвески, близкие по конструкции.

Трехточечная подвеска состоит из двух гусеничных тележек, размещенных на оси бортовых (конечных) редукторов, и балансирной балки, которая опирается на тележки через резиновые амортизаторы. На каждой тележке смонтированы шесть-семь опорных катков, два поддерживающих катка, амортизационно-натяжной механизм и натяжное колесо.

Рама 8 (рис. 12) тележки трактора с трехточечной подвеской сварная и состоит из двух продольных лонжеронов коробчатого сечения, соединенных поперечными связями. В задней части рамы приварено гнездо 11 для концевого подшипника конечного редуктора с ведущей звездочкой (см. рис. 11). Внутри рамы тележки к лонжеронам прикреплен короб 15 (см. рис. 12), в котором на резиновых амортизаторах 16 установлена опора 13 для балансирной балки 14 рамы трактора. Снаружи к лонжерону тележки приварена опора 12, предназначенная для установки кронштейна под толкающий брус буль-



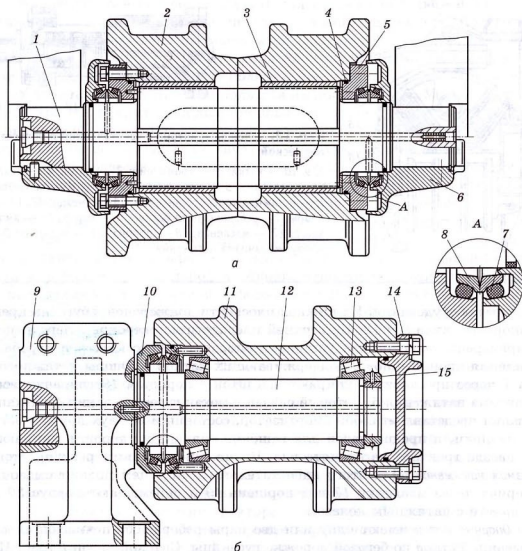
**Рис. 12.** Тележка трактора с трехточечной полужесткой подвеской:

1, 9, 10 — катки; 2 — кронштейн; 3 — щиток; 4 — механизм сдвигания; 5 — механизм натяжения; 6 — проставка; 7 — натяжное колесо; 8 — рама; 11 — гнездо; 12, 13 — опоры; 14 — балансирующая балка; 15 — короб; 16 — амортизатор; 17 — масленка; 18 — пробка; 19 — поршень; 20 — корпус механизма натяжения

дозерного оборудования. На нижней плоскости лонжеронов в бугелях крепятся опорные катки 9 и 10. На верхней плоскости лонжеронов в передней части приварены ползуны для установки опор натяжного колеса и короба для крепления кронштейнов 2 поддерживающих катков 1. Опоры натяжного колеса 7 через проставку 6 упираются в шток с поршнем 19 гидравлического механизма натяжения 5, который связан с механизмом сдвигания 4. Механизм сдвигания представляет собой амортизатор, состоящий из двух пружин встречной навивки, и предназначен для гашения толчков и ударов, возникающих при наезде трактора на препятствие. Натяжение гусеницы регулируется механизмом натяжения. Для этого нагнетательным шприцем подают смазочный материал через масленку 17 под поршень 19 и перемещают корпус 20 вперед вместе с натяжным колесом.

Опорные катки имеют одну или две пары реборд, обеспечивающих перекатывание катков по беговой дорожке гусеницы. Сварной каток 2 (рис. 13, а) с запрессованными втулками 3 установлен на оси 1. Фланцы 5, закрепленные болтами на торцах катка, фиксируют его, предохраняя от осевого смещения. Сварная ось имеет внутреннюю полость для масла, которое через продольные проточки поступает на смазку подшипников. Ось устанавливается в крышках 6 и болтами крепится снизу к лонжеронам.

Уплотнение подшипников торцевое, с защитно-силовыми упругими элементами, состоит из двух притертых металлических уплотнительных колец 8 с микроконусом и двух упругих резиновых колец 7. Уплотнение установлено между фланцем 5 и крышкой 6, которая поджата к уплотнению с усилием 70...80 кгс и зафиксирована стопорным кольцом. Такая конструкция уплотнения обеспечивает надежную работу катка при одноразовой заправке за весь срок службы.



**Рис. 13.** Опорный (а) и поддерживающий (б) катки:

1, 12 — оси; 2, 11 — катки; 3 — втулка; 4 — уплотнительное кольцо; 5 — фланец; 6, 14 — крышки; 7 — резиновое кольцо; 8 — металлическое кольцо; 9 — опора; 10 — уплотнительный узел; 13 — подшипник; 15 — гайка



*Поддерживающий каток* (рис. 13, б) консольного типа имеет пару внутренних реборд, удерживающих верхнюю ветвь гусеницы от бокового смещения. В опору 9, установленную на раме тележки, запрессована ось 12 с коническими подшипниками 13, на которых вращается каток 11. Для защиты от осевого смещения подшипники зафиксированы гайкой 15. Уплотнительный узел 10 унифицирован с уплотнением опорного катка.

*Гусеничные цепи* по типу шарнирных соединений различают с открытым и закрытым шарниром.

Гусеничные цепи с открытым шарниром представляют собой литые звенья, соединенные пальцем. Такие цепи просты в изготовлении и эксплуатации, однако их открытые шарниры не защищены от абразивных частиц и подвержены быстрому износу. Применяют такие цепи на легких тракторах типа ДТ-75.

Гусеничные цепи с закрытыми шарнирами соединены защищенными соединениями звеньев, состоящих из запрессованных пальцев и втулок, в которых происходит относительный поворот звеньев. Поскольку пространство между пальцем и втулкой ограничено, попадание в него абразива менее вероятно.

Цепи снабжены съемными траками, которые по мере износа или поломки могут быть заменены. Кроме того, при необходимости они могут быть заменены, например, на шпоры для движения по обледенелой поверхности.

**Рамы и ходовая часть колесных тракторов.** У трактора МТЗ-82 рамы как таковой нет, а остовом, на котором монтируются все узлы и системы, служит блок картеров двигателя и трансмиссии с прикрепленным к нему подрамником (см. рис. 4, а, в). Передний ведущий мост 6 или передняя ось представляют собой трубчатую балку 19 с прикрепленными к ней по краям вертикальными цилиндрическими кронштейнами 20. В середине балки предусмотрен горизонтальный шарнир 18 для соединения с подрамником 5. В кронштейне 20 на втулках установлена поворотная цапфа 21 с полуосью для установки колеса 23. Нагрузка на колеса от веса трактора через цапфу воспринимается амортизирующей пружиной 22, гасящей вибрацию машины. Мост может качаться в поперечной плоскости относительно шарнира 18, что при жесткой подвеске задних колес позволяет трактору лучше приспособляться к неровностям опорной грунтовой поверхности. В трубчатой балке ведущего моста трактора размещен привод для передачи крутящего момента передним колесам.

Ведущие мосты трактора К-702М (см. рис. 5) жестко крепятся к полумрам 2 и 8. Задний мост крепится к раме балансирно с возможностью поперечного качания на угол до 12° в каждую сторону относительно оси машины.

Целью такой подвески является также улучшение приспособляемости трактора к неровностям поверхности.

На колесных тракторах применяются колеса с пневматическими шинами, которые служат упругим элементом подвески и предназначены для сельскохозяйственных, строительных и дорожных машин.

## 2.6 Электрооборудование

Электрооборудование трактора предназначено для зажигания рабочей смеси в пусковом двигателе или прямого пуска двигателя электростартером, привода вспомогательных приборов и механизмов, питания осветительных, контрольно-измерительных приборов и звукового сигнала.

**Общая схема электрооборудования.** На тракторах применяют электрооборудование постоянного тока с номинальным напряжением 12 и 24 В. Приборы электрооборудования соединены по однопроводной схеме, при которой второй провод заменен металлическими частями корпуса трактора — массой. К массе подсоединяют отрицательные клеммы источников электроэнергии, а также по одному из полюсов всех потребителей. Электрооборудование разделяют на следующие группы: источники электроэнергии, потребители электроэнергии, коммутационная аппаратура и провода, контрольно-измерительные приборы.

**Источниками электроэнергии** являются аккумуляторные батареи и генератор с реле-регулятором, а также магнето системы зажигания пускового двигателя.

**К потребителям электроэнергии** относятся стартер пускового двигателя, электродвигатель отопителя и вентилятора кабины, стеклоочиститель, приборы, фары.

**Коммутационная аппаратура** включает в себя соединительные штепсельные разъемы, выключатель «массы», предназначенный для включения батарей в рабочем режиме и отключения их от массы на стоянке, пучки проводов и т. д.

**К контрольно-измерительным приборам** относят датчики температуры масла и охлаждающей жидкости, амперметр.

**Основные элементы электрооборудования.** Источники электроэнергии — генератор и аккумуляторные батареи — предназначены для питания всех потребителей и поддержания постоянного напряжения в сети электрооборудования и включены параллельно. При неработающем двигателе аккумуляторные батареи являются источником электроэнергии для всех систем и приборов, в этот период батареи разряжаются.

**Аккумуляторная батарея** состоит из шести аккумуляторов напряжением 2 В каждый, соединенных последовательно. Аккумулятор включает в себя несколько положительных, выполненных из диоксида свинца, и отрицательных, из губчатого свинца, пластин, которые параллельно соединены в одноименные группы. Для предохранения пластин от замыкания между ними установлены сепараторы из изоляционного материала. Электролитом служит раствор серной кислоты в дистиллированной воде плотностью 1,83... 1,84 г/см<sup>3</sup>.

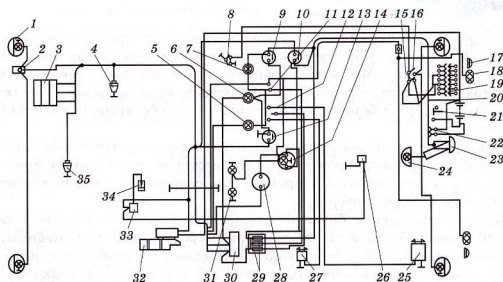
**Генератор** преобразует механическую энергию в электрическую. Наиболее распространены генераторы переменного тока, так как они проще по конструкции и более надежны. Генератор представляет собой бесконтактную электрическую машину трехфазного переменного тока с односторонним маг-

нитным возбуждением и состоит из статора, ротора, обмотки возбуждения и блока выпрямителей. Генератор приводится в действие от вала двигателя клиновым ремнем, надетым на шкив.

При работающем двигателе ток, поступающий в обмотку возбуждения генератора, создает магнитное поле, которое при вращении ротора пересекает обмотку статора генератора, и в ней индуцируется переменная электродвижущая сила (ЭДС). Выпрямитель, встроенный в генератор, преобразует переменный ток в постоянный, который через генератор поступает всем потребителям и в аккумуляторную батарею, заряжая ее.

**Реле-регулятор** служит для автоматического поддержания напряжения генератора в заданных пределах при изменении скорости вращения вала и тока нагрузки, что необходимо для нормальной работы потребителей. Реле-регулятор состоит из реле напряжения и реле защиты транзистора от коротких замыканий в цепи обмотки возбуждения генератора.

**Стартер** постоянного тока последовательного возбуждения с механизмом привода и включателем предназначен для пуска пускового двигателя. Включают стартер из кабины машиниста.



**Рис. 14.** Схема электрооборудования трактора:

1 — фара; 2 — соединительная панель; 3 — генератор; 4 — датчик температуры масла; 5 — контрольная лампа перегрева масла дизеля; 6 — контрольная лампа «массы»; 7 — лампа включения сигнала; 8 — стеклоочиститель; 9 — выключатель сигнала; 10 — выключатель стартера; 11 — выключатель передних фар; 12 — выключатель электродвигателей; 13 — выключатель пускового двигателя; 14 — амперметр; 15 — выключатель плафона; 16 — выключатель задних фар; 17 — светоотражатель; 18 — задний фонарь; 19 — штепсель; 20 — аккумулятор; 21 — выключатель «массы»; 22 — розетка для переноски; 23 — сигнал; 24 — плафон; 25, 27 — электродвигатели; 26 — выключатель блокировки зажигания; 28 — индикатор температуры тосола; 29 — предохранители; 30 — реле-регулятор; 31 — лампочка подсвета приборов; 32 — стартер; 33 — магнето; 34 — свеча зажигания; 35 — датчик температуры тосола

**Контрольно-измерительные приборы**, необходимые для наблюдения за показателями работы трактора (температура и давление масла в двигателе, давление в гидросистеме, уровень охлаждающей жидкости, указатели тока, уровня топлива и др.), установлены на пультах в кабине машиниста.

Основные цепи системы электрооборудования защищены термобиметаллическими предохранителями и блоками защиты с плавкими вставками. В случае короткого замыкания или перегрузки в цепи срабатывает термобиметаллический предохранитель или перегорает плавкая вставка. После того как сработал термобиметаллический предохранитель, необходимо ввести его в работу, нажав кнопку. При частых срабатываниях какого-либо предохранителя следует найти причину перегрузки в цепи или короткое замыкание и устранить неисправность.

На рис. 14 представлена схема электрооборудования трактора ДТ-75.

## 2.7 Кабина и рабочее место машиниста

Современный технический уровень тракторов предъявляет высокие требования к рабочему месту машиниста с точки зрения как эргономики, так и внешнего вида. Машинист практически целый день проводит в кабине, поэтому для него должны быть обеспечены максимальное удобство управления, комфорт и безопасность, условия, способствующие минимальной утомляемости.

Как правило, кабины современных отечественных тракторов одноместные, тепло- и шумоизолированные, соответствуют требованиям предельно допустимых уровней шума и вибрации. Для современных кабин характерна тщательность отделки интерьера.

Кабины отличаются большой площадью остекления, что обеспечивает хороший обзор рабочей зоны отвала бульдозера и рыхлителя. Кабины, особенно мощных тракторов, работающих в тяжелых грунтовых и климатических условиях, для снижения воздействия вибрации устанавливают на раму через амортизаторы, снабжают системами обогрева и вентиляции, поддерживающими параметры микроклимата в самых разных условиях эксплуатации. По заказу кабина может быть оборудована кондиционером, аварийным люком на крыше. Тракторы могут быть оборудованы мощным устройством защиты машиниста при опрокидывании машины и от падающих предметов.

В кабине около сиденья в зоне доступности расположены педали и рычаги управления двигателем, трансмиссией и рабочим оборудованием, а также приборные щитки для наблюдения за показателями систем трактора. Сиденье машиниста имеет регулировки положения спинки, оборудовано подлокотниками, снабжено виброизоляцией.

# 3

## Рабочее оборудование гусеничных бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей

### 3.1

### Гидравлическая система рабочего оборудования

Гидросистема является важнейшей составной частью базовой машины и обеспечивает управление рабочим оборудованием.

**Принцип работы гидравлической системы.** Гидросистема состоит из *насоса*, работающего от двигателя внутреннего сгорания; *исполнительных механизмов* — гидроцилиндров; *механизмов управления* — гидрораспределителя и клапанной аппаратуры; *вспомогательных устройств* — гидробака, фильтра, гидролиний.

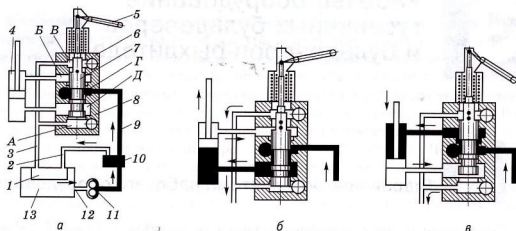
В гидросистеме вращательное движение вала насоса преобразуется в поступательное движение поршня гидроцилиндра. Энергия от насоса передается к исполнительным механизмам рабочей жидкостью, к которой предъявляются следующие требования: мало изменять вязкость и не разлагаться при перепадах температуры, противостоять пенообразованию, не воздействовать на уплотняющие материалы. Рабочая жидкость (например, минеральные масла) одновременно является смазывающей и антикоррозийной средой для агрегатов системы.

На рис. 15 представлена схема взаимодействия элементов гидросистемы. Из гидробака 13 по гидролинии 12 масло всасывается насосом 11, который нагнетает его по напорной гидролинии 9 к полости Г гидрораспределителя 8. Дальнейшая работа системы зависит от положения рукоятки 5 и связанного с ней золотника 7 гидрораспределителя. Гидрораспределитель 8 состоит из корпуса 6, золотника 7, размещенного в осевом отверстии, и рукоятки 5. Полость Г соединяет гидрораспределитель с насосом, полости Б и Д предназначены для подвода масла к гидроцилиндру 4, а полости А и В соединяют гидрораспределитель со сливной гидролинией 3.

При положении рукоятки 5, показанном на рис. 15, а, золотник 7 перекрывает доступ масла от полости Г к полостям Д и Б, а также слив из них через полости В и А. В этом случае масло, находящееся в гидроцилиндре, заперто (нейтральное положение). Масло, поступающее от насоса 11 к гидрораспределителю 8, повышает давление в гидролинии 9 и, преодолев сопротивление пружины клапана 10, проходит на слив в гидробак 13.

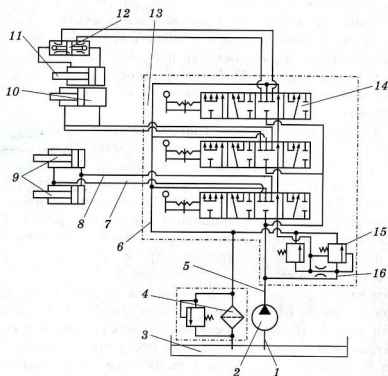
При опущенном золотнике 7 (рис. 15, б) напорная полость Г соединяется с полостью Д гидроцилиндра, а полость Б — с полостью слива В, и шток гидроцилиндра 4 начинает выдвигаться. При поднятом золотнике (рис. 15, в)





**Рис. 15.** Схема работы гидравлической системы:

*а* — общая схема (нейтральное положение — масло заперто); *б, в* — рабочие положения; 1 — фильтр; 2, 3, 9, 12 — гидролинии; 4 — гидроцилиндр; 5 — рукоятка; 6 — корпус; 7 — золотник; 8 — гидрораспределитель; 10 — клапан; 11 — насос; 13 — гидробак



**Рис. 16.** Схема гидравлической системы бульдозера-рыхлителя:

1, 5, 6, 7, 8, 16 — гидролинии; 2 — насос; 3 — гидробак; 4 — фильтр; 9, 10, 11 — гидроцилиндры; 12 — гидрозамок; 13 — гидрораспределитель; 14 — золотник; 15 — гидроклапан

направление подачи и слива масла изменяется, и шток перемещается в обратном направлении.

**Общая схема гидравлической системы.** На рис. 16 показана схема гидравлической системы бульдозера-рыхлителя ДЗ-171.03, которая является типичной и для других моделей.

В состав гидравлической системы входят: гидробак 3; насос 2; гидрораспределитель 13; гидроцилиндры 9 подъема-опускания отвала, 11 гидрораскоса отвала и 10 управления рыхлителем; фильтр 4 и гидролинии.

Работает система следующим образом: масло из гидробака 3 всасывается насосом 2 через гидролинию 1 и подается по напорной гидролинии 5 к гидрораспределителю 13. Гидрораспределитель 13 состоит из трех золотников 14 и предохранительного гидроклапана 15. При нейтральном положении (как показано на схеме) входы напорной гидролинии в золотники закрыты, и масло за счет возросшего давления в гидролинии 16 преодолевает сопротивление гидроклапана 15, проходит в гидролинию 6 и сливается через фильтр 4 в гидробак. При включении, например, нижнего золотника вправо гидролиния 5 соединится с выходной гидролинией 7, поток масла направится в поршневые полости гидроцилиндров 9 и их штоки начнут выдвигаться, заглубляя отвал. Одновременно вторые полости гидроцилиндров, связанные с гидролинией 8, соединяются со сливом.

Давление в гидросистеме регулируется на уровне 16 МПа с помощью предохранительного клапана 15, установленного в напорной секции гидрораспределителя 13.

Для фиксации положения перекоса отвала в гидролиниях управляющих им гидроцилиндров предусмотрен гидрозамок 12, запирающий выход масла из гидроцилиндров.

Гидросистема базовой машины представляет собой раздельно-агрегатную систему, и ее отдельные элементы рассредоточены по всей машине.

## 3.2 Бульдозерное оборудование

**Бульдозерное оборудование с неповоротным отвалом.** На гусеничных бульдозерах навешивают в основном два типа бульдозерного оборудования с неповоротным отвалом: с жестким и шарнирным креплением отвала к толкающим брускам.

**Оборудование с жестким креплением отвала** применяют главным образом на легких бульдозерах типа ДЗ-42Г. Это оборудование состоит из отвала, двух толкающих брусков и поперечной балки.

Бульдозерный отвал представляет собой жесткую сварную конструкцию, в основе которой заложен лобовой лист полукруглого профиля, усиленный сзади и по бокам листовыми коробками. Внизу лобовой лист усилен продольными косынками, образуя жесткую подножечную плиту, к которой спереди

болтами крепятся три съемных ножа. Толкающие брусья — коробчатого сечения, приварены к отвалу. На их свободных концах имеются вилчатые опоры для шарнирного крепления к пальцам поперечной балки трактора. Подъем-опускание отвала относительно пальцев поперечной балки производится гидроцилиндром, шарнирно закрепленным корпусом на тракторе и соединенным головкой штока с кронштейном отвала.

Бульдозерное оборудование с неповоротным отвалом с жестким креплением отличается простотой конструкции и надежностью. Однако его эксплуатационные возможности не отвечают современным требованиям, в частности, по планировочным качествам, способности заглупления отвала при разработке прочных грунтов и т. п.

На гусеничных бульдозерах тягового класса 10... 50, как правило, применяют **оборудование с шарнирным креплением отвала** к толкающим брусьям. За счет возможности перекоса отвала (до  $12^\circ$  в каждую сторону в вертикальной плоскости) таким оборудованием разрабатывают более прочные грунты. Изменяя углы отвала, повышают качество планирования, нарезают при угловом положении отвала кюветы. Применение шарнирного крепления повышает производительность машины на 25... 30%.

На рис. 17 показано рабочее оборудование бульдозеров с неповоротным отвалом с шарнирным креплением (типа ДЗ-171.1 и Б10).

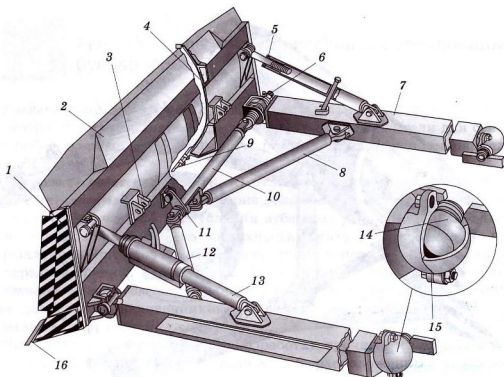
Отвал 1 и толкающие брусья 7 соединены между собой с помощью шарнирных подшипников 6. При перекосе отвала шарнирные подшипники позволяют толкающим брусьям поворачиваться в вертикальной и горизонтальной плоскостях относительно осей шаровых опор 14, закрепленных на тракторе.

Отвал 1 представляет собой сварную металлоконструкцию, в основе которой заложен лобовой лист 4 (показан в сечении) полукруглого профиля, усиленный коробками жесткости и торцевыми стенками. В верхней части отвала приварен козырек 2 для формирования схода призмы грунта. К нижней части лобового листа крепятся ножи 16. С задней стороны к коробке жесткости приварены кронштейны 3 с проушинами для соединения с пальцами гидроцилиндров подъема-опускания отвала.

Толкающие брусья коробчатого сечения предназначены для передачи тяговой силы трактора отвалу. Подкос 12, балка 10 и тяга 8 представляют механизм компенсации, предназначенный для распределения боковых нагрузок на брусья 7 и обеспечения изменений угла между отвалом и брусьями в момент перекоса отвала. Балка 10 через карданный шарнир соединена с винтом 9, с помощью которого можно регулировать положение отвала относительно продольной оси трактора.

Гидрораскос 13 и винтовой (жесткий) раскос 5 регулируют и удерживают отвал под определенным углом резания в рабочем положении, а также изменяют угол поперечного перекоса отвала. Изменение угла резания происходит при одинаковом изменении длин раскосов, а изменение угла перекоса отвала — при регулировании длины только гидрораскосом.

**Бульдозерное оборудование с поворотным отвалом.** Оборудование с поворотным отвалом более универсально, так как предусматривает поворот рабочего



**Рис. 17. Оборудование бульдозера с неповоротным отвалом с шарнирным креплением:**

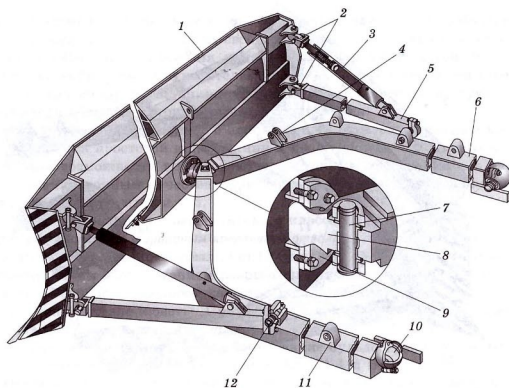
1 — отвал; 2 — козырек; 3 — кронштейн; 4 — лобовой лист; 5 — раскос жесткий; 6 — подшипник; 7 — толкающий брус; 8 — тяга; 9 — винт; 10 — балка; 11 — серьга; 12 — подкос; 13 — гидрораскос; 14 — шаровая опора; 15 — прокладка; 16 — нож

органа в плане прямо или под углом до  $27...30^\circ$  в обе стороны, а также и перекос до  $6...8^\circ$  в вертикальной плоскости.

В состав оборудования (рис. 18) входит отвал 1 с толкателями 5 и толкающее устройство — рама 6.

Отвал по конструкции аналогичен отвалам, рассмотренным ранее. С задней стороны отвала предусмотрены проушины для крепления крестовин 2, соединяющих раскосы 3 и толкатели 5 с рамой 6, а также гнездо 9 для крепления шаровой опоры 8 рамы. Толкатели 5 соединяются с рамой 6 с помощью шаровых опор 12. Рама 6 состоит из двух полурам, соединенных в шаровой опоре вертикальным пальцем. На концах полурам предусмотрены шаровые опоры 10, которыми оборудование крепится к трактору. На полурамах предусмотрены дополнительные опоры 11, предназначенные для установки отвала в плане. На рисунке показано прямое положение отвала. В случае перестановки одного из толкателей на заднюю опору, отвал повернется в соответствующую сторону.

Жесткие винтовые раскосы 3 предназначены для установки угла реза отвала (при одинаковой регулировке длины) и установки перекоса (при разной регулировке длины).



**Рис. 18.** Оборудование бульдозера с поворотным отвалом:

1 — отвал; 2 — крестовина; 3 — раскос; 4 — кронштейн; 5 — толкатель; 6 — рама; 7 — палец; 8, 10, 11, 12 — опоры; 9 — гнездо

**Бульдозерное оборудование колесных тракторов.** Колесные бульдозеры класса 1,4 выпускаются промышленностью в относительно небольших количествах. Обычно колесные тракторы снабжаются, кроме бульдозерного, еще каким-либо видом оборудования, имеющим широкое применение. Это одноковшовые экскаваторы, погрузчики, цепные экскаваторы, дисковые и дорожные фрезы и др. Причем бульдозеры в такой комплектации часто являются вспомогательным оборудованием.

Бульдозерное оборудование для машин этого класса выпускается как с неповоротным отвалом, так и с поворотным. Поперечный перекас отвала в них не предусмотрен. Гидроцилиндр управления подъемом-опусканием отвала подсоединен к гидросистеме трактора. Поворот отвала в плане выполняют вручную и фиксируют штырем.

Бульдозерное оборудование трактора К-702М имеет возможность поворачиваться в плане до  $25^\circ$  в каждую сторону, а также обеспечивает перекас отвала в поперечной плоскости на  $16^\circ$  в каждую сторону. Указанные манипуляции с отвалом, равно как и его подъем-опускание, осуществляются гидроцилиндрами.



**Рыхлители**, применяющиеся для вспомогательных работ, выпускаются с трехзвенной и четырехзвенной подвеской (рис. 19). Рыхлители для основных видов работ выпускают только с четырехзвенной, в основном параллелограммной, подвеской.

**Трехзвенная подвеска** (рис. 19, а) отличается простотой конструкции и меньшей металлоемкостью. Однако она обладает существенным недостатком, связанным с тем, что при заглублении зуба угол рыхления значительно меняется — от максимального на поверхности грунта до минимального на глубине рыхления. При этом износ наконечников происходит как по задней, так и по передней граням, и наконечник быстрее теряет работоспособность.

**Четырехзвенная подвеска** сохраняет угол резания постоянным, что увеличивает срок службы наконечников, так как их износ идет в основном по задней грани, а острая кромка сохраняется.

Рыхлители, применяемые для разработки прочных и мерзлых грунтов, могут иметь либо один рабочий орган — зуб, расположенный по оси машины, либо три зуба.

Однозубый рыхлитель предназначен для разработки более прочных пород, так как вся тяговая сила трактора сконцентрирована на нем.

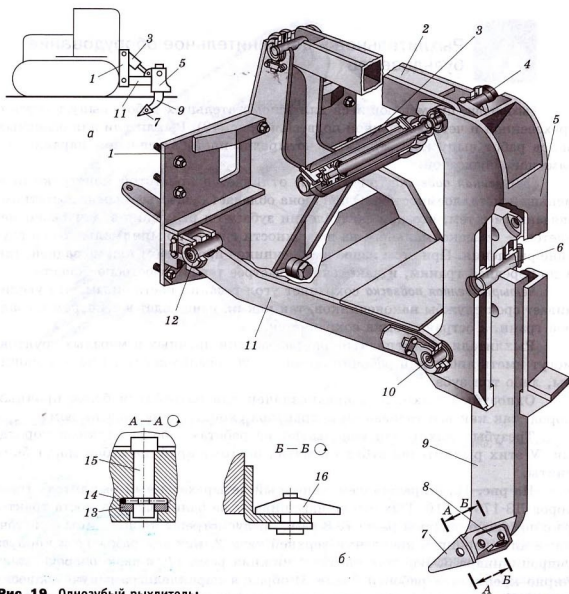
Трезубые рыхлители используют на работах с более легкими породами. У этих рыхлителей зубья съемные, поэтому крайние зубья могут быть сняты.

На рис. 19, б представлен однозубый четырехзвенный рыхлитель тракторов ДЗ-170 и Т10. Рыхлитель навешивают на балку заднего моста трактора с помощью опорной рамы 1. В раме предусмотрены кронштейны с расточками для шарниров крепления верхней тяги 2, нижней рамы 11 и корпуса гидроцилиндра 3. Верхняя тяга 2 и нижняя рама 11, в свою очередь, шарнирно крепятся к рабочей балке 5, образуя параллелограммную подвеску балки. К оси шарнира 4 крепится головка гидроцилиндра 3, с помощью которого поднимается и опускается рабочая балка.

В гнездо рабочей балки вставляется зуб рыхлителя 9, состоящий из стойки и съемного наконечника 7. Крепится стойка к балке пальцем 6. На стойке предусмотрены три отверстия для возможной перестановки зуба по вертикали. Наконечник крепится к стойке пальцем 15, который фиксируется пружинной чекой 14. В качестве сменного оборудования на рыхлителях применяют уширители 16, скалывающие породу снизу.

На работоспособность и производительность машин существенно влияют ножи бульдозера и наконечники рыхлителя.

Для повышения долговечности режущие кромки ножей и наконечников наплавляют износостойкими сплавами. По мере износа ножи и наконечники заменяют.



**Рис. 19. Однозубый рыхлитель:**

*а* — трехзвенный, *б* — четырехзвенный; 1, 11 — рамы; 2 — тяга; 3 — гидроцилиндр; 4, 10, 12 — шарниры; 5 — балка; 6, 15 — пальцы; 7 — наконечник; 8 — кронштейн; 9 — зуб; 13 — шайба; 14 — чека; 16 — уширитель

Для использования машин в различных грунтовых условиях или на специальных работах бульдозеры с неповоротным отвалом могут быть укомплектованы **дополнительным оборудованием**. Это уширители, открьлки, рыхлительный зуб, откосник и т. д.

# 4

## Общие сведения о земляных работах

### 4.1 Бульдозерные работы и виды земляных сооружений

Бульдозер широко применяется практически во всех отраслях промышленности и строительства, связанных с производством земляных работ

Технологический процесс земляных работ состоит из подготовительных, основных и отделочных операций.

**Подготовительные работы** заключаются в расчистке полосы отвода, предназначенной для какого-либо строительного объекта, от деревьев, пней, кустарника, валунов и т. п. Выполняют эти работы в основном бульдозерами, оборудованными отвалом или сменным рабочим органом. В перечень подготовительных работ входит также отвод поверхностных и грунтовых вод, для чего отрывают дренажные каналы, и прокладка временных дорог для передвижения строительной и грузовой техники.

**Основные работы** — это производство земляных работ, непосредственно связанных с сооружением заданного объекта. Наибольшее количество видов земляных работ бульдозеры выполняют при строительстве автомобильных и железных дорог, сооружении каналов, водоемов и дамб. Эти работы связаны с возведением различных земляных сооружений, таких как земляное полотно, насыпи, каналы и т. д.

Необходимость проведения земляных работ при возведении сооружений определяется рельефом земной поверхности, для сглаживания которой грунт с выпуклых мест срезают, а в вогнутые подсыпают.

Земляное сооружение, выполненное в результате разработки снятия грунта на различную глубину ниже земной поверхности, называют **выемкой**. В выемках возводят земляное полотно, русла каналов, котлованы, вскрывают грунт при добыче полезных ископаемых. Выемки для земляного полотна (рис. 20, а) автомобильных и железных дорог разрабатывают глубиной до 12 м.

**Земляное полотно** — инженерное грунтовое сооружение, которое служит основанием для автомобильной дороги или рельсового пути железной дороги. Ширина земляного полотна *1* в выемке ограничивается с обеих сторон кюветами *3*, предназначенными для сбора и отвода за пределы выемки осадочных и талых вод, стекающих с откосов *5* и **сливной призмы** *2* — верхней площадки полотна с уклоном от оси. Кюветы выполняют в виде выемок треугольного или

трапециидального сечения. Боковые стенки кюветов также называют откосами, а линии пересечения земляного полотна с откосами называют бровками.

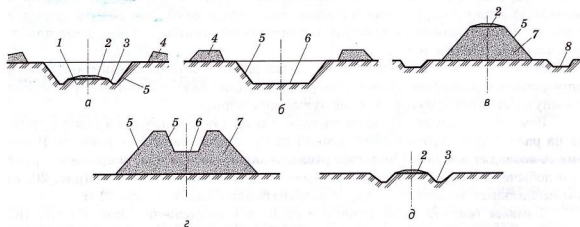
Часть сливной призмы в дальнейшем используют как обочины. **Обочины дороги** — боковые части земляного полотна, примыкающие к проезжей части, служащие для придания устойчивости проезжей части, предотвращения ее краев от обламывания, разезда и остановок автомобилей. Во время ремонта дороги обочины используют для складирования материалов или в качестве резерва для расширения дороги.

Канал в выемке (рис. 20, б) в поперечном сечении образуется дном 6 и двумя боковыми откосами 5. Площадь сечения канала определяют по количеству воды, протекающей со скоростью, при которой дно и откосы не должны размываться.

Глубина и очертание котлованов и траншей (на рисунке не показаны), отрытых в выемке, определяют их назначением. Дно может быть горизонтальным или наклонным, откосы, в зависимости от глубины, укрепляют или делают с большей крутизной, чтобы их не размыло.

Грунт, разработанный в выемках, используют для отсыпки насыпей или подсыпки пониженных мест рельефа. В случае непригодности грунта для этих целей его укладывают в кавальеры 4.

Земляное сооружение, возводимое отсыпкой грунта на поверхность земли, называют **насыпью**. Насыпи 7 (рис. 20, в) возводят для устройства земляного полотна в пониженных местах, сооружения плотин для водоемов. Для насыпи используют хорошо уплотняющиеся грунты, обладающие высокой несущей способностью. Возводят насыпи высотой до 12 м грунтом из прилегающих выемок или из специально закладываемых резервов 8. Так как отвод воды от насыпи не затруднен, устраивать кюветы у ее подошвы не тре-



**Рис. 20. Земляные сооружения:**

а — земляное полотно в выемке; б — канал в выемке; в — земляное полотно в насыпи; г — канал в насыпи; д — нулевой участок земляного полотна; 1 — земляное полотно; 2 — сливная призма; 3 — кювет; 4 — кавальер; 5 — откос; 6 — дно канала; 7 — насыпь; 8 — резерв

буется. Насыпи для каналов отсыпают так же, как и дорожные, а затем в них сверху вырезают русло (рис. 20, з).

Промежуточным земляным сооружением между выемкой и насыпью является сооружение вдоль косогора. Ровные участки местности, не требующие ни выемки, ни насыпи, называют *нулевыми*. В нулевых участках (рис. 20, д) дорожное полотно сооружают грунтом, отсыпаемым из боковых кюветов.

На рис. 20 представлено поперечное сечение профиля земляных сооружений. Продольный профиль земляного полотна показывает характер его по длине с учетом подъемов и спусков, которые определяют уклоном, выраженным в процентах. Разность по высоте между двумя точками продольного профиля называют *превышением*, а расстояние между ними по горизонтали — *заложением*. Разделив превышение на заложение, выраженные в метрах, получают продольный *уклон дороги*. Так, если превышение составляет 10 м, а заложение — 100 м, то значение уклона  $i$  равно 0,1, или 10 %.

Значительную долю работ в горнодобывающей промышленности на открытых разработках полезных ископаемых (россыпях) выполняют бульдозеры, оборудованные навесными рыхлителями, особенно тяжелого и сверхтяжелого классов. Весь комплекс этих работ включает осушение россыпи, работы по вскрытию для обеспечения доступа к слоям полезных ископаемых, подготовительные работы по очистке россыпи от леса, кустарника, сезонного промерзания и, наконец, добычные работы, начиная от рыхления и выемки песков, удаления хвостов в отвалы и т. д.

При использовании бульдозеров на вскрышных работах до глубины залегания 4 м возможна послойная разработка без специальной подготовки по мере естественного оттаивания промерзших пород, а на глубине от 4 до 8 м требуется оттаивание и рыхление.

**Отделочные работы** включают планировку поверхности сооружения, срезку ступенек на откосах, обеспечение заданных поперечных уклонов и могут успешно выполняться бульдозерами.

## 4.2 Грунты

Материалом для сооружения земляного полотна служит грунт. Поверхностный слой грунтов — почвенный или растительный — плохой строительный материал и поэтому при устройстве земляного полотна используется в редких случаях. Основным строительным материалом служит грунт естественного залегания. По составу грунты делят на песчаные, пылеватые, суглинистые, глинистые, лессовые, торфяные и скальные.

Свойства грунтов зависят в основном от размеров их частиц и от количественного соотношения частиц различных размеров.



Свойства грунтов в значительной мере определяют прочность земляного полотна.

**Связность грунта** характеризуется усилением, необходимым для разъединения сцепленных между собой частиц. Наибольшей связностью обладают скальные и глинистые грунты.

**Водопроницаемостью** называют свойство грунтов, например песчаных, пропускать воду.

**Водопоглощение грунта** — способность впитывать воду, не пропуская ее. Такими свойствами обладает глина. Грунты, содержащие до 5 % воды, относят к сухим, до 30 % — к влажным, более 30 % — к мокрым.

**Разрыхляемостью грунта** называют его способность увеличивать объем при разработке. Отношение объема разрыхленного грунта к объему в плотном теле называют **коэффициентом разрыхления**. Наибольшую разрыхляемость дают глины и суглинки (26...32%). Если разрыхленный грунт уложить в насыпь, то его откосы будут расположены под определенным углом, характерным для каждого вида грунта и его влажности. Этот угол называют **углом естественного откоса** грунта. Например, для песчаных грунтов угол естественного откоса составляет 15...30°, а для суглинков — 25...50°, причем меньшие значения соответствуют мокрым грунтам.

**Уплотняемость грунтов** характеризует способность их плотно укладываться в насыпи. **Плотность** характеризуется массой единицы объема вещества, например 1 м<sup>3</sup> грунта в плотном состоянии. Измеряется плотность в килограммах, деленных на кубический метр (кг/м<sup>3</sup>).

Хорошим материалом для сооружения земляного полотна являются песчаные и суглинистые грунты. Глинистые грунты для этой цели малопригодны, так как при обработке превращаются в комки, плохо уплотняются во время укладки, что приводит к образованию пустот в насыпи.

Грунты по трудоемкости разработки разделяют на три группы. Чем больше номер группы грунта, тем выше трудоемкость его разработки.

#### Группы грунтов в зависимости от трудности их разработки

Галька и гравий размером до 80 мм .....	II
Глина: жирная, мягкая или насыпная без примеси гравия .....	II...III
тяжелая ломовая .....	III
Грунт растительного слоя без корней и булыг .....	I
Лесс: естественной влажности с примесью гравия, гальки .....	I
сухой с примесями .....	II
Песок: без примесей естественной влажности .....	II
сухой сыпучий .....	III
Суглинки: легкие и тяжелые .....	I
с примесью гравия .....	II
Супеси .....	II
Солончак и солонец: мягкий .....	I
отвердевший .....	III

Горные породы по прочности делят на шесть категорий: от глины и торфа (первая категория) до железной руды и мерзлых пород (шестая категория). Эти породы встречаются на вскрышных разработках полезных ископаемых.

# 5

## Технология производства земляных работ бульдозерами и бульдозерами-рыхлителями

### 5.1 Виды бульдозерных работ

Бульдозеры применяют во всех отраслях гражданского, дорожного, промышленного, мелиоративного строительства, в сельскохозяйственном производстве, в городском хозяйстве и т. д.

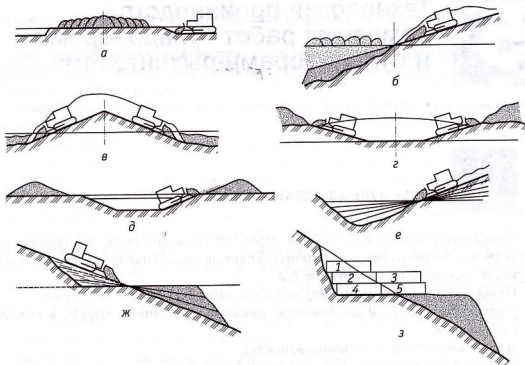
Наиболее характерными видами бульдозерных работ являются:

- разработка траншей котлованов, каналов с отсыпкой грунта в кавальеры, насыпи;
- срезка косогоров и засыпка выемок;
- снятие плодородного слоя или пустой породы;
- планировка и разравнивание поверхности при переднем и заднем ходе;
- засыпка траншей;
- толкание скрепера;
- валка деревьев, корчевка пней и срезка кустарника;
- снегоочистка.

*Послойную разработку и перемещение материалов* бульдозеры выполняют на расстоянии 50...150 м. Причем на больших расстояниях экономически целесообразно использовать тяжелые бульдозеры. При поверхностной разработке грунтов характерны челночные движения бульдозера, чередующие рабочий ход с заглуплением отвала и перемещением материала и обратный ход порожняком. Грунт целесообразно набирать отвалом и перемещать по одному проходу с образованием боковых валиков или траншейным способом, так как при этом уменьшаются потери грунта за края отвала. Целесообразна также спаренная работа бульдозеров. В легких грунтовых условиях желательно применение сменного оборудования бульдозера (открылок, уширителей, удлинителей и т. п.), что позволит повысить объем призмы грунта перед отвалом и, следовательно, производительность машины.

*Возведение насыпей* бульдозерами осуществляют поперечными проходами из резерва (рис. 21, а) или продольными односторонними движениями машины (рис. 21, б).

При поперечном перемещении грунта из резерва целесообразно использовать траншейный способ разработки материалов и спаренную работу бульдозеров, отрывая траншею одновременно с двух сторон из двух резервов. Первые призмы грунта подают к оси насыпи, а последующие — ближе к ее краям. Призмы волочения укладывают вприжим к уложенным ранее при-



**Рис. 21.** Схемы проведения основных земляных работ

злам. Подъемы образованных откосов, по которым подается грунт, не должны превышать 30 %, иначе работа бульдозера становится неэффективной.

Продольные движения бульдозера в направлении продольной оси насыпи целесообразно применять при наличии уклонов, в этом случае подавать грунт следует под уклон. Высота насыпи при этом может быть до 4...5 м.

**Разработку выемок** производят продольными двухсторонними проходами (рис. 21, е) или поперечными ходами (рис. 21, з). Продольный двухсторонний способ обеспечивает большую производительность бульдозеров. Его применяют при небольшой протяженности выемок и в случаях, когда грунт, вынутый из выемки, полностью укладывают в прилегающие насыпи. Поперечный способ разработки выемки применяют в случаях укладки грунта в кавальеры вдоль будущего полотна дороги.

**Отрывку каналов, ирригационных сооружений, траншей и котлованов** производят поперечными ходами бульдозера с постепенным смещением машины вдоль сооружений (рис. 21, д). Грунт укладывают в кавальеры по всей протяженности канала, создавая с обеих сторон земляные валы. Разрабатывают грунт в параллельных траншеях глубиной не более габаритной высоты трактора. Расстояние между траншеями должно составлять 0,4...0,6 м. После отрывки траншей перемычки между ними разрушают.

**Планировочные работы** проводят на ровной поверхности земли, срезая большие бугры и засыпая впадины. Большие впадины засыпают с соседних косогоров продольными проходами (рис. 21, е). Последние проходы делают

со смещением отвала для исключения боковых валиков. После грубой планировки поверхности передним ходом бульдозера целесообразно провести отделку ее при заднем ходе машины с «плавающим» положением отвала. Для достижения лучшего качества планировки следует применить взаимно перпендикулярные проходы бульдозеров.

**Пробивку террас на косогорах** осуществляют бульдозерами с неповоротными и поворотными отвалами. Наиболее эффективен и безопасен способ перемещения грунта с косогора в полунасыпь (рис. 21, ж) поперечными ходами машины под уклон. Такой способ целесообразен на пологих склонах косогоров. При больших углах склона используют продольные проходы отвалом, установленным с перекосом. Проходы пробивают в последовательности, указанной на рис. 21, з. Этот способ также эффективен, но имеется опасность поперечного сползания или опрокидывания бульдозера, что требует особого внимания.

**Засыпку траншей** производят бульдозерами с поворотным и неповоротным отвалами. Эту операцию выполняют прямыми ходами, перпендикулярными оси траншеи, или косыми движениями под некоторым углом к ней. Бульдозер с неповоротным отвалом захватывает краем отвала часть грунта из насыпи и перемещает его в траншею. Если глубина траншеи 1,5 м и более, грунт ссыпают через одну или две призмы, чтобы не допустить обвала стенок траншеи и сползания в нее бульдозера. После первого прохода бульдозер смещают при заднем ходе и повторяют операцию.

Бульдозеры с более широким поворотным отвалом, установленным под углом, косыми ходами под  $30 \dots 40^\circ$  сталкивают грунт в траншею.

Бульдозеры осуществляют также **толкание скреперов** при наборе грунта и выходе груженого скрепера из забоя с большим уклоном дороги, когда тяговой силы у базовой машины скрепера недостаточно.

## 5.2 Виды работ бульдозера-рыхлителя

Навесные рыхлители на бульдозерах значительно расширяют возможности использования этих машин для тяжелых грунтовых условий, при разработке прочных и скальных пород, мерзлых грунтов, так как производят предварительное их рыхление на отдельные куски и глыбы, доступные дальнейшей разработке бульдозерным отвалом. Эти виды работ находят применение в горнодобывающей промышленности при добыче полезных ископаемых открытым способом.

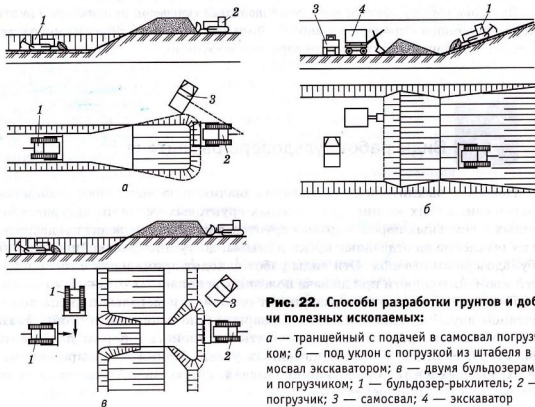
Бульдозеры-рыхлители разрушают скальные и мерзлые породы под воздействием двух сил: сжатия зубом и разрыва наконечником и стойкой. Наиболее эффективно рыхление трещиноватых и слоистых пород: известняков, песчаников, сланцев, бурых и каменных углей. Приняты четыре оптимальные схемы рыхления: продольно-кольцевая, спиральная, челночная со смещением, продольно-поперечная.

Выбор схемы рыхления зависит от прочности и природы разрабатываемых пород. При рыхлении грунтов IV категории и прочных пород целесообразно работу машин организовать по продольно-кольцевой и спиральной схемам, так как они обеспечивают наибольшую производительность. Челночную и продольно-поперечную схемы применяют при рыхлении скальных пород и вечномёрзлых грунтов. Последнюю схему используют, когда необходимо получить разрыхленную породу меньших размеров и ее дополнительно дробят гусеницами трактора.

Площади мерзлых грунтов разрабатывают послойно на максимально возможную глубину. При глубине промерзания пород на 50...70 см можно рыхлить массив тремя зубьями; если глубина разработки пород больше, то рыхлить надо одним зубом за два-три прохода с глубиной рыхления 30...40 см.

При работе на мерзлых породах тяговая сила машины снижается на 35...45% за счет уменьшения сцепления ходовой части с грунтом. Частично сцепление можно улучшить специальными накладками на траки.

Грунты рыхлят на рабочей передаче машины при скорости движения 1,0...3,0 км/ч. После окончания проходов следует обязательно проверить наличие съёмного наконечника, так как возможна его потеря. В этом случае,



**Рис. 22.** Способы разработки грунтов и добычи полезных ископаемых:

*а* — траншейный с подачей в самосвал погрузчиком; *б* — под уклон с погрузкой из штабеля в самосвал экскаватором; *в* — двумя бульдозерами и погрузчиком; 1 — бульдозер-рыхлитель; 2 — погрузчик; 3 — самосвал; 4 — экскаватор

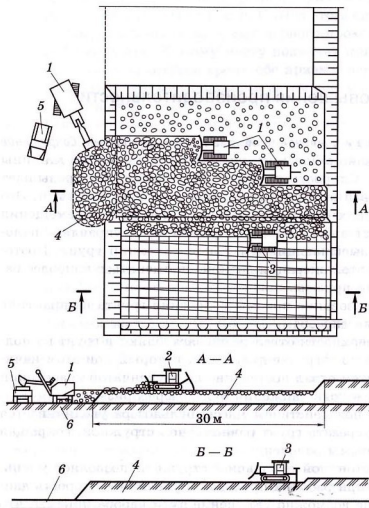


если носок стойки поврежден, ее следует заменить, так как она не будет удерживать наконечник.

Разрыхленные грунты и породы доступны для разработки бульдозерным отвалом, который и используется для перемещения материала в предусмотренное технологией место. Для уборки разрыхленного материала используются и другие виды машин.

Существуют несколько рациональных схем работы бульдозера-рыхлителя в сочетании с погрузчиками и экскаваторами.

При разработке массива траншейным способом (рис. 22, а) бульдозер-рыхлитель 1 послойно рыхлит породу на дне траншеи. Затем отвалом при поднятом рыхлителе порода перемещается в штабель челночными движениями машины. Из штабеля одноковшовый погрузчик 2 погружает раздробленный материал в самосвал 3, который отвозит его к месту складирования или переработки.



**Рис. 23.** Добыча полезных ископаемых открытым способом с предварительным рыхлением:

- 1 — экскаватор или погрузчик;
- 2 — бульдозер; 3 — бульдозер-рыхлитель; 4 — пустая порода;
- 5 — самосвал; 6 — полезные ископаемые

Более рациональна схема разрыхления и уборки пород бульдозером под уклон (рис. 22, б). Штабель материала образуют у подошвы уклона. Из штабеля экскаватор или погрузчик загружает породу в самосвал. В этом случае производительность работы выше.

Для согласования производительности погрузочных средств иногда применяют два бульдозера-рыхлителя (рис. 22, в), которые сначала продольно-поперечными ходами рыхлят дно траншеи, затем один бульдозер подает материал к месту складирования, а другой заталкивает его в штабель, из которого погрузчик заполняет самосвал.

При добыче полезных ископаемых открытым способом (рис. 23) применяют комплексный отряд машин, в который входят 3...5 бульдозеров-рыхлителей, экскаватор или погрузчик и несколько самосвалов. Чтобы не было простоев, один бульдозер-рыхлитель 3 только рыхлит площадку. Несколько бульдозеров 2 параллельно сдвигают разрыхленную пустую породу 4 в штабель, из которого экскаватор 1 загружает ее в самосвал для транспортировки в отвал. После уборки пустой породы аналогичным способом разрабатывают полезные ископаемые.

### 5.3 Способы повышения производительности

**Сокращение рабочего цикла и увеличение объема призмы волочения.** Сокращение рабочего цикла напрямую связано с повышением скорости движения машины при выполнении операций. Скорость рабочего хода обычно не превышает 3,5 км/ч, а с учетом буксования гусениц или колес — 2,8...3,0 км/ч. Это обусловлено тем, что в процессе заглужения отвала, набора и перемещения призмы волочения машинист вынужден до 20 раз за цикл управлять положением отвала, восполняя высыпавшийся в боковые валики грунт. Поэтому для сокращения времени этой операции должны применяться наиболее рациональные технологические приемы.

Внедрение отвала и образование призмы волочения грунта на практике осуществляются следующими способами.

На горизонтальной поверхности отвал резко заглужают в грунт на полную глубину, определяемую по загрузке двигателя, который при этом начинает «снижать обороты». Затем отвал постепенно по ступенчатой траектории выглужают до образования в ходе движения бульдозера призмы.

При работе под уклон под действием массы бульдозера увеличивается тяговая сила, позволяющая срезать грунт равномерной стружкой, сокращая тем самым время набора призмы волочения.

Разработка забоя с постоянной небольшой стружкой позволяет уменьшить сопротивление грунта при рабочих проходах и увеличить скорость движения. Однако в этом случае возможно удлинение пути набора призмы, что

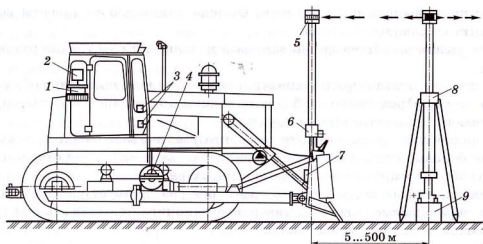
сведет к нулю выигрыш по времени. Обычно длина набора призмы волочения грунта составляет 6...10 м.

Для **увеличения объема призмы волочения** используют следующие различные приемы.

- Движение бульдозера по одному и тому же следу позволяет образовать после двух-трех проходов боковые валики достаточной высоты, ограничивающей боковые утечки грунта.
- Траншейный способ разработки грунта увеличивает объем призмы, так как боковые стенки траншеи удерживают материал перед отвалом. Этот способ часто применяется для земляных работ.
- Спаренная работа двух-трех бульдозеров способствует увеличению массы перемещаемого грунта, так как ограничивается просыпание грунта в боковые валики между машинами.
- Работа бульдозера под уклон увеличивает скорость движения и объем призмы и целесообразна при работе на местности с уклоном или во время отрывки котлована.
- Перемещение двойной и тройной призмы волочения способствует повышению производительности. Смысл этого способа заключается в том, что призму, набранную во время первого прохода, перемещают до середины рабочего хода. К этому месту подводят призму, набранную при втором проходе, и некоторое время обе призмы перемещают дальше. То же выполняют с третьей призмой и затем всю массу грунта перемещают к месту укладки.
- Выбор оптимального угла резания отвала в зависимости от плотности и влажности грунта имеет большое значение. При работе на влажных грунтах он должен составлять 45...50°. Стружка грунта при этом поднимается выше отвала, опускаясь в верхней зоне от козырька, и способствует образованию призмы большего объема. На насыпных грунтах угол резания должен составлять 60...65°.
- Увеличению призмы волочения способствуют уширители и удлинители, а также открылки, установленные по бокам отвала. Перечисленное дополнительное оборудование целесообразно применять на планировочных работах и при разработке легких грунтов и насыпных штабелированных материалов.

**Автоматизация бульдозерных работ.** Система автоматического управления бульдозеров применяется при зачистке поверхности выемки и насыпи, проведении планировочных и отделочных работ, требующих высокой точности уровня и уклона площадок и т. п. Производительность планировочных работ автоматизированного бульдозера может быть повышена в 2...2,5 раза.

Схема автоматического управления бульдозером показана на рис. 24. Система состоит из пульта управления 1, установленного в кабине 2, преобразователей положений отвала — углового 4, установленного на толкающем бруссе, и поперечного 7, установленного на отвале, фотоприемного устройства 5 с механизмом перемещения 6, гидрораспределителей 3, лазерного излучателя 8 и аккумуляторной батареи 9.



**Рис. 24.** Схема автоматического управления бульдозером:

1 — пульт управления; 2 — кабина; 3 — гидрораспределители; 4, 7 — преобразователи; 5 — фотоприемное устройство (ФПУ); 6 — механизм для перемещения ФПУ; 8 — лазерный излучатель; 9 — батарея

Система воздействует на гидроцилиндры подъема-опускания и перекоса отвала при отклонении отвала от заданного положения. В копирном режиме машиной управляют по лазерному лучу, исходящему из излучателя 8.

Лазерный излучатель состоит из лазерной трубки, коллиматора (устройства для формирования узкого луча), призмы с электродвигателем для ее вращения, уровня и винтов для установки прибора в горизонтальное положение. Благодаря вращению призмы излучатель посылает круговые сигналы. Радиус действия излучателя 5...500 м, а ширина луча составляет 25...80 мм.

Автоматическое управление в копирном режиме достигается тем, что лазерный излучатель создает стабилизированную в пространстве опорную оптическую плоскость с задаваемым уклоном. Фотоприемное устройство контролирует положение отвала относительно оптической плоскости. При смещении фотоприемника от оптической плоскости в гидросистеме бульдозера подается команда соответствующему гидрораспределителю на включение гидроцилиндра подъема-опускания отвала. Гидроцилиндры всегда перемещают отвал таким образом, что фотоприемное устройство не выходит из оптической плоскости. При этих условиях режущая кромка отвала копирует с определенной точностью опорную оптическую плоскость на поверхности грунта, обрабатываемой бульдозером.

Автоматический режим работы обычно проводится при тонких срезаемых стружках грунта. Поэтому для сокращения общего объема работ целесообразно автоматический режим включать на заключительных стадиях, выполнив предварительно грубую планировку поверхности при ручном управлении машиной.

Подобной системой автоматического управления «Комбиплан-10Л» оборудованы бульдозеры ДЗ-171.5.0.5.

## 6.1 Основные понятия технической эксплуатации

В понятие *эксплуатация машины* входят подготовка к эксплуатации, использование по назначению, транспортирование, техническое обслуживание и ремонт, хранение. Транспортирование, техническое обслуживание и ремонт, хранение выделяют в понятие *техническая эксплуатация*.

*Подготовка к эксплуатации* заключается в получении машины и последующем ее вводе в эксплуатацию.

Новые бульдозеры должны пройти приемку, в процессе которой проверяют эксплуатационную документацию, проводят наружный осмотр, проверку комплектности поставки, расконсервацию, опробование машины.

Во время наружного осмотра проверяют внешнее состояние сборочных единиц, качество консервации, наличие пломб.

Комплектность поставки проверяют по прилагаемому перечню.

При расконсервации удаляют консервационный смазочный материал, устанавливают фары и другие приборы, снятые на время транспортирования, проверяют уровень смазочного материала и охлаждающей жидкости в картерах и системах автогрейдера и при необходимости доливают их.

Бульдозер опробуют на месте и в движении, зарядив предварительно аккумуляторные батареи и заправив топливный бак. После пуска и прогрева двигателя на месте проверяют работу механизмов управления муфты сцепления, коробки передач, управления поворотом трактора в обе стороны, гидросистемы, механизмов подъема и выноса отвала, функционирование приборов, фар и световых указателей.

На ходу бульдозер опробуют при движении на всех передачах, проверяют работу систем поворота и тормозов.

После приемки бульдозера проводят обязательную обкатку для приработки поверхностей трения узлов машины при постепенной загрузке до полной мощности в период обкатки.

Обкатка включает три этапа: обкатку двигателя на холостом ходу в течение 15...20 мин, обкатку машины в транспортном режиме в течение 2...4 ч и с различными нагрузками 50...60 ч.

В транспортном режиме машину обкатывают при движении на каждой передаче по 20...30 мин, наблюдая за работой узлов и систем, следя за по-



казаниями контрольных приборов. Обкатка под нагрузкой проводится в рабочем режиме с постепенным увеличением мощности нагрузки до 75 % в первые 25 ч работы.

**Использование по назначению** представляет собой выполнение рабочих операций в составе дорожно-строительных работ.

**Транспортирование** гусеничных бульдозеров с объекта на объект, к месту технического обслуживания и ремонта и т.п. осуществляется с помощью транспортных средств. Колесные бульдозеры на небольшие расстояния могут перемещаться своим ходом. При перегонах своим ходом на значительные расстояния предварительно проверяют техническое состояние машины, заправляют ее топливом и смазочным материалом. На железнодорожных платформах бульдозеры перевозят согласно правилам установки и закрепления машины.

**Техническое обслуживание** представляет собой комплекс операций по поддержанию работоспособности или исправности машины при использовании ее по назначению, хранении и транспортировании.

Техническое обслуживание бульдозеров по периодичности и объему работ подразделяется на ежесменное (ЕО), выполняемое перед началом или после рабочей смены; плановое (ТО), выполняемое после определенной наработки машины; сезонное (СО), проводимое два раза в год во время перехода к зимней или летней эксплуатации. Для бульдозеров, в зависимости от модели базовой машины, проводят следующие плановые технические обслуживания: ежесменное; ТО-1 через каждые 60 или 100 моточасов работы; ТО-2 через каждые 240 или 500 моточасов; ТО-3 через каждые 960 или 1000 моточасов. Отклонения от установленной периодичности допускаются не более 10 %.

**Ежесменное обслуживание** включает: внешний уход (мойку и уборку машины); проверку технического состояния и готовности машины к работе (крепление основных узлов, устранение течи, контроль количества топлива и охлаждающей жидкости); смазывание и опробование машины вхолостую и на ходу.

**Плановые ТО** предназначены для снижения интенсивности изнашивания сопряженных деталей машины путем предупредительных мероприятий (диагностирования, регулирования, смазывания, замены и т.п.).

**Диагностирование** позволяет выявить неисправность машины без разборки и определить ресурс безотказной работы узлов, потребность в техническом обслуживании или ремонте. Основа диагностики — определение технического состояния, замер и сравнение со значениями параметров, установленных нормами на создание машины. Диагностирование проводят путем опроса машиниста о работе основных систем и механизмов, общей предварительной оценкой технического состояния машины, а также с помощью приборов и приспособлений, стендов. Например, длительный запуск двигателя свидетельствует о неисправности стартера, топливной аппаратуры, механизма газораспределения, а дымность выхлопа — о ненормальном процессе сгорания топлива. С помощью приборов измеряют мощность двигателя и отдельных его цилиндров в зависимости от частоты вращения вала, давление и расход масла и т.п.

При диагностировании трансмиссии по приборам определяют суммарный зазор в приводе на рабочих передачах, состояние подшипников и шестерен.

В тормозах и механизмах управления проверяют качество тормозных колодок и зазоры между ними и барабаном, ход тормозной педали, для колесных машин кроме того проверяют свободный ход рулевого колеса, давление срабатывания предохранительного гидроклапана рулевой гидросистемы и усилие поворота.

Диагностирование гидравлической системы бульдозера позволяет определить состояние фильтров, гидроцилиндров, давление срабатывания предохранительных гидроклапанов, подачу насосов.

При *сезонном обслуживании* производят замену смазочных материалов и рабочей жидкости, подзарядку аккумуляторов, утепление или снятие отдельных узлов.

**Хранение** заключается в содержании неиспользуемой по назначению машины в технически исправном состоянии.

При кратковременном хранении (до двух месяцев) бульдозер в чистом и заправленном виде устанавливают в месте, защищенном от осадков и пыли.

Перед длительным хранением машину консервируют и устанавливают на незатапливаемой площадке под навесом. До консервации машину очищают от грязи, смазывают и заполняют емкости. Передние и задние мосты колесных бульдозеров устанавливают на козлы так, чтобы колеса не касались опорной поверхности. Все неокрашенные поверхности покрывают техническим вазелином. Резиновые изделия насухо протирают, а открытые штоки гидроцилиндров обертывают парафинированной бумагой.

Техническое состояние хранящихся машин периодически проверяют: при кратковременном хранении — не реже одного раза в месяц, при долговременном — не реже одного раза в квартал.

## 6.2

### Безопасность труда

Машинист бульдозера и бульдозера-рыхлителя обязательно должен знать правила безопасного труда.

К работе на бульдозере и бульдозере-рыхлителе допускается машинист, достигший 18 лет, прошедший соответствующее обучение и имеющий удостоверение, подтверждающее это.

При работе машинист обязан соблюдать **следующие правила**.

- Перед запуском двигателя необходимо поставить рычаг коробки передач в нейтральное положение, а машину затормозить стояночным тормозом.
- Запрещается оставлять машину с работающим двигателем без присмотра. При необходимости отлучиться от машины двигатель необходимо заглушить и включить стояночный тормоз.

- Нельзя оставлять машину на уклонах и приближаться к откосам насыпи или выемки, во избежание их обрушения, на расстоянии ближе 6 м на песчаном и 3,5 м на глинистом грунтах при глубине выемки до 5 м (соответственно 3 м и 1,75 м при глубине выемки более 3 м).
- Во время работы посторонним лицам запрещено находиться в кабине.
- Во время работы с заглубленным отвалом или рыхлителем запрещается делать повороты машины.
- В случае сброса грунта под откос или засыпки траншей поперечным ходом нельзя выдвигать отвал за край насыпи, так как это может привести к сползанию бульдозера.
- При заднем ходе бульдозера отвал должен быть приподнят.
- Снятие или установку сменного и дополнительного оборудования, а также другие тяжелые работы должны выполнять не менее двоих рабочих.
- Запрещается во время работы бульдозера удалять из-под отвала случайно попавшие предметы.
- Запрещается регулировать, исправлять и смазывать бульдозер на ходу или при работающем двигателе.
- Запрещается работать на неисправной машине.
- При работе с аккумулятором надо остерегаться попадания электролита на тело, одежду и обувь.
- Техническое обслуживание и ремонт бульдозера нужно проводить только после полной остановки двигателя. Необходимо использовать исправные инструменты, предусмотренные нормативами. Запрещается наращивать гаечные ключи трубами или бить молотком по ключу.

## Список литературы

1. *Гладков Г.И.* Тракторы. Устройство и техническое обслуживание / Г.И. Гладков, А.М. Петренко. — М. : Транспорт, 1999.
2. *Забегалов Г.В.* Бульдозеры, скреперы, грейдеры / В.В. Забегалов, Э.Г. Ронинсон. — М. : Высш. шк., 1991.
3. *Полосин М.Д.* Машинист дорожных и строительных машин : справ. пособие / М.Д. Полосин. — М. : Изд. центр «Академия», 2005.
4. *Раннев А.В.* Устройство и эксплуатация дорожно-строительных машин / А.В. Раннев, М.Д. Полосин. — М. : Изд. центр «Академия», 2005.
5. *Ронинсон Э.Г.* Устройство дорожно-строительных машин : альбом / Э.Г. Ронинсон, М.Д. Полосин. — М. : Изд. центр «Академия», 2004.

# Оглавление

К читателю .....	3
Введение .....	4
<b>Глава 1. Общие сведения о бульдозерах и бульдозерах-рыхлителях .....</b>	<b>5</b>
1.1. Общее устройство, классификация и основные параметры бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей .....	5
1.2. Классификация и общее устройство базовых машин бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей .....	9
1.3. Особенности режимов работы и трансмиссий базовых машин .....	14
<b>Глава 2. Основные механизмы базовых машин бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей .....</b>	<b>18</b>
2.1. Кинематические схемы базовых машин .....	18
2.2. Муфты сцепления .....	18
2.3. Коробки передач .....	21
2.4. Задние мосты базовых тракторов .....	28
2.5. Рама и ходовая часть базовых тракторов .....	31
2.6. Электрооборудование .....	36
2.7. Кабина и рабочее место машиниста .....	38
<b>Глава 3. Рабочее оборудование гусеничных бульдозеров и бульдозеров-рыхлителей .....</b>	<b>39</b>
3.1. Гидравлическая система рабочего оборудования .....	39
3.2. Бульдозерное оборудование .....	41
3.3. Рыхлительное и дополнительное оборудование бульдозеров .....	45
<b>Глава 4. Общие сведения о земляных работах .....</b>	<b>47</b>
4.1. Бульдозерные работы и виды земляных сооружений .....	47
4.2. Грунты .....	49
<b>Глава 5. Технология производства земляных работ бульдозерами и бульдозерами-рыхлителями .....</b>	<b>51</b>
5.1. Виды бульдозерных работ .....	51
5.2. Виды работ бульдозера-рыхлителя .....	53
5.3. Способы повышения производительности .....	56
<b>Глава 6. Основы технической эксплуатации и безопасности труда .....</b>	<b>59</b>
6.1. Основные понятия технической эксплуатации .....	59
6.2. Безопасность труда .....	61
Список литературы .....	63