Ю. Г. МАНУЙЛОВ,
З. Е. ГАРБУЗОВ,
В. М. ДОНСКОЙ

МАШИНЫ для мелиоративного строительства

Справочник

Москва «МАШИНОСТРОЕНИЕ» 1978

6С6.08
М24
УДК 626.8.002.5

Рецензент канд. техн. наук **В. Г. Песков**

Мануйлов Ю. Г., Гарбузов З. Е., Донской В. М.
М24 Машины для мелиоративного строительства. Справочник. М., «Машиностроение», 1978. 222 с. с ил.

В справочнике приведены сведения о машинах для подготовительных и планировочных работ, отрытия каналов и траншей, дерноукладчиках, а также о машинах для ремонта и содержания мелиоративных систем (технические характеристики; рабочие размеры, характеризующие производственные возможности машин; баланс мощности; способы определения эксплуатационной производительности машин в различных условиях).

М $\frac{30207\text{-}241}{038(01)\text{-}78}$ 241-78 6С6.08

© Издательство «Машиностроение», 1978 г.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Мелиорация земель как основа обеспечения устойчивых и высоких урожаев — важная народнохозяйственная задача, решение которой влияет на повышение благосостояния народа.

Темпы мелиоративного строительства возрастают и к концу десятой пятилетки будут удвоены по сравнению с девятой пятилеткой. По объемам земляных работ мелиоративное строительство занимает первое место среди других областей народного хозяйства. Ежегодно прокладывают тысячи километров оросительных и осушительных каналов, десятки тысяч километров дренажных систем, возводят крупнейшие в мире гидротехнические комплексы, подготавливают к посевам миллионы гектаров земель.

Для дальнейшего повышения качества мелиорации развивают мелиоративное строительство: открытую оросительную сеть заменяют закрытыми напорными водоводами, автоматически питающими действующие поливочные агрегаты; оросительные каналы облицовывают бетонными покрытиями для уменьшения фильтрации воды и снижения ее расхода; повышают требования к точности планировки полей (в первую очередь в районах рисосеяния), для увеличения урожайности принимают все необходимые меры для сохранения плодородного слоя почвы при выполнении мелиоративных работ. В связи с ежегодным увеличением протяженности мелиоративных систем актуальными становятся уход за ними, периодический ремонт и очистка от наносов и растительности.

Успешное и экономически оправданное решение мелиоративного строительства связано с широким применением средств механизации мелиоративных работ. Отечественным машиностроением освоена система мелиоративных машин, обеспечивающих выполнение всех необходимых работ. В эту систему машин входят машины общестроительного назначения, а также специализированные мелиоративные машины, выполняющие определенные технологические операции с высокими производительностью и качеством.

В справочнике приведены описания основных мелиоративных машин общестроительного и специального назначения, при этом большое внимание уделено специальным мелиоративным машинам. Для удобства пользования книгой материал разбит по основным технологическим признакам и включает машины для подготовительных, планировочных и отделочных работ, нарезки мелиоративных каналов, содержания и очистки их, дреноукладчики. В справочнике даны сведения по одноковшовым экскаваторам и сменному мелиоративному оборудованию

к экскаваторам, но не приведены данные по специальным бетоноукладочным комплексам, применение которых связано с единичными заказами.

В книге рассмотрены методы определения технической производительности мелиоративных машин каждого приведенного типа и мощности привода; эти данные необходимы для правильного нахождения типоразмеров и числа машин, выполняющих определенные операции.

Мелиоративные машины в настоящее время переводят на гидравлический привод, который еще недостаточно освещен в технической литературе. Общие сведения о гидравлических машинах и гидросистемах, применяемых в мелиоративных машинах, выделены в специальный раздел.

Гл. I и II и § 4 гл. VI написаны Ю. Г. Мануйловым; предисловие, § 6 гл. II, гл. III, § 1 и 2 гл. IV и § 1, 2 и 3 гл. VI — З. Е. Гарбузовым; гл. IV и § 3 и 4 гл. V — В. М. Донским.

МАШИНЫ ДЛЯ ПОДГОТОВИТЕЛЬНЫХ РАБОТ

1. КУСТОРЕЗЫ

Кусторезы предназначены для срезания кустарника и мелколесья при освоении земель с древесно-кустарниковой растительностью. Техническая характеристика кусторезов приведена в табл. 1.

По типу рабочего органа кусторезы классифицируют на отвально-ножевые с прямыми и пилообразными ножами, фрезерно-дисковые, косилочные и пильные.

Кусторез КБ-4А (рис. 1) является навесным оборудованием к трактору *2* марки Т-100МБГП. Он состоит из отвала *1* клинообразной формы с ножами, дополнительной рамы отвала, ограждения *3*, заточного устройства, гидросистемы *4* и основной рамы *5*. Отвал является пассивным рабочим органом. Он представляет собой сварной каркас, обшитый листовой сталью, образующий в плане клин с углом 60°. Нижняя часть отвала является опорной лыжей. По ее периметру закреплены болтами ножи. Через дополнительную раму *6* отвал кустореза крепят к основной охватывающей раме *5* (универсальной раме корчевателя-собирателя Д-659А). С дополнительной рамой он соединен через шаровую опору и два стабилизатора. Пружинные стабилизаторы двустороннего действия придают отвалу устойчивость в горизонтальной плоскости, т. е. предотвращают подъем передней

Таблица 1

Техническая характеристика кусторезов

Показатель	КБ-4А	ДП-4 (Д-514А)	ДП-24	МТП-43	МТП-13
Производительность, га/ч	1,1—1,4	1,1—1,4	1,1—1,4	0,14	0,14
Ширина захвата рабочего органа, мм	4 000	3 600	3 600	16 000	13 000
Угол, град:					
установки ножей в плане	60	64	64	—	—
въезда	18	15	21	—	—
Базовая машина:					
марка	Трактор Т-100МБГП	Трактор Т-100МГП или Т-100МЗГП	Трактор Т-130.1.Г-1	Кран КПТ-1	Экскаватор МТП-71 (ЭО-4221)
мощность двигателя, л. с.	108	108	160	108	130
Габаритные размеры, мм:					
длина	8 300	7 390	7 600	12 800	9 750
ширина	4 000	3 600	2 600	3 770	7 050
высота	2 800	3 150	3 250	6 000	3 280
Масса, кг	16 400	14 420	17 000	24 400	25 000

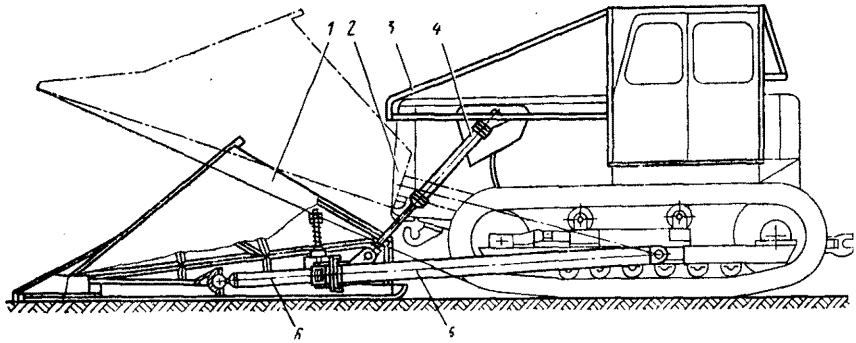


Рис. 1. Кусторез КБ-4А

части отвала и боковой его перекос. Для смягчения боковых ударов на отвале установлены резиновые буфера. Ограждение предохраняет капот и кабину трактора от ударов срезанными деревьями и представляет собой каркас из уголковой стали.

Управление рабочим органом гидравлическое. Оно осуществляется водителем из кабины трактора с помощью рукояток распределителя. Два передних гидроцилиндра присоединены с помощью пальцев к проушинам основной рамы.

Кусторез ДП-4 (Д-514А) *является навесным оборудованием, смонтированным* на тракторе Т-100МГП или Т-100МЗГП. Оборудование его состоит из рабочего органа, ограждения трактора, универсальной рамы, съемной головки, привода шлифовальной головки. На универсальную раму можно навешивать сменные рабочие органы корчевателя, универсального бульдозера.

Рабочий орган кустореза состоит из отвала, ножей, прикрепленных к отвалу болтами, и амортизаторов. Отвал представляет собой А-образную раму, сваренную из уголков. На поперечной балке рамы приварено гнездо, к которому двумя крышками прикреплена шаровая часть съемной головки. К передней части отвала приварен носовой лист для раскалывания пней и раздвигания сваленных

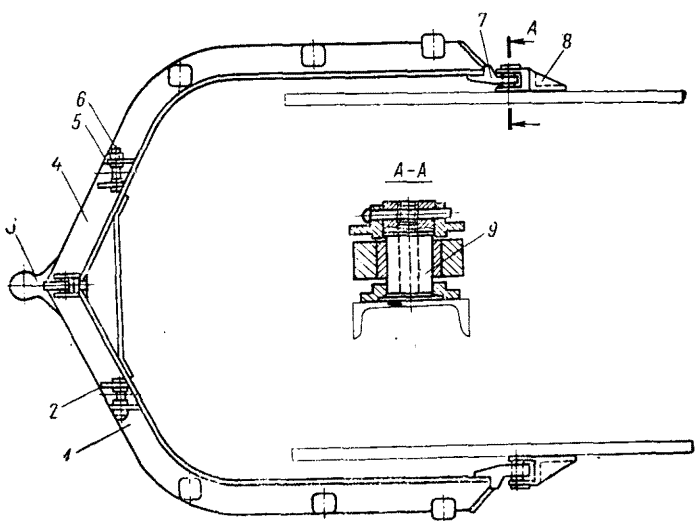


Рис. 2. Универсальная рама

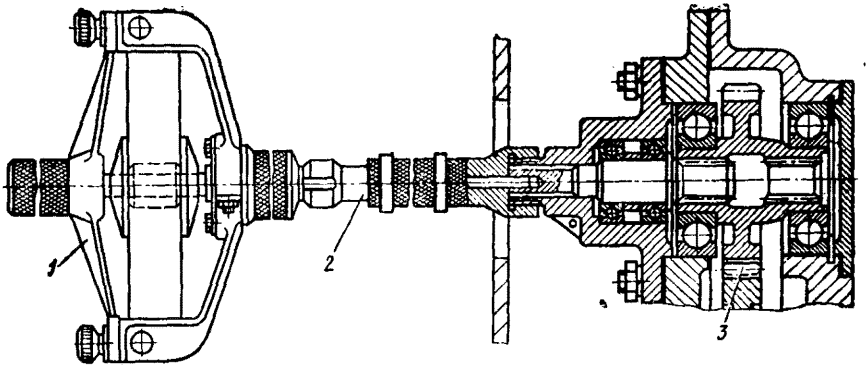


Рис. 3. Шлифовальная головка С-475Б

деревьев. Сверху на раме установлен каркас из уголков, обшитый листовой сталью. Каркас с обшивкой образует отвальную поверхность, которая при движении кустореза сваливает срезанные деревья в валки по бокам просеки, проложенной кусторезом. Ножи кустореза взаимозаменяемы. Для смягчения ударов отвала о толкающую раму и ограничения поворота его на шаровой головке кусторез снабжен амортизаторами.

Универсальная рама (рис. 2) представляет собой подковообразную конструкцию из двух изогнутых полурам *1* и *4* коробчатого сечения. К переднему торцу полурам приварена сферическая головка *3*, служащая для соединения рамы с отвалом. Шарнирное соединение рамы с гусеничными тележками трактора осуществляется проушинами *7*, осями *9* и опорами *8*. В передней части рамы приварены проушины *2* для соединения ее с головками штоков гидроцилиндров пальцами *5*, фиксируемыми корончатыми гайками *6*.

Шлифовальная головка С-475Б (рис. 3) служит для заточки ножей. Основными элементами являются собственно шлифовальная головка *1* и гибкий вал *2*. Гибкий вал передает вращение наждачному кругу головки от шестерни редуктора *3* привода гидронасосов трактора. Он заключен в специальную броню, поверх которой надет резиновый рукав. По концам вала имеются наконечники с лысками, которыми он вставляется в отверстия валиков шестерни редуктора гидронасоса и шлифовальной головки. При этом имеющиеся на концах вала муфты с резьбой наворачиваются на резьбовые выступы корпуса валика редуктора и валика головки.

Шлифовальная головка *1* состоит из корпуса, рукоятки, защитного кожуха и двух фланцев, между которыми закреплен абразивный круг. Для заточки ножей кустореза рекомендуется применять абразивный круг из электрокорунда или корунда на керамической связке зернистостью 24—46, твердостью МС (среднемягкой) или СТ-1 (среднетвердой).

Для защиты кабины трактора от падающих деревьев и сучьев кусторез оборудован ограждением, сваренным из труб и покрытым стальным листом над кабиной. Ограждение прикреплено четырьмя планками, подведенными под углы кабины трактора, и кронштейнами к лобовому листу трактора. Аналогичную конструкцию кустореза ДП-24 выпускают и на базе трактора Т-130Г.

Широко применяют на мелиоративных и сельскохозяйственных работах для срезки мелколесья и кустарника машину МТП-43 (рис. 4). Она снабжена активным рабочим органом — дисковой фрезой диаметром 1500 мм с частотой вращения 590 об/мин. Окружная скорость фрезы 46,4 м/с.

Дисковая фреза *3* (рис. 5) толщиной 20 мм имеет 48 зубьев. Фреза *3* получает вращение от электродвигателя *1* марки МТВ-412-6 мощностью 30 кВт через муфту и конический редуктор *2*. Фреза с приводом установлена на выносной раме *3* (см. рис. 4), которую монтируют на кране вместо стрелы. На раме откладчика *1* имеются захваты, удерживающие срезаемые стволы деревьев, а также

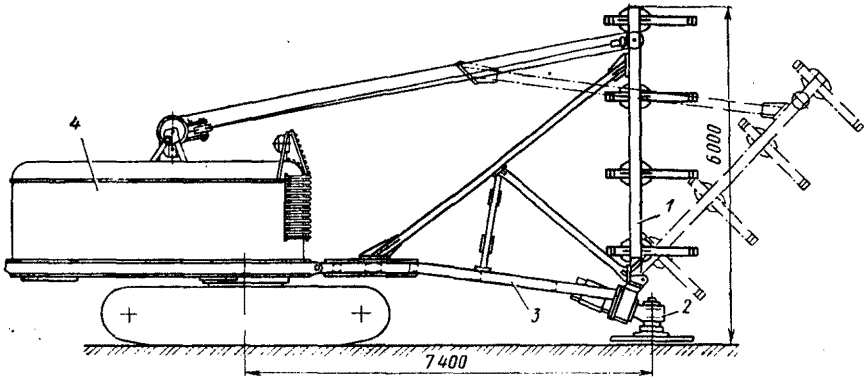


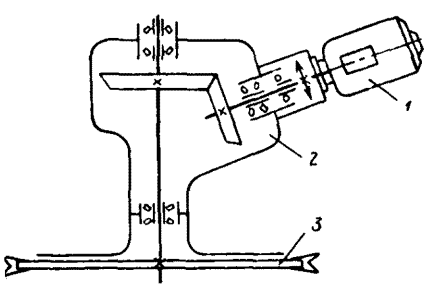
Рис. 4. Машина МТП-43 для срезки кустарника и мелколесья

блоки для запасовки каната подъема стрелы и откладчика. В качестве базы машины МТП-43 использован самоходный кран *4* марки КПТ-1 на уширенно-удлиненном гусеничном ходу, который состоит из платформы, механизмов и силовой установки. Приводится кран от дизель-электрической станции ДЭС-50Е.

Во время работы машины МТП-43 стрела *3* с фрезой *2* движется по концентрическим дугам, одновременно срезая и сваливая деревья. Вращается фреза против часовой стрелки. За один проход срезается лес и кустарник диаметром до 25 см и высотой до 16 м. Срезанные деревья удерживаются диском фрезы и клыками откладчика, укладываются на правый край полосы в вал по ходу машины. По окончании рабочего хода фреза опускается на 0,3—0,4 м и при возвращении в исходное положение подрезает пни и кочки ниже поверхности поля на 10—15 см.

Для повышения производительности труда при сводке с осваиваемых массивов древесной растительности диаметром до 350 мм и ускорения ввода новых площадей в эксплуатацию путем сокращения до минимума ручного труда на разборке навалов срезанных деревьев и крупного кустарника применяют машину МТП-13 (рис. 6, *а*). Машина состоит из торфяного гидравлического экскаватора МТП-71 (ЭО-4221), установленного на нем оборудования для сводки леса, пакетирующего устройства и дополнительного гидрооборудования. В качестве силового привода на машине установлен дизель А-01М (рис. 6, *б*) мощностью 130 л. с. с муфтой сцепления, которая отключает гидронасос при пуске дизеля в холодное время года. От дизеля крутящий момент передается сдвоенному насосу с подачей 330 л/мин. Для более полного использования мощности дизеля насос снабжен агрегатом, суммирующим мощность, с автоматическим регулятором.

Гидравлическая схема машины МТП-13 (рис. 7) предусматривает совмещение основных рабочих операций (вращение фрезы, поворот платформы, подъем и опускание стрелы). Максимальное давление в гидросистеме 250 кгс/см^2.



Оборудование для сводки древесины состоит из стрелы с поворотным откладчиком и рабочего органа — дисковой фрезы с приводом от гидромотора через одноступенчатый цилиндрический редуктор. Подъем и опускание стрелы, наклон откладчика и поворот клыков откладчика выполняются гидроцилиндрами.

Рис. 5. Кинематическая схема рабочего органа машины МТП-43

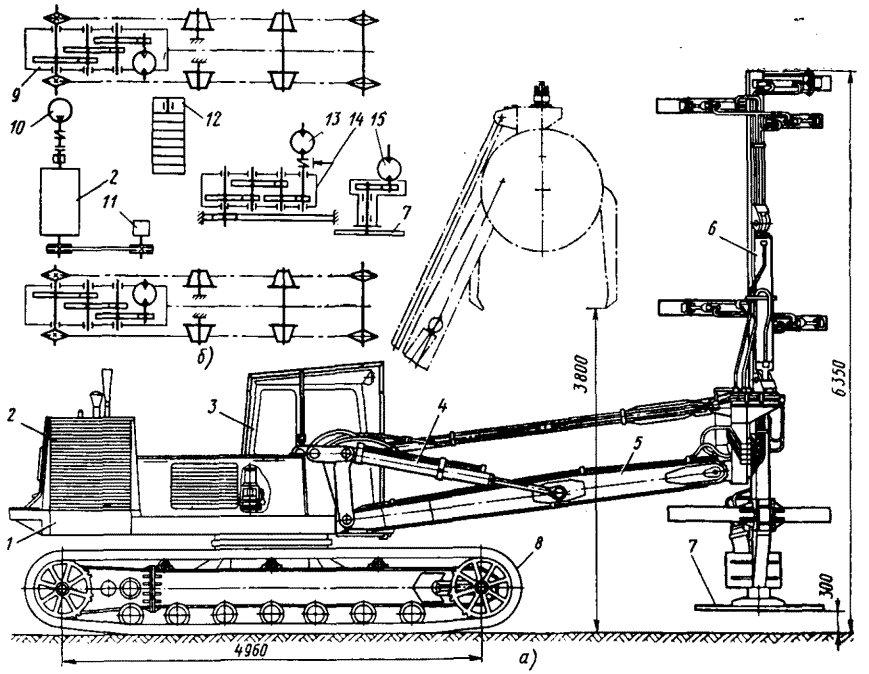


Рис. 6. Машина для сводки леса МТП-13 (*а*) и ее кинематическая схема (*б*):
1 — рама машины; *2* — дизель; *3* — кабина; *4* — цилиндр подъема стрелы; *5* — стрела; *6* — пакетирующее устройство; *7* — пильный диск; *8* — ходовое оборудование; *9* — механизм передвижения; *10* — гидронасос; *11* — генератор; *12* — центральный коллектор; *13* — гидромотор механизма поворота; *14* — механизм поворота; *15* — гидромотор привода дисковой фрезы

Пакетирующее устройство состоит из шарнирно-сочлененных рычагов, установленных на гусеничной балке перпендикулярно продольной оси машины. В нем накапливается срезанная древесина, формируется в пакеты, которые укладываются на землю.

Машину МТП-13 при наличии сменного оборудования (обратная лопата, грейфер) можно использовать в качестве экскаватора на рытье котлованов, траншей, каналов, на погрузочно-разгрузочных работах в мелиоративном строительстве.

Производительность кустореза за рабочую смену (в га)

$$П_1 = \frac{Bv\left(tK_в - \frac{n_1 t_1}{60}\right)}{10n}$$

или часовая (в м²)

$$П_2 = \frac{1000Bv\left(tK_в - \frac{n_1 t_1}{60}\right)}{tn},$$

где B — ширина захвата, м; v — рабочая скорость кустореза, км/ч; t — продолжительность рабочей смены, ч; $K_в$ — коэффициент использования рабочего времени; n_1 — число поворотов в конце участка; t_1 — время, затрачиваемое на один поворот, мин; n — число проходов по одному месту ($n = 1 \div 3$).

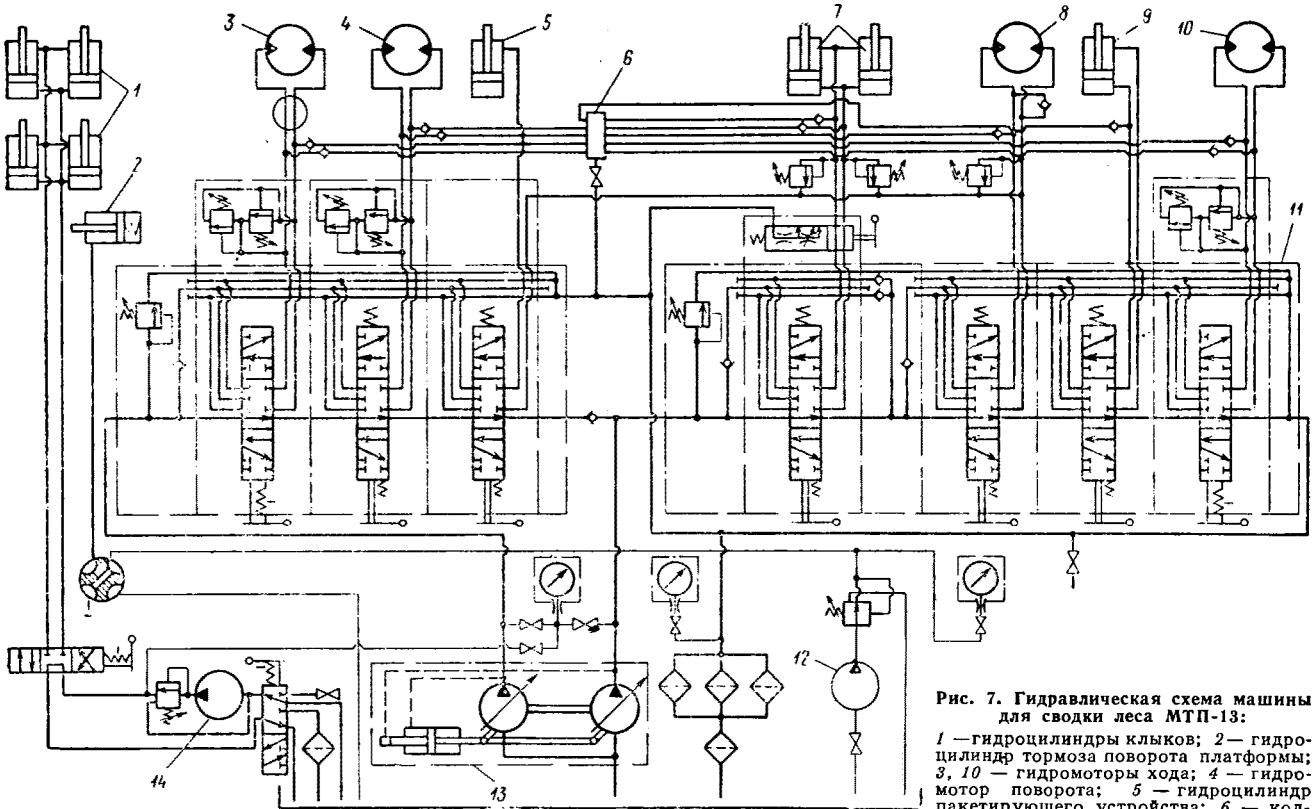


Рис. 7. Гидравлическая схема машины для сводки леса МТП-13:

1 — гидроцилиндры клыков; *2* — гидроцилиндр тормоза поворота платформы; *3, 10* — гидромоторы хода; *4* — гидромотор поворота; *5* — гидроцилиндр пакетирующего устройства; *6* — коллектор; *7* — гидроцилиндры подъема и опускания стрелы; *8* — гидромотор привода дисковой фрезы; *9* — гидроцилиндр поворота откладчика; *11* — распределители; *12, 14* — шестеренные насосы; *13* — насос сдвоенный с суммирующим регулятором мощности

При работе кустореза на участках с отдельными крупными деревьями производительность его нужно определять по приведенной формуле с поправкой на время, расходуемое на срезку этих деревьев. В этом случае производительность кустореза будет

$$П'_1 = \frac{Bv\left(tK_в - \frac{n_1 t_1}{60} - \frac{n_2 t_2}{60}\right)}{10n} \quad \text{или} \quad П'_2 = \frac{1000Bv\left(tK_в - \frac{n_1 t_1}{60} - \frac{n_2 t_2}{60}\right)}{tn},$$

где n_2 — число деревьев, встречающихся за смену, требующих индивидуальной обработки; t_2 — время, затрачиваемое на срезку одного дерева, мин.

2. КОРЧЕВАТЕЛИ И МАШИНЫ ДЛЯ ФРЕЗЕРОВАНИЯ

Корчеватели и корчеватели-собиратели предназначены для корчевки пней, очистки полей от крупных валунных камней и корней, сбора выкорчеванных пней, кустарника и камней в валы; транспортировки их за пределы осваиваемой полосы. Для сплошного глубокого фрезерования заросших кустарником минеральных и торфяных почв перед использованием их под сельскохозяйственные угодья предназначены специальные машины с активными рабочими органами.

Для корчевки отдельных пней диаметром до 40 см на болоте и диаметром до 50 см на минеральных грунтах, корчевки камней массой 3 т с погрузкой их в транспортные средства или транспортировки их за пределы осваиваемой полосы на клыках используют корчеватели-собиратели на тракторах Т-100МГП, Т-100МБГП, Т-100МЗГП и Т-130Г. В том случае, если диаметр корчуемых пней не превышает 30 см и требуется очистить почву от корней диаметром до 15 см при глубине их залегания до 50 см с транспортировкой штучных камней массой до 1 т за пределы осваиваемой полосы, целесообразно применять корчеватель-собиратель ДП-8 (Д-608) или ДП-8А.

Техническая характеристика корчевателей-собирателей приведена в табл. 2.

Таблица 2

Техническая характеристика корчевателей-собирателей

Показатель	ДП-8А	ДП-3 (Д-513А)	Д-695А	ДП-25
Базовый трактор: модель	ДТ-75Б-С2	Т-100МГП или Т-100МЗГП	Т-100МБГП	Т-130.1.Г-1
мощность двигателя, л. с.	75	108	108	160
Наибольшая высота подъема рабочих органов над опорной поверхностью гусениц трактора, мм	1 000	700	1 850	800
Наибольшее опускание зубьев ниже опорной поверхности гусениц трактора, мм	500	450	640	400
Ширина захвата рабочего органа, мм:				
корчевателя	950	1 380	2 380	1 380
корчевателя-собирателя	1 950	—	3 550	3 140
бульдозерного отвала	2 830	1 250	—	—
Давление на грунт, кгс/см²	0,32	—	0,368	0,36
Габаритные размеры, мм:				
длина	5 500	5 550	7 680	5 830
ширина	2 710	3 000	3 900	3 250
высота	2 200	3 050	2 270	3 048
Масса, кг	9 540	13 300	18 700	15 800

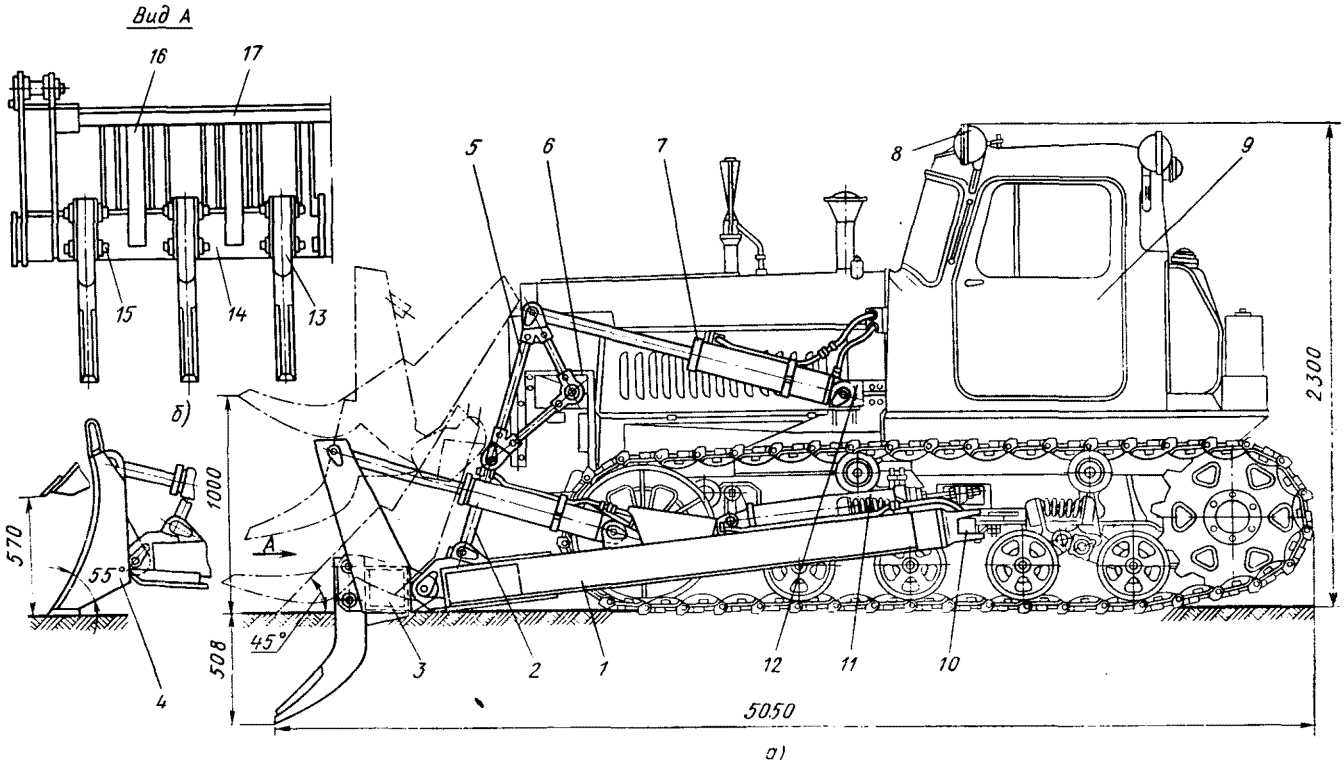
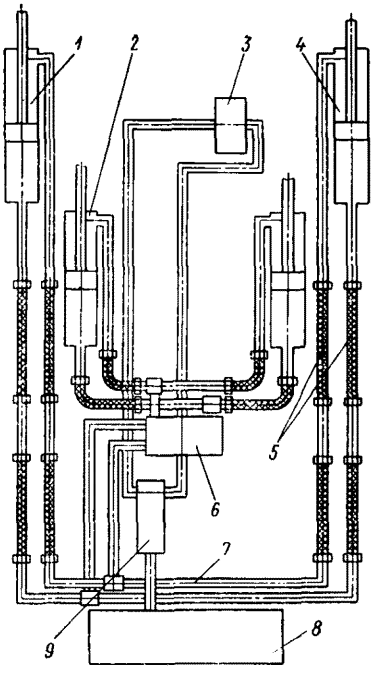


Рис. 8. Корчеватель-собиратель ДП-8 (Д-608) (*а*) и его корчующая рама (*б*):

1 — толкающая рама; *2* — тяга; *3* — корчующая рама; *4* — отвал; *5* — левый и правый рычаги; *6* — передние кронштейны; *7* — гидроцилиндр; *8* — фара; *9* — трактор ДТ-75Б-С2; *10* — опора; *11* — гидросистема; *12* — задние кронштейны; *13* — зуб; *14* — поперечина корчующей рамы; *15* — палец; *16* — швеллер; *17* — поперечина решетки

Рис. 9. Схема гидропривода корчевателя-собирателя ДП-8 (Д-608)



Корчеватель-собиратель ДП-8 (Д-608) (рис. 8, *а*) является навесным оборудованием к трактору ДТ-75Б-С2 и состоит из корчующей рамы с шестью зубьями, шарнирно-соединенной с толкающей рамой, и гидросистемы. Корчующая рама (рис. 8, *б*) состоит из поперечины коробчатого сечения, кронштейнов для соединения рамы с гидроцилиндрами поворота и толкающей рамой и кронштейнов, к которым прикреплены зубья с помощью пальцев.

Для удержания выкорчеванных пней и кустарника при валковании к корчующей раме приварена решетка из поперечины и швеллеров.

Толкающая рама П-образной формы состоит из поперечины, толкающих брусьев, кронштейнов и лыжи. Поперечина и толкающие брусья представляют собой балки коробчатого сечения. В нижней части этой поперечины для увеличения опорной поверхности приварена лыжа. Толкающая рама шарнирно соединена с поперечной балкой, которая болтами прикреплена к двум кронштейнам на раме трактора. Поднимают и опускают толкающую раму двумя гидроцилиндрами, поворачивают рабочий орган также гидроцилиндрами.

В гидросистему корчевателя-собирателя (рис. 9) входят шестеренный насос *3*, гидроцилиндры подъема *2* и поворота *1* и *4*, распределитель *6*, масляный *9* и дополнительный *8* баки, рукава *5* высокого давления и трубопроводы *7*. Дополнительный бак служит для увеличения объема рабочей жидкости гидросистемы. Управляют гидроцилиндрами с помощью гидрораспределителей трактора.

Производительность корчевателя-собирателя ДП-8А при корчевке пней диаметром до 300 мм при наличии 600—700 пней на 1 га составляет до 45 шт/ч.

Работает корчеватель-собиратель ДП-8А следующим образом. При подходе корчевателя к пню (камню) корчующая рама поворачивается гидроцилиндрами в исходное положение, после чего гидроцилиндрами подъема и толкающим усилием трактора зубья корчевателя заглубляются под пень (камень). Корчуют поворотом корчующей рамы. При этом толкающая рама лыжей опирается на почву. Если не удается выкорчевать пень, необходимо зубьями оборвать боковые корни, а затем повторить корчевку. Пни диаметром до 15 см и кустарник корчуют толкающим усилием трактора без поворота корчующей рамы.

Корчеватели-собиратели ДП-8 и ДП-8А (Д-608) снабжены сменным бульдозерным отвалом. Для проведения бульдозерных работ гидроцилиндрами поворота устанавливают оптимальный для данного грунта угол резания, а гидроцилиндрами подъема рамы — необходимое положение по глубине ножа отвала.

Корчеватель ДП-3 (Д-513А) (рис. 10) состоит из универсальной рамы и сменного оборудования — отвала с зубьями. Рама (см. рис. 2) унифицирована и может быть использована для навески рабочих органов кустореза и универсального бульдозера. Она представляет собой подковообразную конструкцию из двух изогнутых полурам коробчатого сечения. К задним торцам брусьев приварены литые проушины, которые с помощью осей прикреплены к опорам, приваренным к лонжеронам тележки трактора.

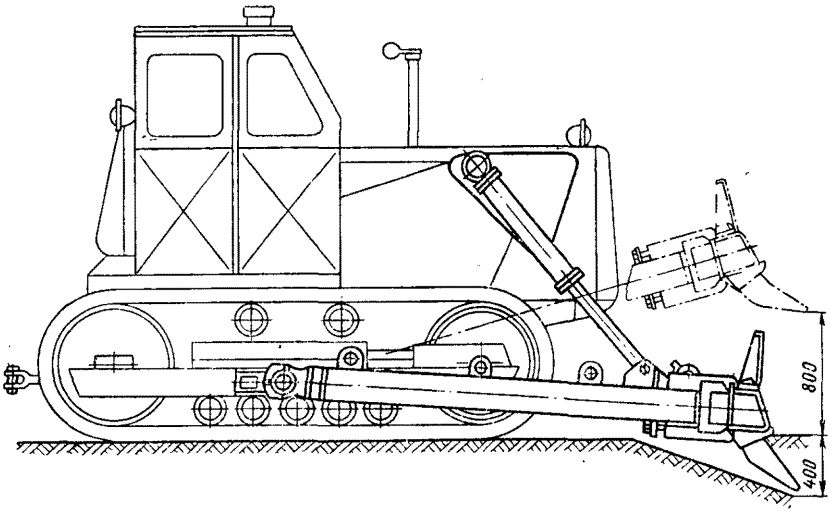


Рис. 10. Корчеватель ДП-3 (Д-513А)

Универсальную раму выставляют задними проушинами на уровне опор. При заезде трактора внутрь рама заводится проушинами в опоры и ее крепят осями. Оси от выпадания закрепляют шпильками. Затем отвал надевают на головку рамы и закрепляют его двумя планками с помощью четырех болтов с гайками.

Отвал (рис. 11) представляет собой балку коробчатого сечения, в которую вварены литые башмаки *3*. В башмаки вставляют четыре зуба *1* и закрепляют их клиньями *4*. Сверху приварены три стойки *5*, которые соединены промежуточным листом *6*. Посередине в балку вварено шаровое гнездо *2* для соединения с шаровой головкой универсальной рамы. Для исключения продольных смещений отвал закреплен на раме болтами *7*.

Корчеватель-собиратель Д-695А монтируют на тракторе Т-100МБГП. Состоит он из толкающей рамы, отвала с пятью клыками, уширителей, противовеса и гидросистемы. Толкающая рама закреплена на тракторе с помощью кронштейнов,

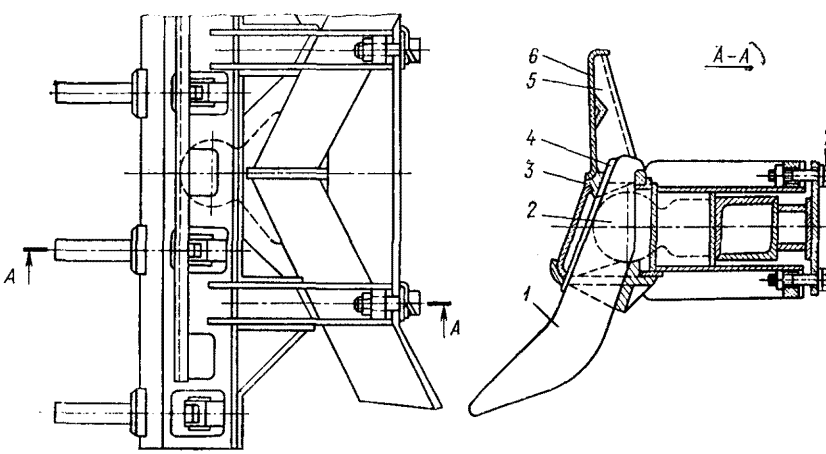


Рис. 11. Отвал универсальной рамы корчевателя ДП-3 (Д-513А)

приваренных к рамам тракторных тележек. К ней приварены кронштейны для установки гидроцилиндров и для навески балок противовеса, а также проушины для крепления гидроцилиндров поворота отвала. Отвал состоит из нижней балки и верхней трубы, связанных между собой стойками коробчатого сечения. В крайних стойках имеются проушины для крепления гидроцилиндров поворота отвала. Отвал навешивают на раму машины с помощью шарнирной навески.

Для корчевки кустарника и мелколесья и сбора выкорчеванных пней в валы корчеватель переоборудуют в корчеватель-собиратель. Для этого на боковых торцах балки отвала устанавливают уширители, которые фиксируют пальцами и крепят вверху к отвалу болтами с каждой стороны. Уширители состоят из сварных рам, в нижних балках которых закреплены с помощью клиньев по два клыка.

Для выравнивания давлений на грунт на раме машины устанавливают противовес.

Управляет рабочим органом водитель из кабины с помощью рукояток распределителя. Питается гидросистема от двух насосов НШ-46. К золотнику распределителя при помощи трубопроводов и шлангов подсоединены цилиндры подъема и опускания рабочего органа и цилиндры поворота клыков. Цилиндры поворота клыков служат для выполнения рабочих операций. Их крепят на машине в двух точках проушинами, в которые вмонтированы подшипники ШС-45.

Часовая производительность при корчевке пней на минеральных грунтах составляет до 42 шт., на торфяных грунтах — до 59 шт.; при корчевании и сгребании кустарника и при наличии пней — до 0,18 га, уширенным отвалом — до 0,25 га.

Для корчевки пней диаметром до 45 см, очистки полей от крупных камней, валки деревьев, сгребания срезанного кустарника, мелколесья и выкорчеванных пней, а также для транспортировки их на небольшие расстояния предназначен корчеватель-собиратель ДП-25. Оборудование этой машины смонтировано на гусеничном тракторе Т-130.1.Г-1 и состоит из универсального привода и сменного рабочего оборудования — отвала с зубьями.

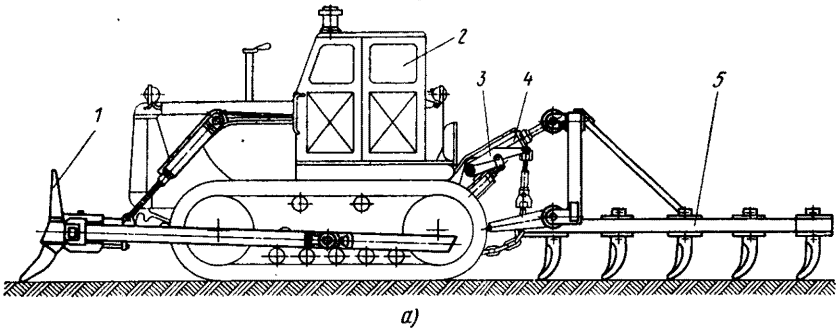
Универсальный привод представляет собой подковообразную конструкцию из двух изогнутых полурам коробчатого сечения. Сферическая головка, приваренная в передней части привода, служит для его соединения с отвалом. В передней части также приварены проушины для соединения с головками штоков гидроцилиндров. Универсальный привод имеет шарнирное соединение с рамами тракторных тележек и может быть использован для навески сменных рабочих органов кусореза и бульдозера. Производительность корчевателя-собирателя ДП-25 составляет до 0,27 га/ч.

Основным технологическим недостатком корчевателей описанных конструкций является сгребание вместе с пнями и корнями растительности значительного количества верхнего плодородного слоя грунта. Для отряхивания пней и сохранения плодородного слоя почвы служат корчевальные бороны и корчевальные агрегаты активного действия. Одной из таких машин является корчевальный агрегат К-15.

Корчевальный агрегат К-15 (рис. 12) состоит из корчевателя *1* марки ДП-3 (Д-513А), механизма *3* навески на трактор *2* марки Т-100МГПС, корчевальной бороны *5* марки К-1 (рис. 12, *а*) и сменного рабочего оборудования — навесных кустарниковых граблей *6* марки К-3 (рис. 12, *б*).

Механизм навески трактора для монтажа на нем корчевальной бороны или кустарниковых граблей установлен по специальной наладке. При этом продольные тяги этого механизма расположены по краям нижней оси, а центральная тяга снята. Вместо центральной тяги установлен гидроцилиндр *4*. Гидроцилиндр одним концом закреплен на валу подъемных рычагов механизма навески трактора, другой конец гидроцилиндра при помощи пальца соединен с навесным орудием. При снятии навесных орудий с механизма навески трактора гидроцилиндр фиксируют специальным держателем.

Корчевальная борона представляет собой раму сварной конструкции с кронштейнами для крепления в них девяти корчевальных зубьев. При помощи специальных пальцев корчевальную борону К-1 монтируют также на механизме навески трактора.



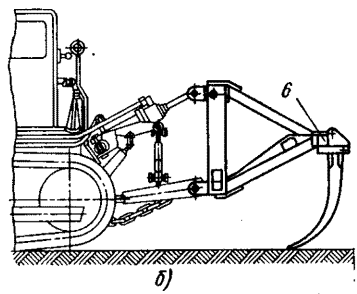


Рис. 12. Корчевальный агрегат К-15

Навесные кустарниковые грабли К-3 представляют собой раму сварной конструкции с кронштейнами для монтажа одиннадцати зубьев. Зубья закреплены пальцами и предохранителями. На механизме навески трактора кустарниковые грабли К-3 закрепляют при помощи центрального и двух нижних пальцев.

Управляют корчевальным агрегатом с помощью гидравлической системы трактора распределителем, находящимся в кабине трактора. Распределитель обеспечивает положения орудий: нейтральное (запертое), опускание, подъем и «плавающее».

Извлекают древесину навесной гидравлической корчевательной бороной К-1, корчуют камни и отдельные крупные пни корчевателем ДП-3 (Д-513А); сгребают древесину навесными кустарниковыми граблями К-3. Максимальный диаметр корчуемых (сгребаемых) стволов кустарника (мелколесья) 15 см.

В табл. 3 приведена характеристика корчевального агрегата К-15.

Корчуют кустарник корчевальным агрегатом К-15 во взаимно перпендикулярных направлениях. Первый проход следует проводить по наиболее длинной продольной стороне участка. Если полоса узкая (до 15 м), то второй проход следует сделать вдоль полосы в обратном направлении.

Таблица 3

Техническая характеристика корчевального агрегата К-15

Показатель	Корчевальная борона К-1	Кустарниковые грабли К-3
Производительность, га/ч	0,15	0,22
Ширина захвата, мм	3000	5000
Скорость, км/ч:		
рабочая	2,3—3,15	Не менее 2,0
транспортная	5—10	5—10
Число зубьев	9	11
Транспортный просвет, мм	350	500
Габаритные размеры, мм:		
длина	9570	8080
ширина	3210	5270
высота	3040	3040

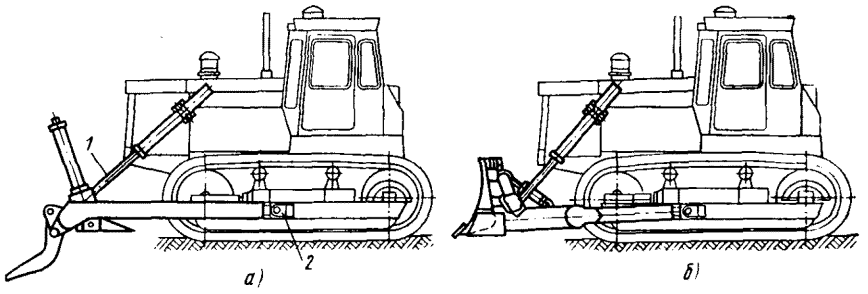


Рис. 13. Агрегат для строительства и содержания лесовозных дорог ЛД-4:
а — корчеватель ЛД-9; *б* — универсальный отвал ЛД-10; *1* — гидроцилиндр подъема и опускания навесного оборудования; *2* — монтажный кронштейн

В тех случаях, когда борона не забивается, следует работать постоянно с заглубленными зубьями. При забивании передней части корчевальной бороны К-1 выкорчеванным кустарником следует на ходу трактора нижними силовыми гидроцилиндрами поднимать корчевальную борону кверху, извлекая зубья до поверхности земли, и вновь их заглублять. Если передняя часть корчевальной бороны К-1 с трудом освобождается от крупных стволов кустарника, следует дополнительно верхним гидроцилиндром поднимать заднюю часть агрегата К-1 вверх.

При извлечении кустарника корчевальной бороной К-1 корчеватель ДП-3 (Д-513А) поддерживают в приподнятом положении так, чтобы зубья корчевателя проходили над поверхностью земли. Препятствия в виде крупных камней и пней выкорчевываются и отодвигаются корчевателем ДП-3 (Д-513А) в сторону обработанного агрегатом участка на расстояние, позволяющее продвигаться без помех гусенице трактора. Крупные пни необходимо извлекать из почвы по возможности раньше, во время первого прохода агрегата, а незамеченные — во время второго прохода и следующих технологических операций по удалению кустарника.

Универсальной машиной для производства культуртехнических и дорожно-строительных работ является тракторный агрегат ЛД-4 (рис. 13). Агрегат состоит из трактора Т-130Г и рабочего оборудования — корчевателя ЛД-9 и универсального отвала ЛД-10.

Корчеватель ЛД-9 дает возможность работать на корчевании пней практически любых диаметров и пород, произрастающих на территории СССР. Кроме того, корчеватель можно использовать при расчистке площадей от кустарника, мелколесья, извлечении и уборке камней. Последовательное выполнение различного вида работ не требует какой-либо переналадки рабочего органа и системы управления.

Ниже приведена техническая характеристика агрегата ЛД-4.

Корчеватель ЛД-9

Тип	Навесной универсальный с выдвижной опорной плитой
База	Гусеничный трактор Т-130.1.Г-1
Наибольшее корчующее усилие, тс	50
Число зубьев корчевателя	7
В том числе откидных	4
Ширина полосы захвата зубьями, мм	2810
Наибольшее заглубление концов зубьев ниже опорной поверхности гусениц, мм	850
Наибольший подъем концов зубьев над опорной поверхностью гусениц, мм	1500
Наибольший ход конца зуба при работе опорной плитой, мм	980

Скорость движения опорной плиты, м/с:	
подъема	0,138
опускания	0,038
Привод рабочего органа	Гидравлический
Угол въезда, град	33
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	5 900
ширина	3 150
высота	3 070
Масса навесного оборудования, кг	2 330
Масса машины, кг	16 340
Управление в работе	Одним оператором

Универсальный отвал ЛД-10

Тип	Навесной универсальный
Базовый трактор	Т-130.1.Г
Система управления	Гидравлическая
Пределы изменения углов:	
угол установки в горизонтальной плоскости (угол захвата), град	90—35
угол установки в вертикальной плоскости (угол поперечного перекоса), град	30—0—41
угол резания, град	50—75
Управление изменением углов установки отвала	Гидравлическое
Наибольшее заглубление отвала ниже опорной поверхности гусениц, мм	740
Наибольший подъем отвала над опорной поверхностью гусениц, мм	1250
Угол въезда, град	36
Наибольшая высота профилируемых откосов дорожных насыпей при их крутизне 1 : 1,5, мм	600
Габаритные размеры универсального отвала с трактором при установке отвала с углами: захвата 90°, поперечного перекоса 0 и углом резания 50°, мм:	
длина	5 460
ширина	4 240
высота	3 070
Размеры отвала, мм:	
длина, мм	4 240
длина по режущей кромке, мм	3 600
высота по хорде, мм	1 100
Масса навесного оборудования, кг (не более)	2 200
Масса машины с трактором Т-130Г, кг (не более)	16 200

Оборудование агрегата ЛД-4 состоит из постоянной оснастки и сменных корчевального и универсального бульдозерного оборудования.

Базовым тягачом агрегата является гидрофицированный трактор Т-130.1.Г с установленными на нем гидроцилиндрами подъема и опускания навесных орудий и кронштейнами для монтажа этих орудий, приваренными к балкам гусеничных тележек трактора.

Корчевальное оборудование ЛД-9 состоит из рамы с зубьями, гидроцилиндров опорной плиты и гидрооборудования. Рама сварная, П-образная. На поперечине рамы в проушинах установлены зубья. Зубья откидные. Каждый зуб воспринимает основную нагрузку осью и выступом, опирающимся на поперечину рамы. Опорная плита сварной конструкции. Она состоит из несущей трубчатой балки и приваренного к ней основания. Опорная плита соединена с рамой при помощи гидроцилиндров. Шток гидроцилиндра соединен с опорной плитой посредством шаровой втулки, плавающей на оси, которая установлена в проушинах опорной плиты.

При корчевке мелких пней на корчевальной раме устанавливают семь зубьев. Пни диаметром до 20 см в плоскости среза обычно корчуют без остановки трактора. При подходе к пню трактор направляют таким образом, чтобы пень оказался в полосе захвата машины. На расстоянии 1,2—1,0 м от пня раму с зубьями переводят в рабочее положение. При этом зубья заглубляются в грунт и заходят под пень. Пень сдвигается с места и перемещается перед корчевателем под действием усилия тяги трактора.

Во время рабочего хода с перемещением уже выкорчеванных пней водитель может изменять глубину погружения зубьев в грунт, наиболее полно используя двигатель по мощности. Для освобождения зубьев корчевателя от пня трактор останавливают, опускают раму и отводят трактор назад. Вследствие наличия

зубьев в процессе корчевки и транспортировки выкорчеванных пней комья грунта в значительной мере осыпаются с корней.

Две крайние пары зубьев корчевателя ЛД-9 являются откидными и при необходимости при больших сопротивлениях могут быть поставлены в нерабочее положение. Если усилия тяги трактора недостаточно и выкорчевать пень или группу пней с хода не удается, то трактор останавливают с зубьями, заглубленными под пень. Затем выкорчевывают последний путем подъема корчевальной рамы.

Если усилия гидроцилиндров подъема рамы недостаточно, включают гидроцилиндры, выдвигающие опорную плиту, а гидроцилиндры подъема рамы переводят в плавающее положение (рис. 14, *а*). В этом случае корчуют двуплечим рычагом. Короткое плечо внедрено под пень, а к длинному приложена внешняя сила — вес трактора. Точкой опоры служит опорная плита, выдвигаемая гидроцилиндрами. Корчующее усилие, развиваемое гидроцилиндрами опорной плиты, составляет около 50 тс. Такого усилия достаточно для извлечения пня свежесрубленного дерева любой породы диаметром до 130 см в плоскости среза.

При корчевании крупных пней на переувлажненных грунтах может оказаться недостаточной высота подъема рамы с зубьями, так как опорная плита при этом значительно погружается в грунт. В этом случае агрегат с выдвинутой опорной плитой и приподнятым на ней пнем продвигается вперед, пень сдвигается или опрокидывается. Как только начинается движение пня, включают подъем опорной плиты.

Кустарник, как правило, корчуют всеми семью зубьями. В зависимости от характера грунта, густоты кустарника, микрорельефа и других факторов корчуют лентами на всю ширину захвата или ее части. При корчевке кустарника зубья следует заглублять в грунт на 0,2—0,3 м.

Одновременно с корчевкой пней, кустарника, мелколесья, уборкой валежника, срезкой кочек и мелких неровностей обычно снимается растительный слой.

При расчистке полей, строительстве дорог и других сооружений часто приходится извлекать из грунта и удалять встречающиеся камни и валуны размером в поперечнике более 40 см и массой до 3 т. Масса отдельных крупных камней может достигать 5—6 т. Извлекают крупные камни средними зубьями корчевателя. Зубья, заглубленные под камень, приподнимают вверх с одновременным движением трактора вперед. Извлеченный таким образом валун перемещается за пределы расчищаемого объекта.

Универсальное бульдозерное оборудование ЛД-10 состоит из рамы, отвала, гидроцилиндров для изменения угла установки отвала в горизонтальной и вертикальной плоскостях и для изменения угла резания ножа отвала, шарнирно-крестовой муфты, упорно-ограничительного устройства, боковой опорной плиты и соединительных элементов.

Универсальное бульдозерное оборудование, как и корчевальная рама, соединено с трактором четырьмя шарнирами и шестью гибкими шлангами для подвода масла к гидроцилиндрам. Рама бульдозерного оборудования соединена с отвалом посредством смещенной относительно продольной оси машины шарнирно-крестовой муфты и трех гидроцилиндров. При этом обеспечиваются изменения положений отвала в вертикальной плоскости (изменение угла резания), в горизонтальной плоскости (изменение угла захвата) и в поперечной вертикальной плоскости (изменение угла перекоса отвала).

Для предотвращения увода трактора при косой разработке грунта в конструкции предусмотрена боковая опорная плита, представляющая собой стальной лист с загнутыми концами.

Гидрооборудование универсального отвала (рис. 14, *б*) включает в себя гидрооборудование трактора и навески. Гидрооборудование навески состоит из гидроцилиндров для поворота отвала в горизонтальной, в поперечной вертикальной и в продольной вертикальной плоскостях.

При включенном гидронасосе масло из бака поступает в распределитель и если все рукоятки распределителя поставлены в положения «Заперто», возвращается в бак через фильтр. Переключением рукояток гидрораспределителя масло подается в какую-либо из полостей гидроцилиндров. Перепускные клапаны предназначены для слива масла из полостей гидроцилиндров изменения угла

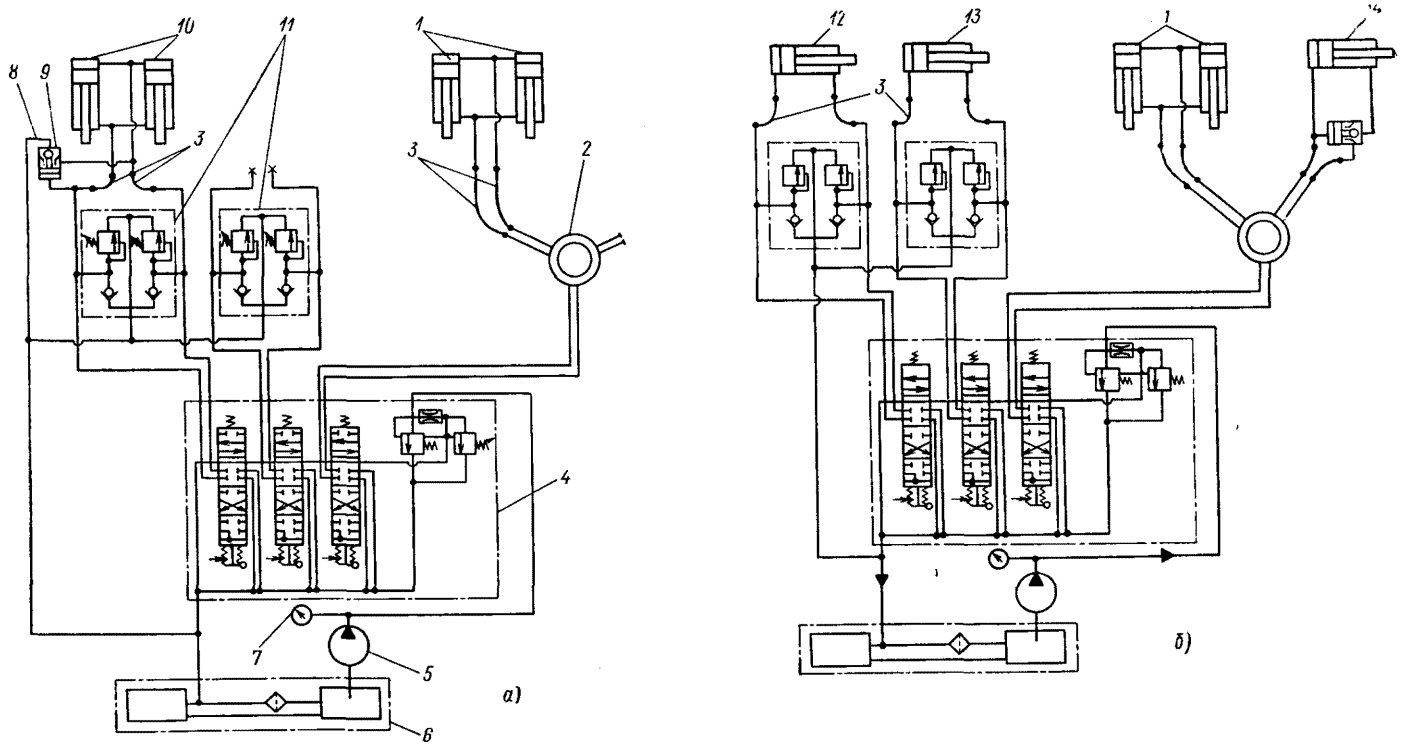


Рис. 14. Гидравлическая схема агрегата ЛД-4:

а — корчевателя ЛД-9; *б* — универсального отвала ЛД-10; *1* — гидроцилиндры подъема и опускания рамы; *2* — кран переключения; *3* — рукава высокого давления; *4* — гидрораспределитель трактора; *5* — насос НШ-98; *6* — бак гидросистемы трактора; *7* — манометр трактора; *8* — рукав; *9* — гидрозамок; *10* — гидроцилиндр опорной плиты; *11* — перепускные клапаны; *12* — гидроцилиндр изменения угла захвата в плане; *13* — гидроцилиндр поперечного перекоса; *14* — гидроцилиндр изменения угла резания

захвата и угла поперечного перекоса отвала в том случае, если усилия в гидроцилиндрах превысят допустимые.

Для обеспечения сплошной корчевки пней, отряхивания гумусного слоя почвы с выкорчеванной корневой системы служит корчеватель МТП-26 с активным рабочим органом роторного типа (рис. 15).

Машина МТП-26 прицепная к трактору *1* марки Т-100МБГС и состоит из рабочего органа *7*, транспортирующих роторов, формователя валка, прикатывающего *8* и балансирных *9* катков, рамы *6*, прицепного устройства *4* на гусеничном ходу, трансмиссии *5*, ходоуменьшителя *2* и гидросистемы *3*.

Рабочий орган состоит из корчующего и съемного роторов. Корчующий ротор представляет собой полый вал, к которому приварены девять трехклыковых секций. Для транспортировки мелких пней между корчующими элементами установлены зубчатые диски. Съемный ротор служит для передачи пней с корчующего ротора на транспортирующие роторы. Он представляет собой полый вал, к которому приварены диски с клыками. Транспортирующие роторы очищают пни от грунта и направляют их к формователю валка. Конструктивно они идентичны съемному ротору.

Прикатывающий каток уплотняет и выравнивает взрыхленный слой залежи после корчевания. Каток сварной, для жесткости внутри него установлены кольца из уголков. Балансирные катки с прикатывающим катком и гусеничным ходом прицепного устройства составляют шасси машины. В каждую балансирную каретку входят два катка, соединенные между собой двумя рычагами. Каретки смонтированы на полуоси прикатывающего катка.

В передней части рамы установлены редуктор и приводные опоры корчующего ротора, в задней части к вертикальным стойкам прикреплен формователь валка. Формователь валка состоит из двух сварных щитов, расположенных под углом к продольной оси машины.

Роторы машины получают вращение через карданный вал, соединяющий ходоуменьшитель с раздаточным редуктором.

Рабочий орган в транспортное положение поднимают двумя гидроцилиндрами одностороннего действия. Управляют гидросистемой из кабины трактора. Прицеп машины состоит из гусеничного хода, рамы, поворотного устройства и двух цепей,

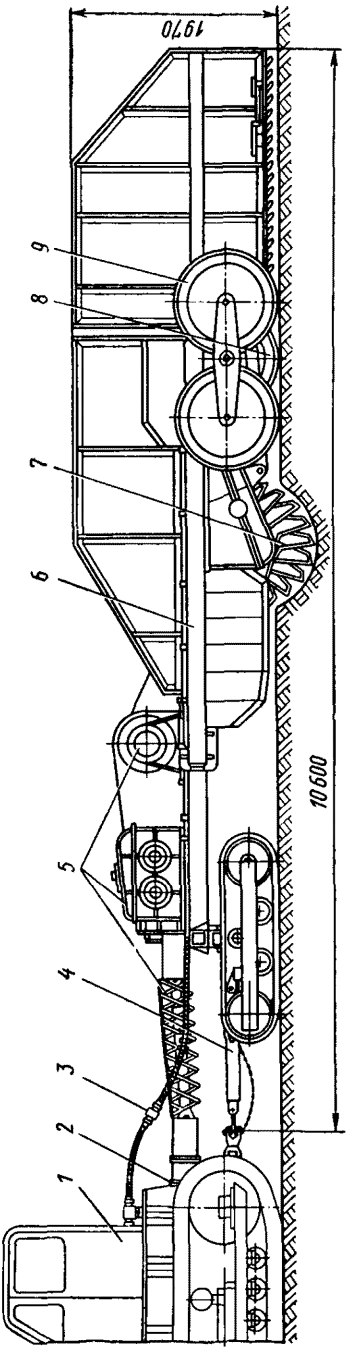


Рис. 15. Машина МТП-26 для сплошной корчевки пней

ограничивающих поворот трактора. Конструкция машины предусматривает вращение клыков корчующего ротора, клыки заглубляются в грунт и извлекают пни, которые снимаются с клыков съемным ротором и транспортируются назад по ходу машины. Проходя по транспортирующим роторам, пни встряхиваются, очищаются от грунта и падают на прикатанную катком поверхность, после чего отвалы формователя сдвигают их, образуя валок шириной 1,2 м. Пни из валка подаются погрузчиком в гусеничные прицепные тележки и отвозятся за пределы обработанной площади.

При корчевке рама машины находится в горизонтальном положении, а корчующий ротор клыками заглубляется на 400 мм. В транспортном положении рама вместе с роторами и отвалами формователя поднята гидроцилиндрами вверх и зафиксирована в наклонном положении.

Ниже приведена техническая характеристика машины МТП-26.

Тип	Прицепная
Тягач	Трактор Т-100МБГС (Т-130) с ходоуменьшителем
Мощность двигателя, л. с.	108
Рабочие скорости, км/ч	0,106—0,76
Ширина захвата, м	3
Среднее усилие корчевания на клыке, кгс	3 900
Глубина корчевания, м	0,4
Диаметр роторов, мм:	
корчующего	1 300
съемного	1 000
транспортирующих	
первого	550
второго	400
третьего	300
Частота вращения корчующего ротора, об/мин	18,2
Среднее давление на грунт в рабочем положении, кгс/см²	
гусеничного прицепа	0,25
барабана и балансиров	0,30
Наименьший радиус поворота (по оси машины), м	10
Производительность машины (при пнистости залежи 3%), га/смену	1
Обслуживающий персонал	1
Габаритные размеры (без трактора) в рабочем положении, мм:	
длина	10 600
ширина	4 400
высота	1 970
Масса, кг	13 470

При сплошной корчевке пней из торфяной залежи целесообразно применять комплекс машин, включающий машину МТП-26, погрузочные и транспортные средства. Работа такого комплекса машин позволяет не только корчевать пни на производственных площадях, но и грузить их из валков и вывозить за пределы обрабатываемой площади. В этом случае технологический цикл работ осуществляется по кольцевой схеме (рис. 16) в два приема в соответствии с радиусом поворота корчевателя и погрузочной машины.

Продолжительность работы обеих машин (сменность) определяется в зависимости от типа погрузчика, фронта работ, пнистости, обеспеченности трактором и т. д.

Для подбора пней из валков, очистки их от грунта и погрузки в транспортные средства используют машину МТП-29. Это самоходная на гусеничном ходу с гидрообъемным приводом машина имеет восемь роторов, обеспечивающих производительность 0,73 га/ч. Транспортными средствами могут служить гусеничные прицепы-самосвалы ГПС-2М или МТП-24А к тракторам класса 3 тс, грузоподъемностью соответственно 6 и 9 т. На погрузке в гусеничные прицепы-самосвалы выкорчеванного и складированного в кучу пня целесообразно применять гидравлические погрузчики КТГ-1А и МТП-12.

Машина МТП-42А для глубокого фрезерования кустарника (рис. 17) предназначена для сплошного фрезерования заросших кустарником торфяных и минеральных грунтов I категории на глубину до 0,25 м для минеральных грунтов и на глубину до 0,4 м на торфяных грунтах. Она является прицепной к трактору Т-100МБГС-1 или Т-100МЗБГС-1 и состоит из рамы, отбойной плиты, передних и заднего опорных катков, фрезы, гидравлической системы и трансмиссии.

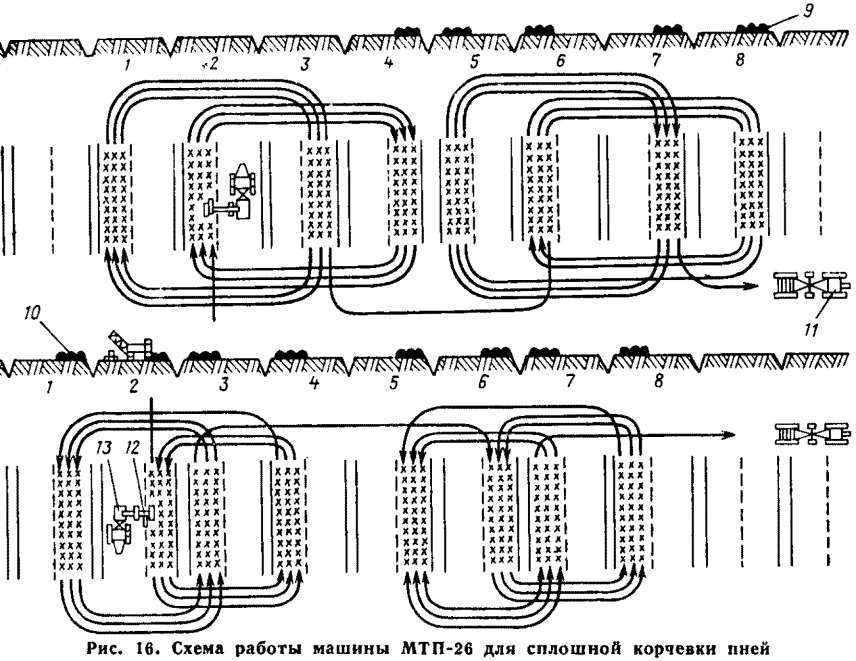


Рис. 16. Схема работы машины МТП-26 для сплошной корчевки пней

На сварной раме *8* машины установлены фреза *12*, трансмиссия и гидроцилиндры, рама опирается шаровым шарниром на ось передней опоры *4* и двумя шарнирами на раму задней опоры *14*. К раме машины при помощи болтов прикреплены отбойные плиты *9*, служащие для ограничения глубины фрезерования и задерживания древесной растительности и пней при фрезеровании.

Передней опорой машины являются два полых металлических катка, смонтированных на специальной раме, задней опорой — полый металлический каток, который предназначен для укатывания сфрезерованного слоя почвы.

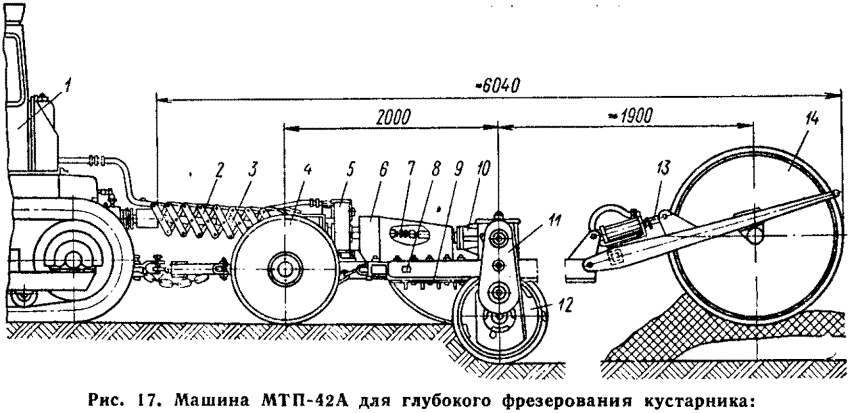


Рис. 17. Машина МТП-42А для глубокого фрезерования кустарника:
1 — трактор; *2*— ограждение карданного вала; *3, 7* — карданные валы; *4* — передняя опора; *5* — цилиндрический редуктор; *6*— кожух; *8* — рама; *9* — отбойные плиты; *10* — конический редуктор; *11* — редуктор привода фрезы; *12*— фреза; *13* — гидроцилиндр подъема фрезы; *14*— задняя опора

Фреза имеет гнезда для крепления износостойких самозатачивающихся ножей для резания грунта. Она насажена на ось, один конец которой закреплен в стенке корпуса редуктора, а другой опирается на кронштейн. Опорами оси служат сферические шарикоподшипники. Поднимают и опускают фрезу при помощи двух гидроцилиндров. Привод и управление подъемом фрезы осуществляются от гидросистемы трактора. При работе машины фреза, вращаясь, заглубляется в почву и измельчает растительность и корни. Измельченная масса отбрасывается под задний каток и уплотняется. При обработке машиной поверхность поля выравнивается, верхний слой почвы становится пористым. Глубокое фрезерование заменяет ряд трудоемких процессов: срезку и уборку лесокустарниковой растительности, корчевку и уборку погребенной древесины и выравнивание поверхности участков.

Наибольший технологический эффект глубокое фрезерование дает на торфяно-болотной почве.

Ниже приведена техническая характеристика машины МТП-42А для глубокого фрезерования кустарника.

Тип машины	Прицепная к трактору
Производительность, га/ч	0,116—0,126
Рабочая ширина захвата, м	1,7
Фреза:	
диаметр по концам ножей, мм	838
частота вращения, об/мин	183
окружная скорость, м/с	8,04
число ножей	96 (по четыре в плоскости резания)
Диаметр режущей кромки ножа, мм	95
Рабочие скорости передвижения, км/ч:	
без ходоуменьшителя	Скорости трактора
с ходоуменьшителем	0,105—0,333
	0,167—0,53
	0,201—0,637
	0,287—0,913
Передние катки:	
число	2
диаметр, мм	1 000
ширина, мм	400
Задний каток:	
диаметр, мм	1 500
ширина, мм	1 800
Габаритные размеры (без трактора), мм:	
длина	6 250
ширина	2 950
высота	1 580
Масса (с трактором Т-100МЗБГС-1), кг	20 450

Для производства культуртехнических работ применяют корчеватель пней МТП-81 (рис. 18). В зависимости от применения сменного оборудования машина может формировать валок из выкорчеванных пней, собирать выкорчеванные пни в бункер-накопитель с последующей разгрузкой пней в тележки МТП-24А или кучи или непосредственно загружать транспортные средства в процессе корчевки. Корчеватель пней МТП-81 — прицепная машина к тракторам Т-100МБГС или Т-130Б и состоит из рамы, прицепа, балансирной тележки, силовой установки, ходоуменьшителя, корчующего, съемного и транспортирующих роторов, гидросистемы и сменного оборудования в виде формователя валка, конвейера и бункера накопителя. Машина снабжена активным корчующим рабочим органом — ротором с клыками. Рабочий орган и четыре транспортирующих ротора передают пни в формователь валка или на конвейер боковой погрузки или в бункер-накопитель. Приводятся все роторы от двигателя СМД-64, установленного на машине. Шасси корчевателя пней МТП-81 состоит из балансирной тележки и прицепа на гусеничном ходу.

Для обеспечения устойчивой работы машины на торфяных полях с повышенной пнистостью тяговый трактор оборудуется ходоуменьшителем.

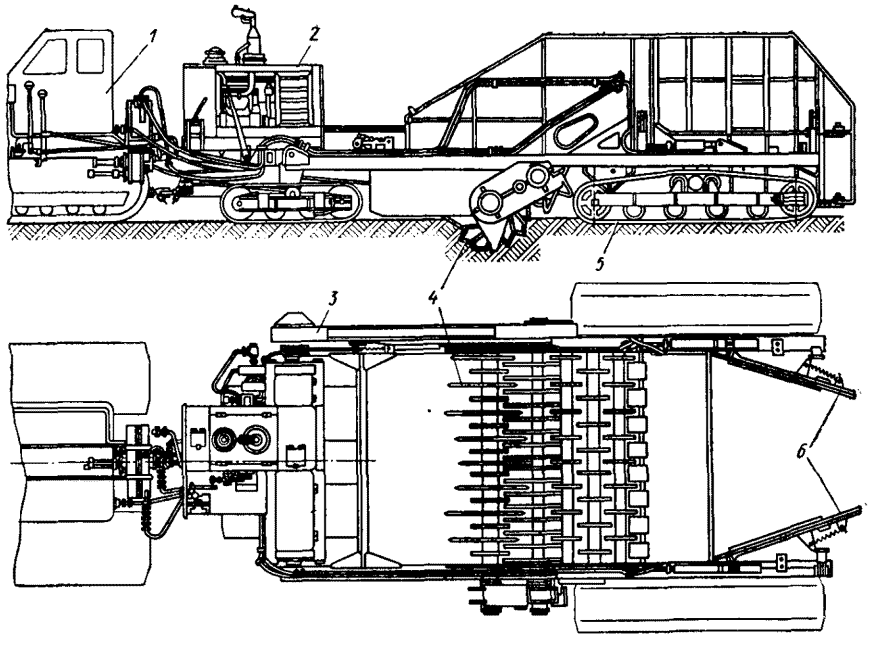


Рис. 18. Корчеватель пней МТП-81:
1 — тяговый трактор; *2* — силовая установка; *3* — привод рабочего органа; *4* — рабочий орган — ротор с клыками; *5* — балансирная тележка; *6* — валкователь

Ниже приведена техническая характеристика корчевателя пней МТП-81.

Тип машины	Прицепная
Тягач	Трактор Т-100МБГС или Т-130Б
Мощность двигателя тягача, л. с.	108—160
Двигатель силовой установки:	
марка	СМД-64
мощность, л. с.	150
Рабочие скорости движения, км/ч:	
первая передача без ходоуменьшителя	2,38
транспортная	5,8
Частота вращения корчующего ротора, об/мин	20
Ширина захвата, мм	3 000
Глубина корчевки, мм	400
Среднее давление на грунт в рабочем положении, кгс/см²	0,21
Радиус поворота, м	9,2
Сменная производительность машины при пнистости поля 30%, га	3
Масса, кг	16 300

Как было ранее отмечено, комплексная механизация подготовительных работ связана с погрузкой камней и пней в транспортные средства для последующей отвозки за пределы подготавливаемого к эксплуатации участка. Для этого служит погрузчик МТТ-12 (КТГ-1А) (рис. 19), представляющий собой навесное на трактор ДТ-75Б грейферное оборудование, отвал бульдозерного типа и грузоподъемный крюк. В зависимости от характера выполняемых работ погрузчик оборудован одним из трех видов грейферов: для погрузки пней, тяжелых и легких сыпучих материалов.

Погрузчик состоит из металлической фермы *5*, смонтированной на базовом тракторе *6*, стрелы *3* с грейферным рабочим оборудованием *1*, механизма *7* поворота, бульдозерного отвала *8* и гидросистемы *2*. На ферме погрузчика смонтирован

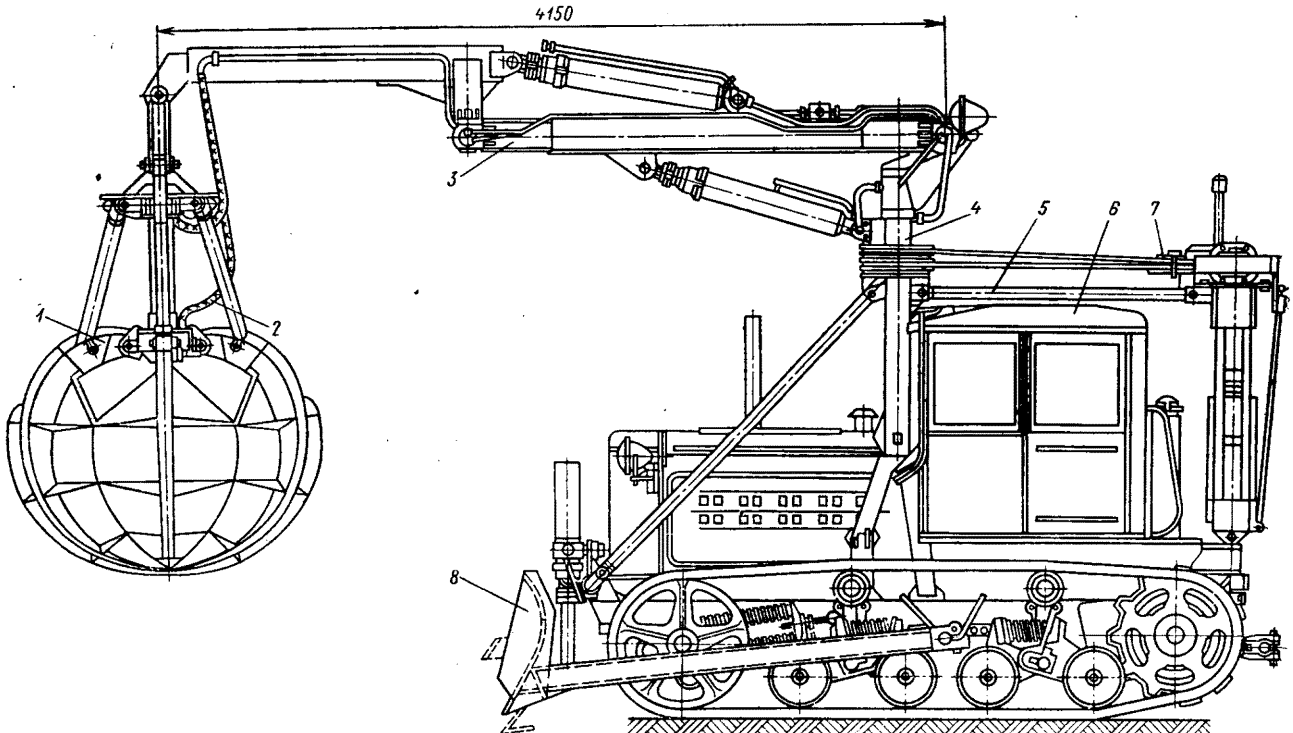


Рис. 19. Погрузчик МТТ-12(КТТ-1А)

механизм поворота стрелы, установленный на специальной колонне *4*. Нижним концом колонна установлена в сферическом подшипнике, а верхним — в подшипнике скольжения. Стрела погрузчика состоит из большой и малой стрел, крюка с подвеской и двух гидроцилиндров для управления рабочими процессами. Один гидроцилиндр служит для подъема большой стрелы, а второй для подъема малой стрелы. Привод грейферного оборудования гидравлический, поворачивают колонну и стрелу при помощи гидроцилиндра и канатной системы.

Бульдозерный отвал снабжен гидроцилиндром. Управляют им через гидрораспределитель. Гидросистема погрузчика с рабочим давлением 100 кгс/см^2 состоит из двух насосов НШ-46 с различными подачами (для механизма поворота колонны со стрелой 70 л/мин, для гидроцилиндров стрелы и грейфера 49 л/мин), двухзолотникового четырехпозиционного гидрораспределителя Р75-П2, трехзолотникового четырехпозиционного гидрораспределителя Р75-П3, масляного бака вместимостью 200 л и четырех рабочих цилиндров при оборудовании погрузчика крюком или пяти рабочих цилиндров при оборудовании погрузчика грейфером.

Техническая характеристика погрузчика приведена ниже.

Геометрическая емкость грейфера, м^3:	
для легких сыпучих материалов (торф)	1,2
» пней	1,3
» тяжелых сыпучих материалов (песка, гравия)	0,35
Грузоподъемность при оборудовании крюком, т	1,3
Вылет стрелы, м:	
максимальный	3,9
минимальный	2,09
Высота погрузки при максимальном вылете стрелы с крюковым оборудованием, м	6,16
Угол поворота стрелы (в плане), град	360
Ширина отвала бульдозера, мм	2 647
Среднее давление на грунт, кгс/см^2	0,3—0,324
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	6 950
ширина	2 640
высота	3 670
Масса, кг:	
с грейфером	10 590
с крюком	10 000

Производительность корчевателя-собирателя (в шт./ч) при корчевке пней

$$П = \frac{60K_в}{T},$$

где $K_в$ — коэффициент использования времени; T — продолжительность корчевки одного пня, включая вспомогательные операции, мин.

Продолжительность корчевки пня зависит от грунтовых условий, породы дерева, его возраста, расположения и определяется опытным путем. По данным И. П. Бородачева, производительность корчевателя-собирателя на тракторе класса 6 тс при корчевке пней и валунов за 1 ч чистой работы составляет примерно 80—90 пней диаметром до 35—75 см на тяжелом суглинке (если на 1 га приходится до 700 пней) и 18 м^3 при корчевке и уборке камней объемом по 0,75—2 м^3 (если на 1 га приходится до 300 камней).

Производительность корчевателя-собирателя (в га/ч) на рыхлении или уборке срезанной растительности при работе с поворотами и выездами в конце участка

$$П = \frac{Bv\left(tK_в - \frac{n_1 t_1}{60}\right)}{tn10},$$

где B — ширина захвата, м; v — рабочая скорость, км/ч; n_1 — число поворотов в конце участка за 1 ч; t_1 — время на один поворот, мин; n — число проходов по одному месту; t — продолжительность рабочей смены, ч.

3. РЫХЛИТЕЛИ

Рыхлители применяют как вспомогательные машины для рыхления плотных грунтов III, IV и V категорий перед разработкой их скреперами или бульдозерами, а также для рыхления грунтов с большим содержанием камней, корней и пней для последующей планировки при строительстве мелиоративных систем.

Технические характеристики основных марок рыхлителей приведены в табл. 4.

Рыхлитель ДП-5С (Д-515С) (рис. 20) представляет собой агрегат, состоящий из трактора *3* марки Т-100МГП и навесного оборудования, прикрепляемого к заднему мосту трактора. Конструктивные элементы агрегата изготовлены из низколегированной стали, что позволяет работать в условиях низких температур окружающего воздуха. Рыхлитель снабжен также универсальной рамой *1* с бульдозерным оборудованием *2*. Управляют агрегатом посредством гидропривода *5*.

Рыхлитель состоит из стойки *4*, рабочего органа и гидропривода. Стойка представляет собой две вертикальные балки коробчатого сечения, соединенные между собой горизонтальными балками. В верхней части стойки имеются отверстия для пальцев, которыми закреплены гидроцилиндры. Стойки к трактору прикреплены шпильками и прицепной серьгой.

Рабочий орган *6* представляет собой раму коробчатого сечения, несущую на себе флюгера с зубьями. Рама сварена из стальных листов и щек, соединенных на концах втулками. В местах приварки к балке щеки усилены ребрами. Зуб с наконечником — основной рабочий орган рыхлителя. Наконечник закреплен на зубе с помощью двух каленых втулок с буртами, соединенных между собой стяжным болтом с потайной головкой.

Гидропривод рыхлителя состоит из двух гидроцилиндров двойного действия и из рукавов высокого давления.

При строительстве гидротехнических сооружений применяют бульдозерно-рыхлительный агрегат ДЗ-90С, состоящий из бульдозерного оборудования ДЗ-27С (Д-532С), смонтированного на гусеничном тракторе Т-130.1.Г-1, и рыхлителя ДП-5С (Д-515С).

Для этих целей также применяют бульдозерно-рыхлительные агрегаты ДП-14 (Д-705) и ДП-15 (Д-706), смонтированные на тракторах Т-100МЗГП мощностью 108 л. с. На агрегатах установлены рыхлительное оборудование ДП-5С (Д-515С) и бульдозерное оборудование соответственно ДЗ-18 (Д-493А) и ДЗ-54С (Д-687С).

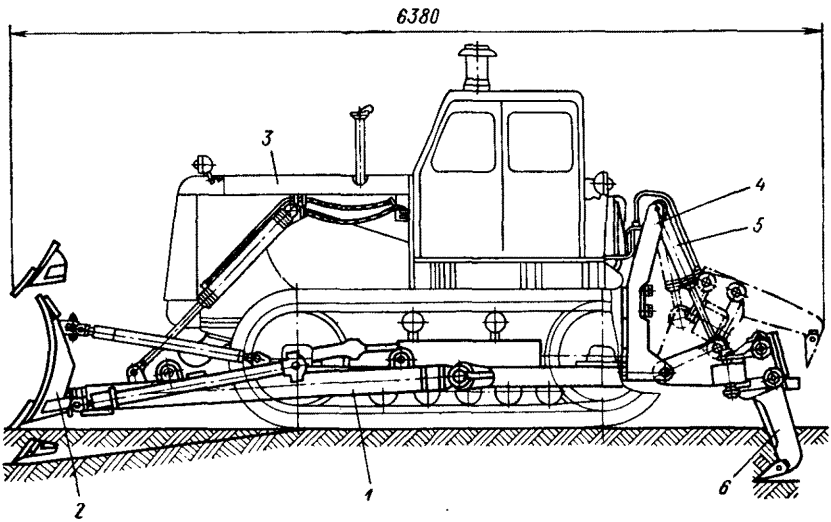


Рис. 20. Рыхлитель ДП-5С (Д-515С) с бульдозером ДЗ-54С (Д-687С)

Таблица 4

Технические характеристики навесных рыхлителей

Показатель	ДП-5С (Д-515С) с бульдозером ДЗ-54С (Д-687С)	ДП-22С с бульдозером ДЗ-35С (Д-575С)	ДП-9С (Д-652АС) с бульдозером) ДЗ-34С (Д-572С)
Базовый трактор:			
марка	Т-100МГП	Т-180КС	ДЭТ-250М
мощность двигателя, л. с.	108	180	310
наибольшее тяговое усилие, кгс	9 500	16 700	26 000
эксплуатационная масса, кг	12 000	16 100	28 000
тип рамы	Внутренняя		
тип подвески рамы на тракторе	Трехточечная с креплением к корпусу заднего моста	Четырехточечная с креплением к лонжеронам рамы	Четырехточечная с креплением к корпусу заднего моста
Зубья:			
крепление	Шарнирное		
число	1—3	1—3	1—3
шаг, мм	700	800	1020
Углы, град:			
рыхления			
в начале заглубления	80	46	50
при наибольшем заглублении	45	45	45
поворота в горизонтальной плоскости в обе стороны	±15	±15	±15
Вылет наибольший, мм	650	875	1 130
Наибольшая ширина захвата, мм	1 483	1 705	2 144
Наибольшее опускание зубьев ниже опорной поверхности, мм	400	500	700
Наибольший угол въезда, град	20	22	20
Расстояние от зубьев до оси звездочек базового трактора, мм	1 005	1 450	1 780
Насос:			
марка	НШ-46Д	НШ-46Д	УРС-10
число	2	3	1
подача одного насоса при 1 500 об/мин, л/мин	60	60	350
Наибольшее давление в гидросистеме, кгс/см²	100	100	80
Гидроцилиндры:			
число	2	2	2
внутренний диаметр, мм	100	140	180
ход штока, мм	330	640	740
Габаритные размеры с базовым трактором, мм:			
длина	6 380	8 350	8 655
ширина	3 200	3 640	4 540
высота	3 040	2 900	3 180
Масса с базовым трактором, кг	13 435	19 300	33 900

Примечания:

1. Все рыхлители рассчитаны на применение трактора-толкача такой же модели, как и базовый трактор.
2. Наибольшее тяговое усилие тракторов дано при применении их с грунтозацепами.

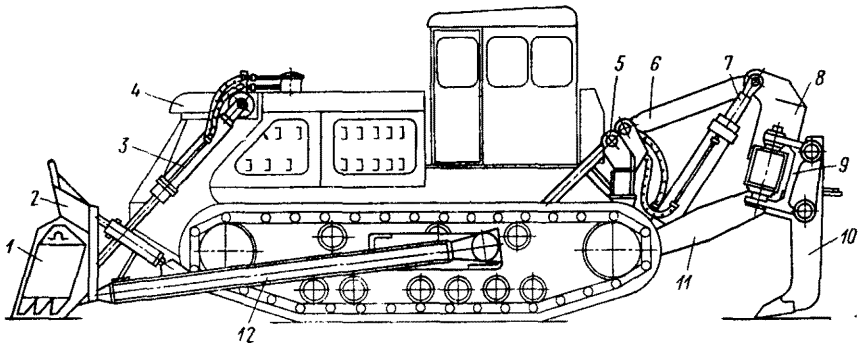


Рис. 21. Рыхлитель ДП-22С с бульдозером ДЗ-35С (Д-575С)

Габаритные размеры агрегата ДП-14 (Д-705) составляют 6350×3940×3060 мм, а агрегата ДП-15 (Д-706) 5840×3030×3060 мм. Масса этих машин одинаковая и составляет 15 100 кг.

Рыхлитель ДП-22С (рис. 21) снабжен дополнительным бульдозерным оборудованием ДЗ-35С (Д-575С) — отвалом *1* и козырьком *2*, закрепленным на толкающей раме *12*. Оборудование рыхлителя смонтировано на гусеничном тракторе *4* марки Т-180КС. Базовый трактор — карьерный, в северном исполнении, имеет усиленную несущую раму и ходовую часть, рассчитанную на работу на скальных грунтах.

Рыхлитель состоит из нижней рамы *11*, тяги, несущей балки *8*, трех зубьев *10* со сменными литыми наконечниками, флюгеров *9* для крепления зубьев, кронштейна для жесткого крепления одного зуба при работе рыхлителя с толкачом, опорной рамы *5* и гидросистемы *7*. Нижняя рама рыхлителя состоит из двух тяг которые соединены между собой. Несущая балка — сварная из листового проката. Опорная рама представляет собой П-образную конструкцию. Стойки рамы имеют проушины для крепления рамы к кронштейнам трактора. Наконечники зубьев крепят при помощи пальцев, которые удерживаются в гнездах пружинами. К балке зубья крепят при помощи литого поворотного флюгера, который вместе с зубом можно поворачивать на 15°.

При работе рыхлителя с толкачом рыхление осуществляют одним зубом, который жестко закреплен сварным кронштейном, устанавливаемым в середине балки вместо литого флюгера. Кронштейн имеет Г-образный упор с амортизатором, служащий опорной поверхностью для отвала бульдозера, используемого в качестве толкача.

Гидросистемы рыхлителя *7* и бульдозера *3* состоят из гидроцилиндров, жестких трубопроводов и гибких рукавов.

Габаритные размеры бульдозера ДЗ-35С с рыхлителем ДП-22С 8350×3640×2825 мм, а масса — 22 710 кг.

Рыхлитель ДП-9С (Д-652АС) в агрегате с бульдозером ДЗ-34С (Д-572С) (рис. 22) представляет собой бульдозерно-рыхлительный агрегат, смонтированный на гусеничном тракторе *1* марки ДЭТ-250М в северном исполнении. Агрегат может быть использован для рыхления трещиноватых горных пород и мерзлых грунтов при их температуре до —15° С. Для улучшения сцепных свойств на гусеницы трактора крепят болтами специальные шпоры.

Рыхлитель имеет три зуба *7* с наконечниками. Конструкция крепления зубьев обеспечивает поворот каждого зуба в горизонтальной плоскости на угол ±15°. Для обеспечения постоянного угла резания при различной глубине рыхления конструкция рамы *8*, тяги *2* и балки *4* рыхлителя составляет четырехшарнирную параллелограммную навеску. В оборудовании рыхлителя предусмотрено съемное буферное устройство *5*, которое крепят на литой флюгер *6* при работе одним зубом с трактором-толкачом; при этом два крайних зуба снимают.

Гидросистема рыхлителя с помощью гидроцилиндра *3* позволяет обеспечивать три положения рабочего органа рыхлителя: «Нейтральное» (запертое), «Опускание» и «Подъем».

При определенных размерах разрыхляемого участка, возможности разворотов на его концах и работе без поперечных проходов техническая производительность рыхлителя (в м³/ч)

$$П = BhL_{р.х}\frac{1+\frac{t_р}{3600}}{\frac{L_{р.х}}{1000v_{р.х}}+\frac{t_р}{3600}},$$

где B — ширина захвата при рыхлении, м; h — средняя глубина рыхления, м; $L_{р.х}$ — средняя длина рабочего хода в одну сторону, м; $v_{р.х}$ — средняя скорость рабочего хода, км/ч; $t_р$ — среднее время одного разворота в конце участка, с.

Ширина захвата (в м)

$$B = K_п[b + 2h\,\mathrm{tg}\,\mu + t(n-1)],$$

где $K_п$ — коэффициент перекрытия, в средних условиях $K_п = 0{,}75$; b — толщина зуба, м; μ — угол скола, в зависимости от вида разрыхляемого материала $\mu = 15 \div 60°$ (меньшие значения при рыхлении мерзлых грунтов и скальных пород, большие — обычных грунтов); t — шаг зубьев, м; n — число зубьев.

Средней глубиной рыхления принято считать толщину разрыхленного слоя без каких-либо гребешков нетронутого материала, который без затруднений может разрабатываться машинами, работающими после рыхлителя. В связи с неровностями поверхности, по которой движется рыхлитель, неточностью управления зубьями и наличием гребешков неразрыхленного материала средняя глубина рыхления $h = (0{,}6 \div 0{,}8)\,h_в$, где $h_в$ — возможная в данных условиях глубина рыхления.

Средняя скорость рабочего хода $v_{р.х} = (0{,}6 \div 0{,}7)\,v_н$, где $v_н$ — номинальная скорость базового трактора с механической трансмиссией на передаче, соответствующей скорости движения 2,5—3,0 км/ч. Для тракторов с гидромеханической и электромеханической трансмиссиями средняя скорость рабочего хода $v_{р.х} = 1{,}7 \div 2{,}5$ км/ч.

Среднее время одного разворота в конце участка с учетом выглубления зубьев $t_р = 15 \div 20$ с. Обычно разворот совершают на той же передаче, что и рабочий ход, так как применение повышенных передач из-за потерь времени на переключение не дает экономии.

При перекрестном рыхлении производительность определяют раздельно для продольных и поперечных проходов, а затем получают среднюю.

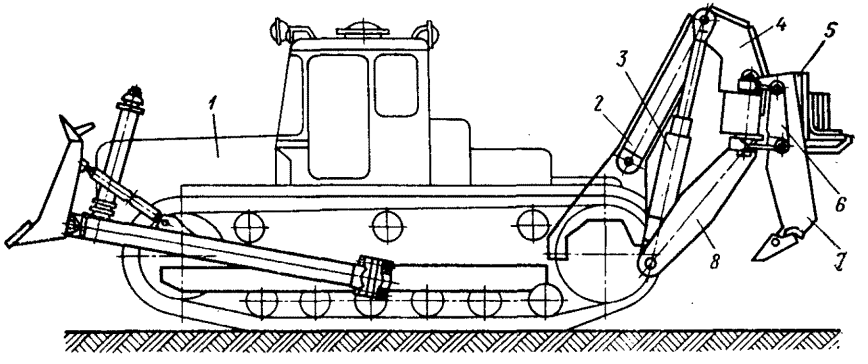


Рис. 22. Рыхлитель ДП-9С (Д-652АС) с бульдозером ДЗ-34С (Д-572С)

При работе с толкачом производительность определяют по приведенной выше формуле, в которую введен коэффициент $K'_т$, учитывающий потери времени на подход толкача и увеличение рабочей скорости рыхления. В зависимости от условий $K'_т = 0{,}8 \div 1{,}2$.

Если условия работы не позволяют разворачивать рыхлитель на концах участка, то с учетом потерь времени на переключение передач и остановки на концах участка и на обратный холостой ход производительность (в м³/ч)

$$П = BhL_{р.\,х}\frac{1 + \frac{L_{о.\,х}}{1000v_{о.\,х}} + \frac{t_{о.\,р.\,х}}{3600} + \frac{t_{о.\,о.\,х}}{3600}}{\frac{L_{р.\,х}}{1000v_{р.\,х}} + \frac{L_{о.\,х}}{1000v_{о.\,х}} + \frac{t_{о.\,р.\,х}}{3600} + \frac{t_{о.\,о.\,х}}{3600}},$$

где $L_{о.\,х}$ — средняя длина обратного хода, м; $v_{о.\,х}$ — средняя скорость обратного хода, км/ч; $t_{о.\,р.\,х}$ — среднее время остановки после рабочего хода, с; $t_{о.\,о.\,х}$ — среднее время остановки после обратного хода, с.

Среднюю длину обратного хода принимают на 3—5 м больше рабочего, а скорость обратного хода — в зависимости от типа подвески ходовой части и положения центра тяжести машины.

Среднее время остановки после рабочего хода с учетом выглубления зубьев на ходу 4—6 с при механической трансмиссии базового трактора и 1,5—2 с при гидромеханической и электромеханической трансмиссиях, а после обратного хода с учетом опускания зубьев соответственно 6—8 и 2—3 с.

МАШИНЫ ДЛЯ ПЛАНИРОВОЧНЫХ РАБОТ

1. КОМПЛЕКСНАЯ МЕХАНИЗАЦИЯ РАБОТ

Для предварительной планировки мелиорируемых площадей широко применяют общестроительные землеройно-транспортные машины: бульдозеры, скреперы, грейдеры, автогрейдеры и грейдер-элеваторы. Для точной планировки орошаемых площадей и в первую очередь в районах рисосеяния, применяют специализированные машины — планировщики полей.

Землеройно-транспортные машины разрабатывают грунт пассивным (ножевым) рабочим органом в процессе передвижения и одновременно перемещают этот грунт с мест выемки к местам укладки. Грейдеры и автогрейдеры планируют полосы, перемещая разработанный грунт поперек рабочего хода. Кроме этого, землеройно-транспортные машины успешно применяют при строительстве крупных каналов с пологими откосами, насыпей, дамб обвалования и других гидротехнических сооружений.

При строительстве каналов рекомендуется применять скреперы с оставлением в канале выездов-перемычек и с последующей ликвидацией этих перемычек экскаваторами-драглайнами.

Весьма эффективным является строительство каналов бульдозерами поперечно-челночным способом. Таким способом могут отрываться каналы шириной по дну не менее 4—6 м с заложением откосов не круче 1 : 3. Разработанный грунт перемещается в кавальеры. Этими же бульдозерами планируют дно и откосы строящегося канала, а также верх и откосы кавальеров.

Таблица 5

Капитальная планировка орошаемых земель

Технологическая операция	Применяемые машины
Заравнивание местных неровностей (отвалы земли, ненужные каналы, ямы и т. д.) с перемещением грунта на расстояние до 20 м	Бульдозеры ДЗ-54 (Д-687), ДЗ-17 (Д-492А), ДЗ-101-1
Выборочное рыхление уплотненных верхних и подпахотных слоев на глубину 15—20 см	Рыхлитель ДП-5С (Д-515С)
Перемещение грунта с повышенных мест участка в пониженные:	
при дальности возки до 50 м	Бульдозеры ДЗ-54 (Д-687), ДЗ-17 (Д-492А)
» » » 100 м и более . .	Скрепер ДЗ-20 (Д-498)
Разравнивание грунта после перемещения его скреперами и бульдозерами и отделочная планировка участков	Планировщики П-4, Д-719, ДЗ-601, ДЗ-602
Глубокое рыхление почвы:	
при сухой почве на глубину 40 см	Рыхлитель ДП-5С (Д-515С)
при влажной почве на глубину до 60—80 см	» ДП-9С (Д-652АС)

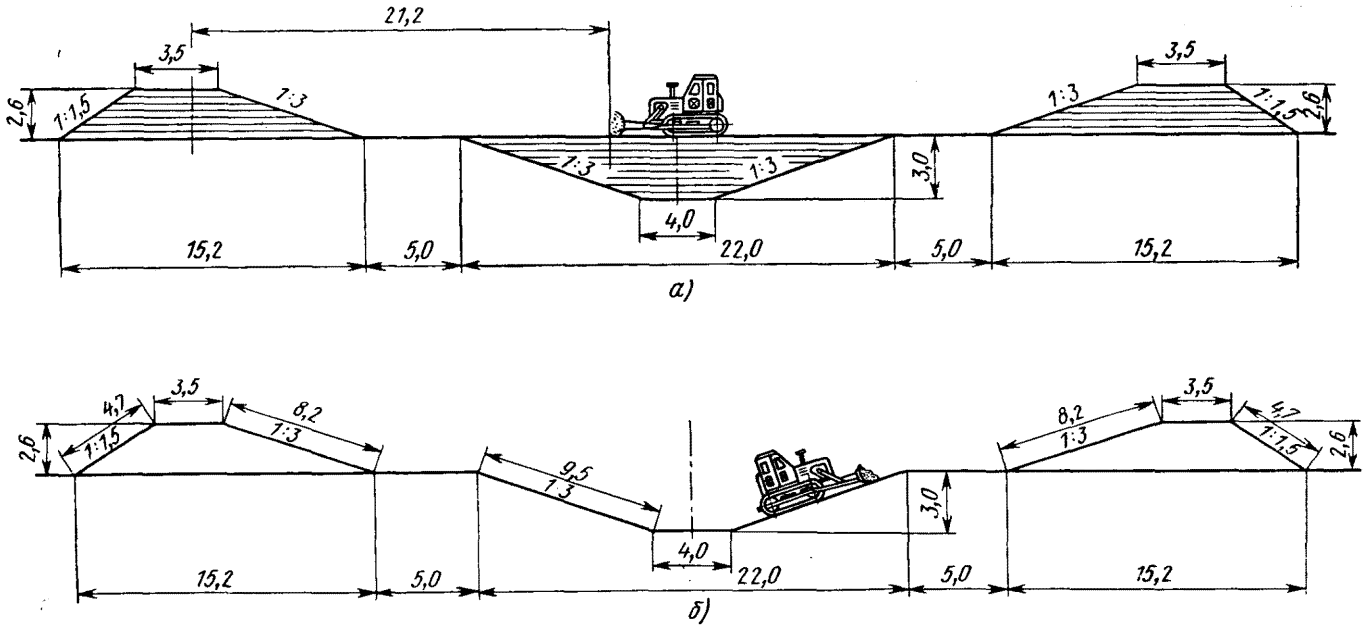


Рис. 23. Технологическая схема производства земляных работ по строительству канала оросительной сети:
а — схема производства работ по отрытию канала; *б* — схема планировочных работ

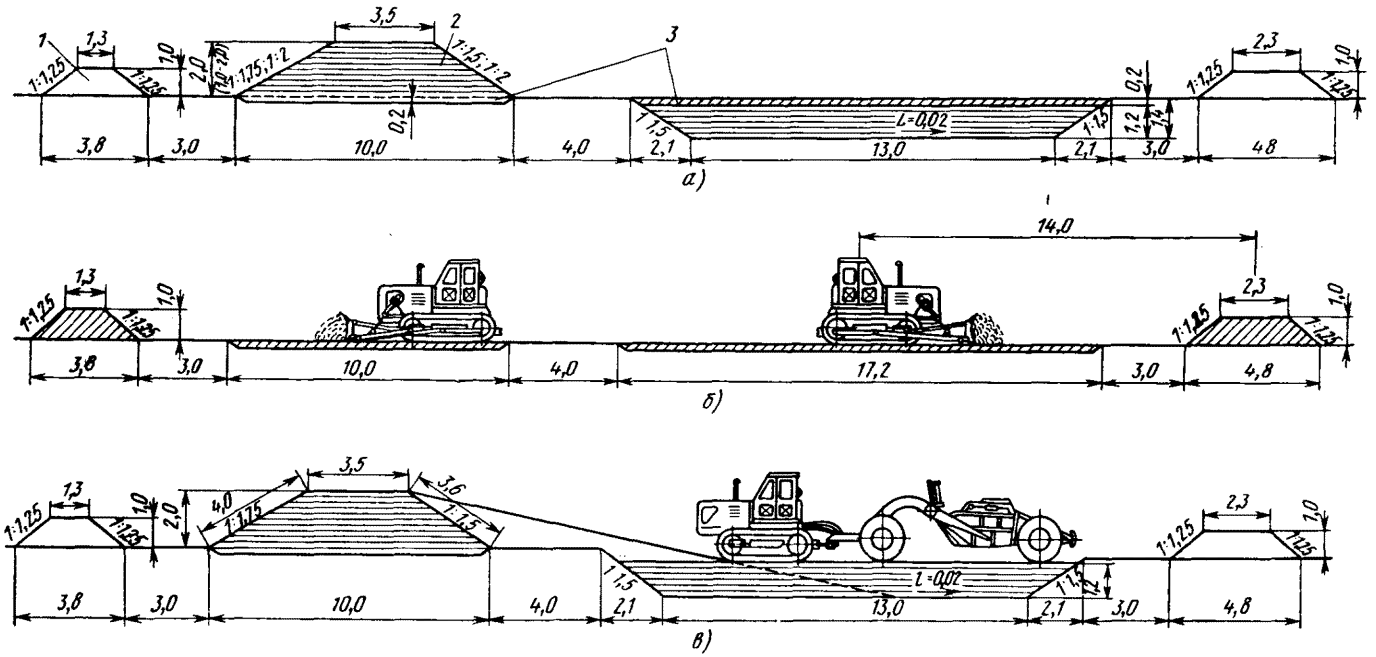


Рис. 24. Технологическая схема производства земляных работ по строительству дамб обвалования шириной по гребню 3,5 м, высотой 1,0—2,0 м:

а — поперечное сечение дамбы обвалования; *б* — схема производства работ по срезке растительного слоя; *в* — схема разработки грунта и отсыпки его в дамбу; *1*—временный кавальер растительного грунта; *2*—дамба обвалования (отсыпается прицепными скреперами Д-498А, Д-374Б и Д-213А с ковшами вместимостью 7,8 и 10 м³); *3* — растительный слой (срезается бульдозером на тракторе Т-100МГП)

Таблица 6

Строительство дорог на орошаемых землях

Технологическая операция	Машины, применяемые для строительства		
	грунтовых профилированных дорог	грунтовых улучшенных профилированных дорог с покрытиями низших типов	грунтовых улучшенных профилированных дорог с покрытиями переходных типов
Расчистка полосы отвода	Бульдозеры ДЗ-43 (Д-607) и ДЗ-17 (Д-492А)		
Удаление дернового слоя	Бульдозеры ДЗ-17 (Д-492А), ДЗ-27С (Д-532С) и ДЗ-29 (Д-535)		
Рыхление грунта перед укладкой насыпи	Рыхлитель ДП-5С (Д-515С)		
Разработка грунта в резервах и кюветах с перемещением в насыпь и предварительным разравниванием	Грейдеры ДЗ-1 (Д-20БМ), автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-99, ДЗ-31С (Д-557С), ДЗ-31-1 (Д-557-1), грейдер-элеваторы Д-437А, скреперы ДЗ-20 (Д-498), ДЗ-12Б (Д-374Б) и бульдозеры ДЗ-27С (Д-532С), ДЗ-17 (Д-492А)		
Увлажнение уплотняемого грунта насыпи	Поливочная машина ПМ-10		
Послойное уплотнение грунта насыпи	Гладкие, кулачковые и вибрационные катки ДУ-39 (Д-703), ДУ-26 (Д-614), ДУ-14 (Д-480) и ДУ-25А (Д-613А)		
Планировка насыпи и отделка откосов и кюветов	Грейдеры ДЗ-1 (Д-20БМ), автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-99, ДЗ-31С (Д-557С), ДЗ-31-1 (Д-557-1) и бульдозеры ДЗ-17 (Д-492А), ДЗ-18 (Д-493А)		
Профилирование земляного полотна перед устройством покрытия	—	Грейдеры ДЗ-1 (Д-20БМ), автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-31С (Д-557С), ДЗ-99, ДЗ-31-1 (Д-557-1)	
Рыхление связных грунтов перед перемешиванием с добавками	—	Фрезы дорожные ДС-18 (Д-530)	—
Устройство корыта для покрытий переходных типов	—	—	Грейдеры ДЗ-1 (Д-20БМ), автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-31С (Д557С), ДЗ-99, ДЗ-31-1 (Д-557-1)
Распределение необходимого количества добавок и материалов по ширине	—	Грейдеры ДЗ-1 (Д-20БМ), автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-31С (Д-557С), ДЗ-99, ДЗ-31-1 (Д-557-1) и автосамосвалы	
Введение в покрытие вяжущих материалов	—	—	Автогрейдеры ДЗ-39А (Д-640А), ДС-40 (Д-641) и распределитель цемента Д-343В
Перемещение добавок и смешивание материалов	—	Автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-31С (Д-557С), ДЗ-99, ДЗ-31-1 (Д-557-1), распределитель цемента Д-343В и грунтосмеситель ДС-16Б (Д-391Б)	Распределитель цемента Д-343В и грунтосмеситель ДС-16Б (Д-391Б)
Выравнивание поверхности улучшенной дороги	—	Грейдеры ДЗ-1 (Д-20БМ), автогрейдеры Д-710Б, ДЗ-31С (Д-557С), ДЗ-99, ДЗ-31-1 (Д-557-1)	
Послойное уплотнение и укатка	—	Гладкие катки ДУ-39 (Д-703) и вибрационные ДУ-25А (Д-613А) и ДУ-14 (Д-480)	

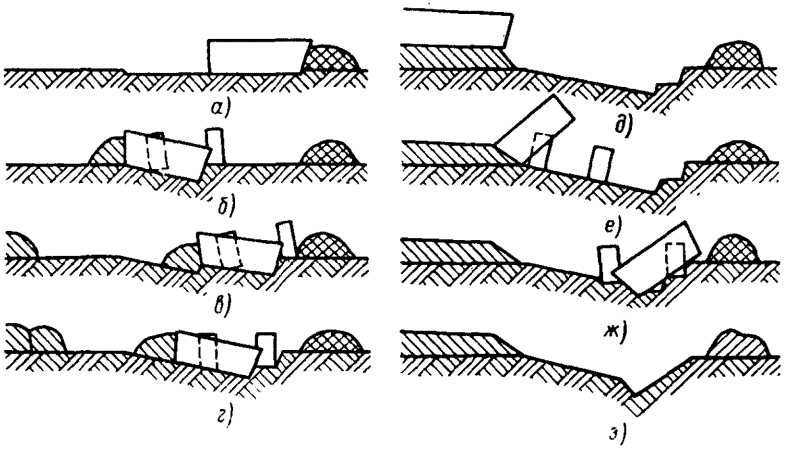


Рис. 25. Схема сооружения земляного полотна с разработкой двух уступов бульдозером ЛД-10:

а — снятие растительного слоя; *б* — разработка первого уступа; *в* — разработка второго уступа; *г* — углубление второго уступа; *д* — планировка верха насыпи; *е* — планировка откосов; *ж* — устройство водоотвода; *з* — готовый профиль

Дамбы обвалования с шириной по гребню 3,5—4 м и высотой до 8 м возводят прицепными самоходными скреперами. Для въезда на насыпь дамбы груженых прицепных и самоходных скреперов соответственно через 60 и 300 м устраивают специальные выезды-съезды с заложением их 1 : 5 и 1 : 7. Для отсыпки дамб высотой до 4 м с разработкой грунта в резерве используют также бульдозеры.

Технология производства работ по строительству бульдозерами канала в выемке представлена на рис. 23, *а* при строительстве дамб обвалования комбинированным способом — на рис. 24.

Планировочные работы на площадях, которые характеризуются сложным микрорельефом, показанным на плане сильно извилистыми и замкнутыми горизонталями, переменными уклонами, наличием неровностей различных размеров, имеющихся на всей или большей части планируемого участка, большими объемами планировочных работ (в среднем 400—600 м³/га), относят к капитальному виду планировочных работ и выполняют технологическим комплексом машин, представленным в табл. 5.

В районах мелиорации, на вновь осваиваемых массивах значительные объемы земляных работ относят к строительству дорог.

На рис. 25 представлена схема сооружения земляного полотна с разработкой двух уступов из каждого резерва.

Технологический комплекс машин, используемых на строительстве дорог на орошаемых землях, приведен в табл. 6.

2. БУЛЬДОЗЕРЫ

Бульдозерами называют землеройно-транспортные машины с пассивным рабочим органом в виде плоского ножевого отвала. По расположению отвала бульдозеры классифицируют на простые (с прямым расположением отвала), универсальные (с поворотным в горизонтальной плоскости отвалом) и специальные — кавальероразравниватели (с поворотным отвалом в горизонтальной и вертикальной плоскостях).

Различают бульдозеры также по номинальному тяговому усилию базовой машины (трактора, тягача) на тяжелые (15—30 тс), средние (6—15 тс) и легкие — (2,5—6 тс). Под номинальным тяговым усилием бульдозеров понимают тяговое

Показатель	ДЗ-29 (Д-535)	ДЗ-42 (Д-606)	ДЗ-17 (Д-492А)	ДЗ-18 (Д-493А)	ДЗ-53 (Д-686)	ДЗ-54С (Д-687С)
Базовый трактор	Т-74-С2	ДТ-75-С2	Т-100М	Т-100МГП	Т-100М	Т-100МГП
Размеры отвала, мм	2 560×800	2 520×800	3 970×1 000		3 200×1 200	
Наибольшее заглубление отвала, мм	200		1 000 (250)		1 000 (370)	
Наибольшая высота подъема отвала, мм	600		1 100 (1 050)		900 (850)	
Углы резания, град	55		50—60		55—60 (55)	
Габаритные размеры (с трактором), мм:						
длина	4 510	4 650	5 500—6 300		5 300	
ширина	2 560	2 520	3 970—3 600		3 200	
высота	2 300	2 300	3 040		3 040	
Общая масса (навесного оборудования), кг	6 370 (850)	7 000 (1 070)	14 015 (2 215)	13 860 (1 860)	14 110 (2 130)	13 960 (1 780)

усилие, которое может реализовать базовая машина с навесным бульдозерным оборудованием на плотном грунте при буксовании не более 7% для гусеничных и 20% для колесных базовых машин.

По характеру привода бульдозеры бывают с канатно-блочным, гидравлическим и канатно-гидравлическим приводом.

Техническая характеристика бульдозеров приведена в табл. 7.

Бульдозер ДЗ-29 (Д-535) (рис. 26) отнесен к простым бульдозерам с неповоротным отвалом.

Навесное оборудование бульдозера состоит из отвала *2* с ножом *1*, толкающей балки *8*, гидроцилиндра *5*, кронштейна *4* гидроцилиндра, гибких шлангов *6* и удлинителя рычага *7* управления распределителем. Для предотвращения рассыпания грунта в стороны на отвал установлены съемные открылки *3*. Управ-

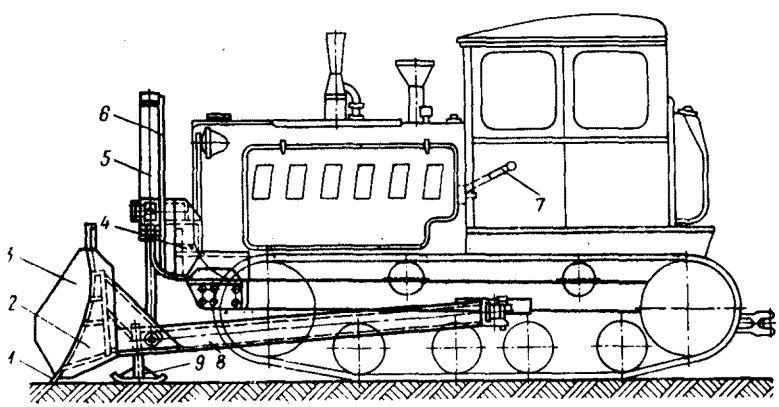


Рис. 26. Бульдозер ДЗ-29 (Д-535)

Таблица 7

тика бульдозеров

Д-694А (бульдозер-кавальеро-разравнива-тель)	ДЗ-27С (Д-532С)	ДЗ-110Х.Л	ДЗ-24 (Д-521)	ДЗ-24А (Д-521А)	ДЗ-34С (Д-572С)	ДЗ-48 (Д-661)
Т-100МГП	Т-130.1.Г-1	Т-130.1.Г-1	Т-180	Т-180	ДЭТ-250М	К-702
980×1 000	3 200×1 300	3 220×1 300	3 920×1 350	3 640× ×1 480	4 540× ×1 550	3 640× ×1 480
400	500	500	320	1 000	400	540
1 000	900	900	960	1 200	840	1 050
55	50—60	55	45—55	55	50—60	50—60
5 840	5 400	5 530	6 590	6 600	7 038	7 565
3 980	3 200	3 220	3 920	3 690	4 540	3 640
2 745	3 065	3 065	2 825	2 825	3 180	3 590
18 050	15 880	16 240	18 340	18 260	31 380	18 100
(4 280)	(1 910)	2 300	(2 980)		(3 980)	(2 990)

ляют отвалом бульдозера, используя раздельно-агрегатную гидросистему базового трактора Т-74-С2.

Отвал представляет собой сварную металлоконструкцию. Лобовой лист отвала криволинейного профиля. Отвал с таким профилем может работать и на переувлажненных грунтах без залипания и на рыхлых сыпучих грунтах. Чтобы грунт не пересыпался через верхнюю кромку отвала, в средней части его приварен козырек. К нижней кромке отвала болтами прикреплен нож, состоящий из среднего ножа и двух боковых. Нож имеет две режущие кромки. При износе одной из режущих кромок нож можно перевернуть.

Сзади отвала, по его концам, прикреплены две опорные лыжи *9*. Толкающая и поперечная балки сварной конструкции. Поперечная балка прикреплена к нижним полкам продольных швеллеров рамы трактора, между внутренними катками подвесок. По концам поперечной балки вварены оси (цапфы), в которые упираются толкающие брусья отвала. Кронштейн гидроцилиндра предназначен для шарнирного крепления гидроцилиндра к раме трактора; выполнен он из двух продольных швеллерных балок, соединенных в передней части вертикальными уголками и поперечиной. В средней части поперечины приварены две проушины с отверстиями для шарнирного крепления рамки гидроцилиндра. Кронштейн гидроцилиндра закреплен на переднем брусе рамы трактора. Гидроцилиндр двустороннего действия предназначен для подъема, опускания и принудительного заглубления отвала в грунт. Гибкие шланги служат для соединения передних маслопроводов гидросистемы трактора с качающимся во время подъема и опускания отвала гидроцилиндром.

Для обеспечения согласованности в направлениях перемещения отвала и рычага управления распределителем изменено подключение трубопроводов гидроцилиндра к распределителю. В связи с этим схема управления рычагами распределителя снабжена указателями: крайнее переднее положение — опускание отвала; среднее положение — нейтральное «Заперто»; заднее положение — подъем отвала и крайнее заднее положение «Плавающее».

Бульдозер ДЗ-42 (Д-606), так же как и бульдозер ДЗ-29 (Д-535), отнесен к бульдозерам с неповоротным отвалом; базовый трактор ДТ-75-С2. Отвал бульдозера ДЗ-42 (Д-606) (рис. 27) представляет собой цельносварную металлоконструкцию. Лобовой лист 2 отвала — криволинейного профиля, для предохране-

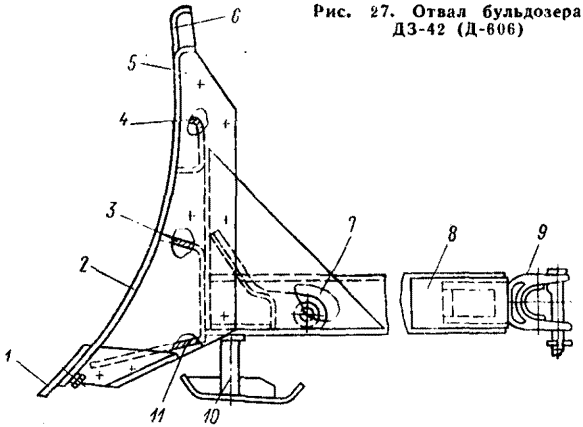


Рис. 27. Отвал бульдозера ДЗ-42 (Д-606)

ния от пересыпания грунта отвал в средней верхней части снабжен специальным козырьком *6*. Для обеспечения поперечной жесткости отвала в нижней и средней частях его с тыльной стороны приварены нижняя *3* и верхняя *4* коробки жесткости. Продольная жесткость отвала обеспечена боковыми щеками *5* и ребрами *11*. С тыльной стороны отвала приварены два кронштейна *7*, к которым шарнирно присоединены нижние головки штоков гидроцилиндров. К нижней кромке отвала болтами прикреплен нож *1*, состоящий из трех частей. Нож имеет две режущих кромки. При износе одной из режущих кромок нож можно перевернуть.

Для выполнения планировочных работ на отвале установлены регулируемые по высоте лыжи *10*.

Толкающие балки *8* представляют собой пустотелые конструкции коробчатого сечения. В задних концах их вварены ловители *9*, в зеве которых помещены сменные вкладыши, являющиеся подшипниками цапф поперечной балки. Поперечная балка предназначена для шарнирного соединения отвала с рамой трактора.

Универсальный бульдозер ДЗ-17 (Д-492А) (рис. 28) состоит из комплекта универсального привода *1*, включающего универсальную раму с опорами, переднюю стойку *3* с канатно-блочной системой управления и лебедку Д-499Б, и комплекта сменного оборудования, включающего отвал *2* с ножами и толкателями.

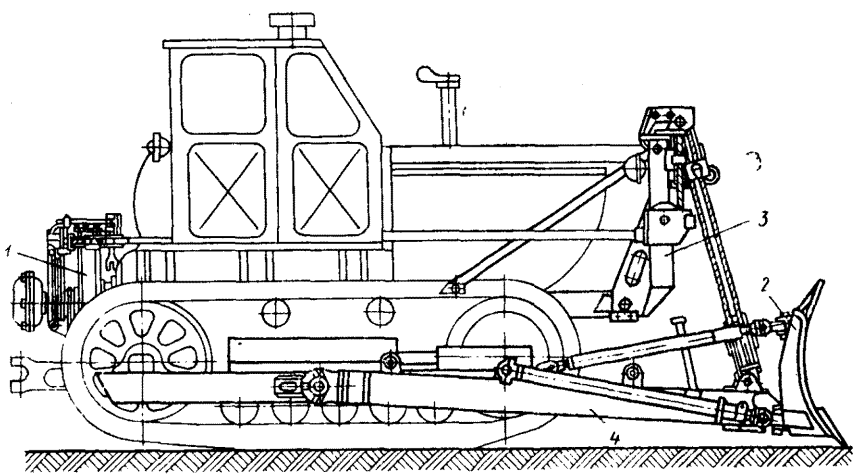


Рис. 28. Универсальный бульдозер ДЗ-17 (Д-492А)

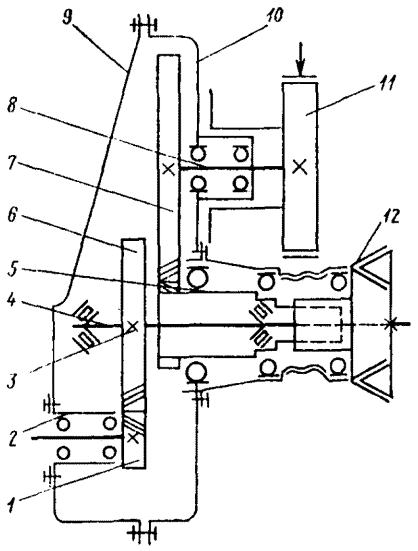


Рис. 29. Кинематическая схема однобарабанной лебедки Д-499Б

Универсальный привод может быть использован для навески рабочих органов корчевателя, кустореза. Универсальная рама *4* представляет собой подковообразную конструкцию из двух изогнутых полурам коробчатого сечения. К переднему торцу полурам приварена сферическая головка для соединения рамы с отвалом. К раме приварены две проушины, через которые подвижная обойма блоков полиспаста соединена с рамой. Рама снабжена стальными литыми кронштейнами для крепления толкателей и соединена с гусеничными тележками трактора шарнирно с помощью проушин, осей и опор. Последние приварены к тележкам ходовой части трактора.

Передняя стойка *3* состоит из двух боковых уголков, связанных вверху поперечной балкой. Вся конструкция дополнительно укреплена броневым щитом. К нижним концам уголков приварены косынки, при помощи которых стойка опирается на опоры, приваренные к лонжеронам основной рамы трактора. Косынки закреплены планками на опорах. Вертикальное положение стойки относительно трактора обеспечивается раскосами. С задней стороны трактора имеется кронштейн, к которому прикреплена обойма заднего направляющего блока. К правому уголку приварена обойма переднего направляющего блока. Эти две обоймы соединены трубой, проходящей через кабину трактора. В верхнем правом углу передней стойки приварена обойма направляющего блока, а посередине поперечной балки на кронштейн шарнирно подвешена верхняя двухблочная обойма полиспаста, образующая вместе с нижней двухблочной обоймой четырехкратный полиспаст подъема отвала.

Отвал в верхней части изогнут по цилиндру, в нижней подножевой части — плоский. Он имеет боковины и парные проушины для соединения с толкателями. К нижней части отвала посередине приварено гнездо для сферической головки универсальной рамы; отвал усилен горизонтальными коробками жесткости, связанными между собой вертикальными гнутыми швеллерами. В верхней части отвала имеется козырек для увеличения рабочей высоты отвала. К гнезду отвала привернута болтами специальная крышка для фиксирования отвала на сферической головке рамы. К подножевой плоскости части лобового листа привернуты сменные ножи — два крайних и один средний.

Лебедка Д-499Б (рис. 29), управляющая отвалом, закреплена на панели заднего моста трактора.

Редуктор лебедки размещен в корпусе, состоящем из двух половин: передней *9* и задней *10*, которые сцентрированы двумя призонными болтами. В задней половине корпуса, справа, расположено отверстие для заливки масла. Редуктор лебедки двухступенчатый. Ведущая шестерня *1* первой ступени редуктора изготовлена заодно с валом и вращается в двух шарикоподшипниках, помещенных в специальный стакан. Стакан *2*, собранный вместе с шестерней *1*, вставлен в расточку передней половины корпуса лебедки и закреплен болтами, которые застопорены проволокой. Ведомая шестерня *6* сидит на шпонке *3* на валу *4* фрикциона, управляемого муфтой *12*.

Вал фрикциона вращается в двух конических роликоподшипниках, один из которых посажен в передней половине *9* корпуса лебедки, а второй — в ведущей шестерне *5* второй ступени редуктора. Вращение барабану *11* лебедки от вала фрикциона передается шестернями *7* и *8*.

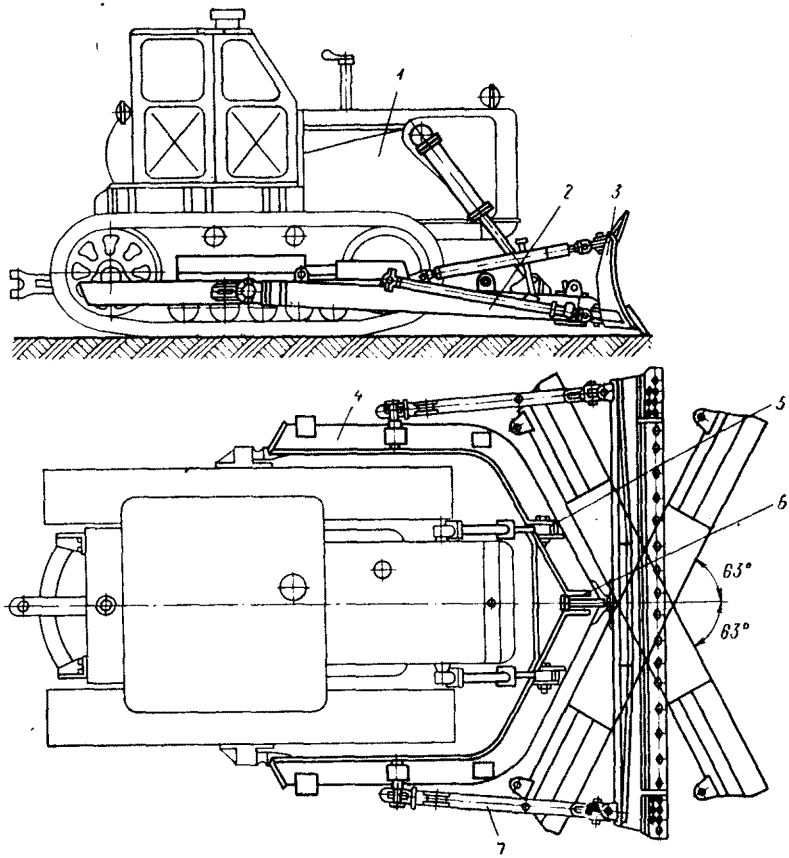


Рис. 30. Универсальный бульдозер ДЗ-18 (Д-493А)

Механизм управления лебедкой рычажный, сблокированный. Управляют лебедкой из кабины трактора.

Навесным бульдозерным оборудованием бульдозеров ДЗ-53 (Д-686) и ДЗ-17 (Д-492А) управляют с помощью однобарабанной лебедки Д-499Б, которая приводится в действие от вала отбора мощности базового трактора Т-100М.

Система управления бульдозерного оборудования бульдозеров ДЗ-54 (Д-687) и ДЗ-54С (Д-687С) на тракторах Т-100МГП — гидравлическая. Для повышения стойкости бульдозерного оборудования при отрицательных температурах отвал и толкающие брусья бульдозера ДЗ-54С (Д-687С) выполняют из хладостойких сталей.

Конструкции отвалов со сменными ножами этих бульдозеров аналогичны, имеют одинаковые габаритные размеры и отличаются лишь местами крепления штоков гидроцилиндров и канатоблочной системой. Тип отвала — неповоротный.

Универсальный бульдозер ДЗ-18 (Д-493А) (рис. 30) представляет собой агрегат, состоящий из трактора *1* марки Т-100МГП и навесного бульдозерного оборудования с поворотным отвалом *3*, устанавливаемым в плане под углом 63° в обе стороны и под углом 90°.

Управление бульдозерным оборудованием гидравлическое. Бульдозерное оборудование состоит из универсальной рамы *2* и отвала *3* в сборе с толкателями *7*

(сменное оборудование). На универсальную раму могут быть установлены сменные рабочие органы корчевателя и кустореза.

Универсальная рама *2* представляет собой сварную подковообразную конструкцию из двух полурам *4* коробчатого сечения, сваренных из уголков. К переднему торцу брусьев приварена литая головка *6*, служащая для соединения с отвалом. Сверху к раме приварены проушины *5* для присоединения головок штоков гидроцилиндров.

Полурамы *4* снабжены стальными кронштейнами (по три с каждой стороны) для крепления шаровых пальцев толкателей. К задним торцам полурам приварены проушины, которыми рама через опоры и оси соединена с гусеничными тележками трактора *1*. Опоры приварены к рамам гусеничных тележек.

Отвал *3* представляет собой сварную конструкцию. Лобовой лист отвала в верхней части изогнут по радиусу, а в нижней части прямой; с торцовых сторон к нему приварены боковины, а сзади — проушины для присоединения толкателей и гнездо для сферической головки универсальной рамы. Верхняя и нижняя горизонтальные коробки жесткости соединены между собой вертикальными гнутыми швеллерами. Сверху отвала расположен козырек для увеличения полезной высоты отвала. Нижняя прямая часть лобового листа имеет отверстия для крепления ножей и усилена продольной планкой. Отвал снабжен тремя съемными ножами — двумя боковыми и средним. Средний нож имеет две рабочие кромки.

Толкатели *7*, расположенные с правой и левой сторон отвала, служат для крепления отвала *3* к раме *2*. Они выполнены в виде брусьев коробчатого сечения и винтовых раскосов. К брусьям по передним торцам приварены разрезанные гайки для соединения через крестовины с проушинами отвала посредством винтов и пальцев.

Сзади бруса приварены шаровые опоры для соединения посредством шаровых пальцев с литыми кронштейнами рамы. Сверху брусьев приварены по две проушины для присоединения нижних концов раскосов.

Винтовые раскосы выполнены из трубы, к переднему торцу которой приварена резьбовая гайка винта раскоса, а к заднему торцу — втулка нижней шарнирной проушины. В центре в трубе установлена рукоятка для изменения угла поперечного перекоса отвала. В трубу со стороны резьбовой гайки ввинчивается винт раскоса с проушиной, который соединяет трубу через крестовину с отвалом, а с другой стороны приварена нижняя шарнирная проушина для соединения с брусьями толкателей. Таким образом, труба со втулкой шарнирно вращается на нижней проушине и удерживается от растягивающих усилий, воспринимаемых раскосом, упорным кольцом нижней шарнирной проушины. Для смазки винтов и шарниров нижних проушин на раскосах предусмотрены масленки. От грязи и влаги винты раскосов защищены войлочными уплотнениями в резьбовых гайках.

Для повышения качества обработки земляной поверхности в продольном направлении, улучшения планирующих свойств, повышения производительности труда на планировочных операциях путем уменьшения числа проходов бульдозеры Д-687А и Д-493Б снабжены автоматизированной системой «Автоплан-1».

Система «Автоплан-1» (рис. 31) обеспечивает автоматическую стабилизацию заданного положения отвала бульдозера — автоматическую стабилизацию относительно вертикали углового положения бульдозерной навески, шарнирно-установленной на трактор.

Аппаратура автоматики (рис. 32) состоит из унифицированных приборов блока *I* управления, пульта *II* управления, датчика *III* углового положения и реверсивного гидрозолотника *IV*.

Датчик углового положения с поворотным устройством установлен в защитном кожухе на толкающем брусе (универсальной раме) бульдозера и представляет собой прибор, в корпусе которого на подшипниках свободно подвешен маятник, соединенный с подвижным контактом потенциометра. Потенциал электрического сигнала датчика пропорционален угловому отклонению от заданного положения.

На датчике установлено стопорное устройство для торможения маятника при выключенной системе автоматики. При подаче напряжения в систему маятник освобождается от стопорения.

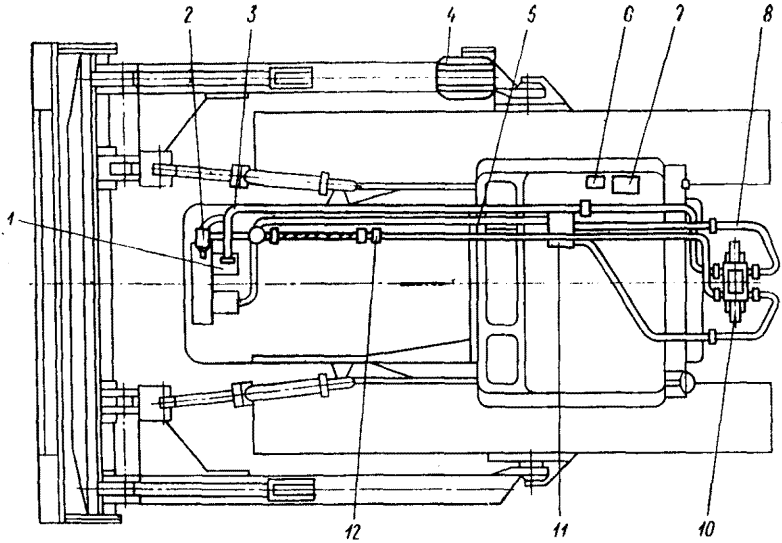


Рис. 31. Схема системы «Автоплан-1» на бульдозере:

1 — насос; *2* — предохранительный клапан; *3* — трубопроводы; *4* — датчик; *5* — общая нагнетательная магистраль насосов; *6* — пульт управления; *7* — блок управления; *8* — трубопровод поршневой полости гидроцилиндров; *9* — трубопровод штоковой полости гидроцилиндров; *10* — гидрозолотник системы автоматического управления; *11* — гидрораспределитель трактора; *12* — обратный клапан

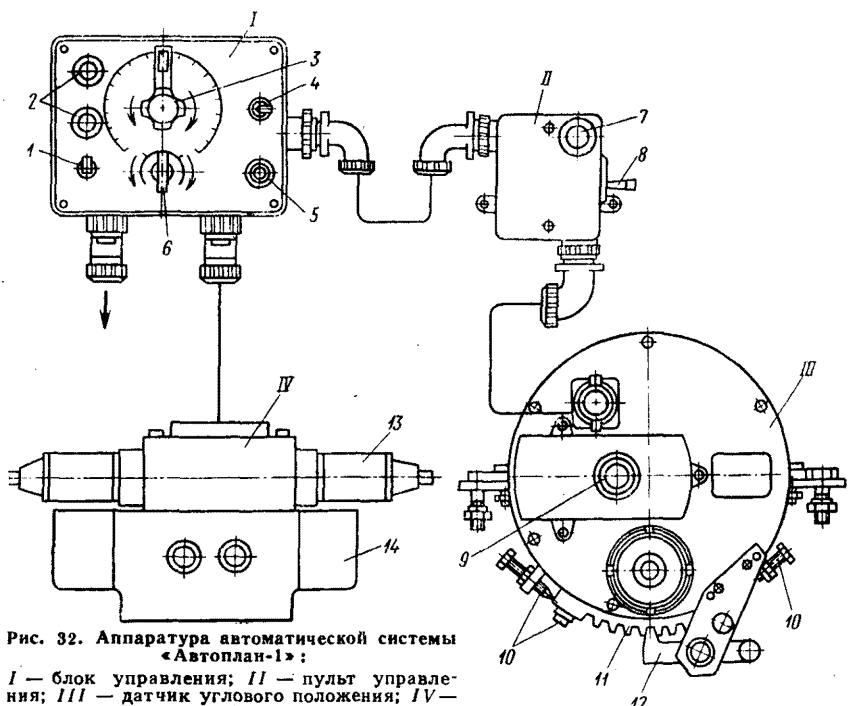


Рис. 32. Аппаратура автоматической системы «Автоплан-1»:

I — блок управления; *II* — пульт управления; *III* — датчик углового положения; *IV* — реверсивный золотник:

1 — включатель электропитания; *2* — предохранители; *3* — рукоятка потенциометра углового положения; *4* — включатель режима настройки системы; *5* — сигнальная лампа; *6* — рукоятка потенциометра системы чувствительности; *7* — кнопки «Автомат»; *8* — переключатель; *9* — лампочка-индикатор; *10* — регулировочные болты; *12* — зуб-защелка; *11* — зубчатый сектор; *13* — электромагнит; *14* — главный гидрозолотник

Датчик закреплен в механизме поворота посредством хомута и может поворачиваться в хомуте, если вывести зуб *12* защелки из зацепления с зубчатым сектором *11*, положение которого определено на неподвижном хомуте с помощью регулировочных болтов *10*. Это дает возможность производить угловую установку датчика по отношению к вертикали через интервалы, определяемые шагом зубчатого сектора. Смещение на один зуб соответствует повороту датчика на 8°. Лампочка-индикатор *9*, установленная на датчике, служит для точной установки датчика в нужное положение при помощи болтов *10* при настройке.

Блок управления установлен в кабине трактора. Он служит для задания требуемого угла продольного уклона в пределах ±5° и преобразования сигнала датчика в команду, которая подается на электромагниты реверсивного гидрозолотника.

Пульт управления обеспечивает дистанционное управление подъемом и опусканием отвала. На пульте установлены переключатель *8* управления отвалом «Вверх—вниз» и кнопка *7* «Автомат» для включения автоматического режима управления отвалом.

Гидрозолотник ЗСУ-5 с электрогидравлическим управлением, установленный при помощи кронштейна на задней стенке корпуса бортовых фрикционов трактора, служит для управления гидроприводом перемещения рабочего органа в соответствии с управляющими сигналами блока управления. Гидрозолотник — трехпозиционный, реверсивный, с открытым входом и выходом и закрытыми полостями гидроцилиндров в среднем положении золотникового плунжера.

Отвал бульдозеров Д-687А и Д-493Б (рис. 33) в автоматическом режиме приводится в действие при помощи одного *2* или двух *2* и *3* насосов, установленных на тракторе. Для сохранения возможности ручного управления отвалом с помощью тракторного распределителя при работающей системе автоматики в нагнетательную магистраль насоса *2* включен обратный клапан *6*. Предохранительный клапан *5* предохраняет гидросистему от перегрузки на автоматическом режиме работы.

Обратные клапаны *8* с дросселями, установленные в трубопроводы гидроцилиндров *9*, служат для предотвращения разрыва потока рабочей жидкости в полостях гидроцилиндров при быстром перемещении штоков последних под действием внешних нагрузок и для поддержания постоянного минимально необходимого давления в магистралях гидроцилиндров для обеспечения надежности включения гидрозолотника *10* независимо от колебаний давления в нагнетательной магистрали насоса.

Электрическая схема системы «Автоплан-1» (рис. 34) содержит чувствительный, усилительный и управляющий элементы.

Чувствительный элемент выполнен по мостовой схеме, в которую входит потенциометр датчика *R1*, задающий потенциометр *R2* и поляризованное реле *КР*, включенное в диагональ моста. Это реле обеспечивает работу системы с заданным порогом чувствительности. Чувствительность схемы регулируется с помощью переменного сопротивления *R3* («Загрубление»).

Усилительный элемент собран на транзисторах *Vл* и *Vп*. В цепь эммитеров этих транзисторов включены электромагниты *ЭМ1* и *ЭМ2* реверсивного золотника. Транзисторы работают в ключевом режиме: при подаче на базу отрицательного потенциала возрастает ток эммитерной цепи, в которую включен электромагнит.

Сигнальная лампа *Л2* и тумблер *ВК2* служат для установки датчика в нулевое исходное положение при горизонтальном положении отвала. При переключении тумблера *ВК2* к контактам реле *КР* (контакты *КРл* и *КРп*) подключается сигнальная лампа *Л2* (вместо магнитов *ЭМ1* и *ЭМ2*).

При настройке аппаратуры горящая лампа *Л2* сигнализирует о подаче сигнала чувствительности элементам схемы. Лампа гаснет при установке датчика в исходное нулевое положение, т. е. когда рукоятка *3* (см. рис. 31,*1*) потенциометра *R2* совмещена с нулем шкалы уклона, а датчик путем поворота в хомуте установлен в такое положение, при котором подвижный контакт потенциометра делит обмотку сопротивления на две равные части.

Диод *V1* предназначен для предохранения сигнальной лампы *Л1* от экстратоков, диоды *V2* и *V3* — для ликвидации воздействия обратной ЭДС электромагнита в цепи транзисторов.

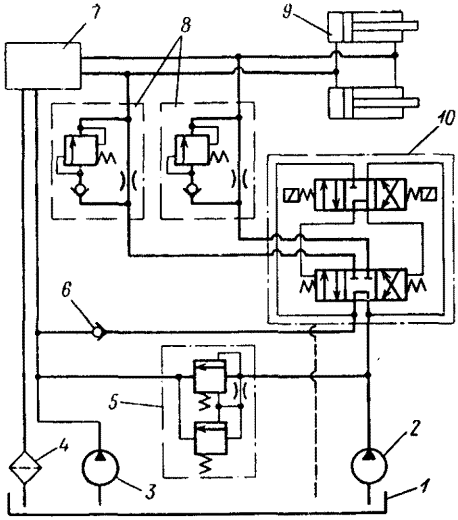


Рис. 33. Гидравлическая схема «Автоплан-1» бульдозеров Д-687А и Д-493Б:

1 — бак; *2* и *3* — гидронасосы; *4* — фильтр; *5* — предохранительный клапан; *6* — обратный клапан; *7* — распределитель с ручным управлением; *8* — обратные клапаны с дросселем; *9* — гидроцилиндры; *10* — реверсивный гидрозолотник с электрогидравлическим управлением

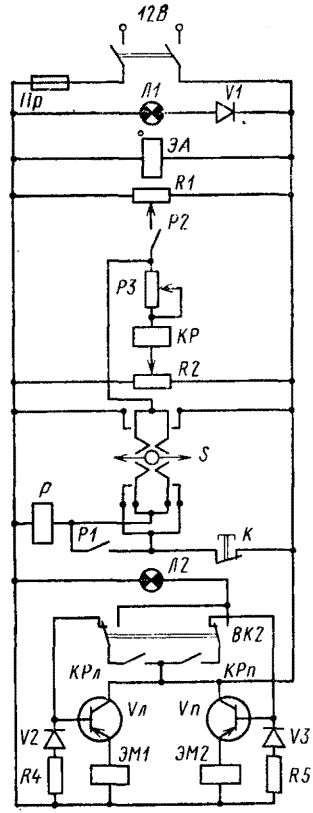


Рис. 34. Электрическая схема системы «Автоплан-1»

Управляющий элемент схемы состоит из переключателя *S*, посредством которого управляют поляризованным реле *КР* и переключают с автоматического управления на дистанционное. Посредством кнопки *К* управление переключается с дистанционного ручного на автоматическое. Электромагнит *ЭА* арретира (отпора маятника) включен непосредственно в цепь питания схемы.

Для разравнивания кавальеров отрытых осушительных каналов, засыпки траншей, каналов, рвов, планировки торфяных полей, сгребания торфяной крошки в валы и для других работ применяют бульдозер-кавальероразравниватель Д-694А (рис. 35, *а*). Оборудование бульдозера-кавальероразравнивателя смонтировано на тракторе *4* марки Т-100МБГП и состоит из отвала *1*, закрепленного на раме *2*, через кронштейны *8* гидроцилиндра *5* подъема, охватывающей рамы (рис. 35, *б*) механизма поперечного перекоса отвала (рис. 36, *а*), механизма поворота отвала (рис. 36, *б*), противовеса *3* (см. рис. 35) и гидропривода. Поворотный отвал выполнен в виде сварной конструкции с изогнутым лобовым листом и коробками жесткости, соединенными между собой вертикальными коробками, к которым приварены кронштейны крепления рамок механизма поворота отвала.

Охватывающая рама П-образной конструкции (см. рис. 35, *б*) состоит из правой *7* и левой *11* полурам, сваренных из уголков. К раме сверху приварены передние *10* и задние *6* кронштейны для крепления рамы противовеса и кронштейны *9* гидроцилиндров подъема. Шаровые опоры *12* рамы через механизм перекоса отвала закреплены на рамах гусеничных тележек.

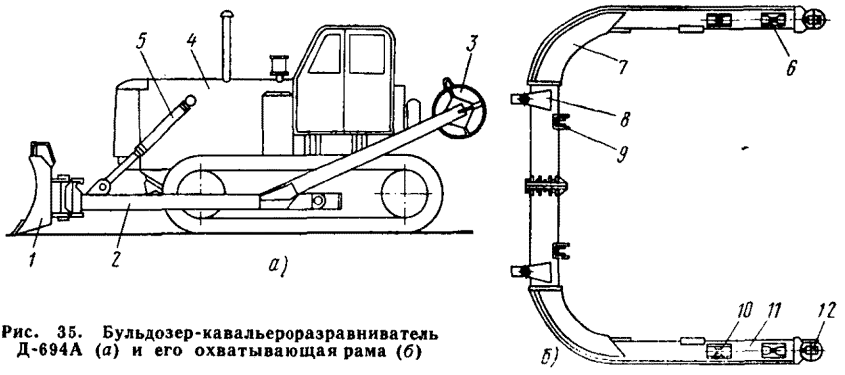


Рис. 35. Бульдозер-кавальероразравниватель Д-694А (*а*) и его охватывающая рама (*б*)

Механизм поперечного перекоса отвала (рис. 36, *а*) снабжен ползунами *4* с пальцами для соединения с шаровыми опорами *5* рамы *2*. Ползуны могут перемещаться в направляющем устройстве *3* при помощи гидроцилиндров *1*.

Механизм поворота (рис. 36, *б*) отвала *6* предназначен для его разворота в плане на 45°. Он состоит из четырех шарнирно-соединенных рамок *9* и гидроцилиндра *10*, который шарнирно закреплен на передних рамках. Передние рамки шарнирно соединены с отвалом и задними рамками. При прямом положении отвала рамки связаны между собой фиксаторами *7* и клиньями. Для установки отвала под углом в плане на одной из сторон вынимают клин и при помощи гидроцилиндра *10* и рамок отвал устанавливают в нужное положение. Поднимают бульдозерное оборудование гидроцилиндрами *8*.

Противовес закреплен на охватывающей раме двумя гнутыми балками коробчатого сечения, которые пальцами соединены с кронштейнами охватывающей рамы.

Гидросистема машины (рис. 37) включает в себя насосы *2*, распределители *5*, масляный бак *1* с фильтрами, гидроцилиндры *8* подъема отвала, гидроцилиндр *6* поворота отвала в плане, гидроцилиндры *4* перекоса отвала и трубопроводы. Гидросистема защищена предохранительными клапанами *7* гидрораспределителей и перепускными клапанами *3*.

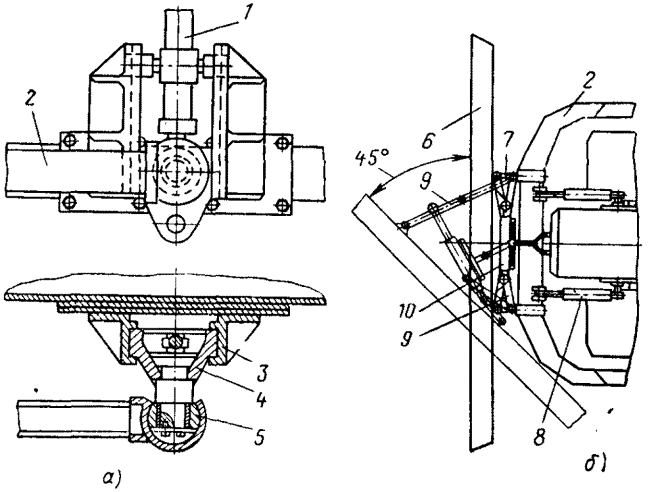


Рис. 36. Механизмы поперечного перекоса отвала (*а*) и поворота отвала в плане (*б*) бульдозера-кавальероразравнивателя Д-694А

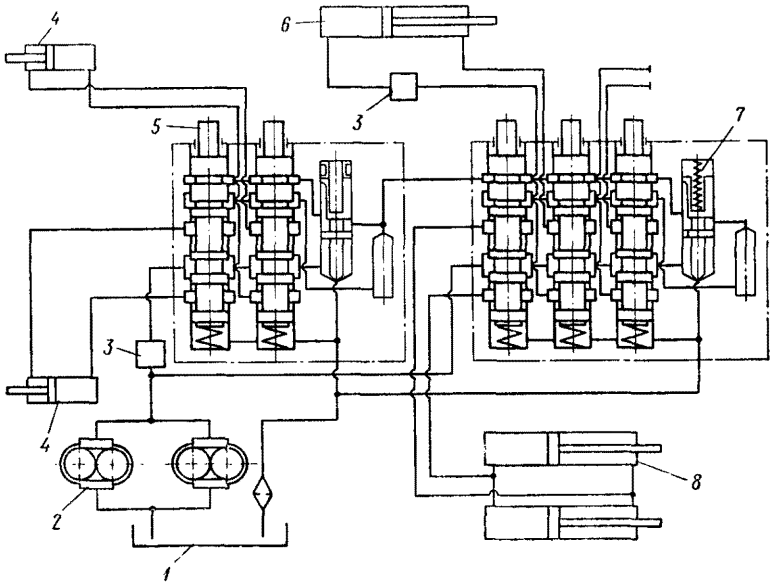


Рис. 37. Гидравлическая схема бульдозера-кавальероразравнивателя Д-694А

Бульдозер ДЗ-27С (Д-532С) (рис. 38) в мелиоративном строительстве может быть использован на грунтах любой категории. Его применяют для рыхления трещиноватых скальных пород и корки мерзлого грунта с последующей разработкой разрыхленного грунта; планировочных работ, перемещения, штабелирования и разравнивания грунта, гравия, щебня и других строительных материалов; засыпки рвов, ям, канав и траншей при строительстве гидротехнических сооружений.

Навесное оборудование бульдозера смонтировано на тракторе Т-130.1.Г. Угол резания отвала изменяют вручную винтовыми раскосами. Общая компоновка трактора выполнена по типу полурамной конструкции с полужесткой подвеской, передним расположением двигателя и задним расположением трансмиссии.

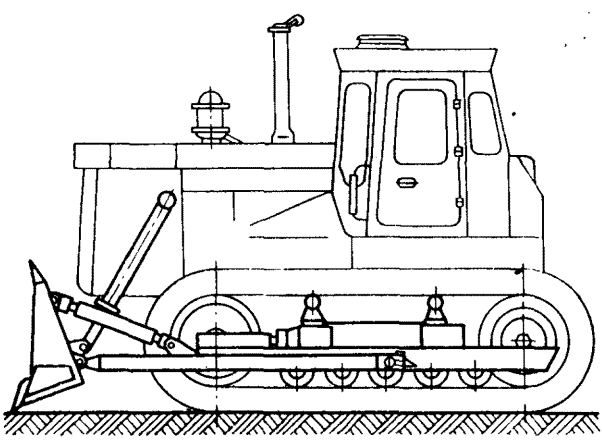


Рис. 38. Бульдозер ДЗ-27С (Д-532С)

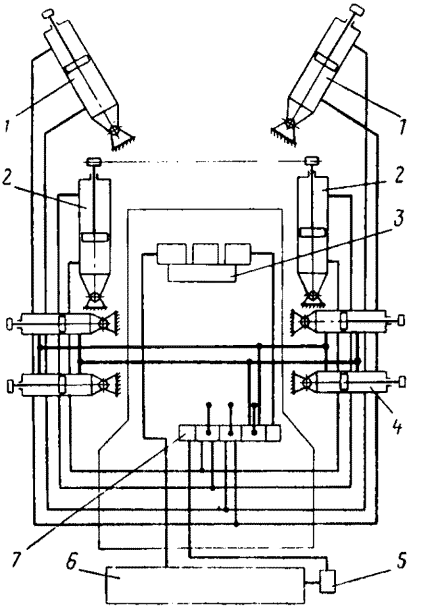


Рис. 39. Гидравлическая схема бульдозера:
1 — цилиндры поворота; *2* — цилиндры подъема; *3* — блок насосов с редуктором; *4* — цилиндр поперечного перекоса отвала; *5* — гидроциклон; *6* — масляный бак; *7* — распределитель

Двигатель — четырехтактный дизель с турбонаддувом пускается с рабочего места машиниста. Трансмиссия — механическая с сервомеханизмами. Ходовая часть состоит из двух гусеничных тележек, гусеничных цепей и балансирного устройства. Ходовая часть рамы трактора связана шарнирно в трех точках.

На тракторе Т-130.1.Г может быть установлена универсальная, раздельно-агрегатная, гидравлическая система управления (рис. 39) передней и задней навесными системами. Трактор оборудован цельнометаллической кабиной, двумя сиденьями и автоматическим устройством для заправки топливного бака.

Для срезки, перемещения, штабелирования и разравнивания грунта, гравия, щебня и других строительных материалов, устройства выемок, возведения насыпей, планировки площадок, разработки и засыпки котлованов, а также для разработки скальных пород в условиях низких температур (до —60° С) используют бульдозер ДЗ-110ХЛ.

Бульдозерное оборудование смонтировано на гусеничном тракторе Т-130.1.Г-1 и состоит из неповоротного отвала, толкающих брусьев, винтового и гидравлического раскосов и гидрооборудования. Управление отвалом (подъем, опускание, изменение угла резания) гидравлическое.

Бульдозер ДЗ-24 (Д-521) (рис. 40) с гидравлическим управлением, как и бульдозер ДЗ-24А (Д-521А), используют для разработки грунта и его перемеще-

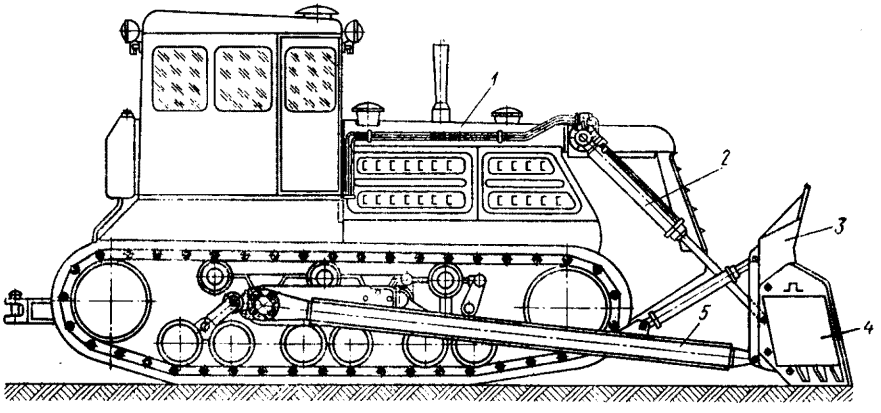


Рис. 40. Бульдозер ДЗ-24 (Д-512):
1 — трактор; *2* — гидроцилиндр; *3* — отвал; *4* — уширитель отвала; *5* — толкающая рама

ния, засыпки траншей, планировки, разравнивания, расчистки участков и трасс от леса, кустарника. Обе машины могут быть использованы при корчевке пней и валке деревьев.

Бульдозерное оборудование состоит из неповоротного отвала, толкающей рамы, гидросистемы управления бульдозера ДЗ-24 (Д-521) (рис. 41, *а*) и системы канатно-блочного управления лебедки бульдозера ДЗ-24А (Д-521А) (рис. 41, *б*).

Отвалы этих машин представляют собой сварную конструкцию из проката. Лобовой лист изогнут по кривой, профиль которой обеспечивает наименьшее налипание грунта на отвал. Лобовой лист усилен диафрагмами и ребрами жесткости коробчатого профиля. Угол резания ножей изменяют в пределах 45—55° при помощи раскосов и специального винта.

Гидросистема управления отвалом бульдозера ДЗ-24 (Д-521) состоит из трех шестеренных насосов общей подачей 225 л/мин с независимым приводом, осуществляемым посредством карданной передачи через общий редуктор от коленчатого вала двигателя; силовых гидроцилиндров; системы трубопроводов; однозолотникового распределителя с предохранительным клапаном и масляного бака с гидроциклоном. Силовой гидроцилиндр двойного действия. Для смягчения ударов чугунного поршня о стакан и крышку в гидроцилиндре предусмотрен гидротормоз. В стакан запрессована антифрикционная втулка, которая направляет движение штока. К крышке гидроцилиндра приварен штуцер для удаления воздуха из цилиндра; внутри штуцера имеется шариковый клапан.

Масляный бак — штампованный. Масло, поступающее в него через горловину с сетчатым фильтром, проходит сквозь гидроциклон, где очищается от примесей.

Ведущий вал шестеренного повышающего редуктора соединен с постоянно вращающимся карданным валом трактора при помощи муфты. На редукторе установлены три шестеренных насоса НШ-46. Поток жидкости в гидравлической системе распределяется и регулируется при помощи золотникового четырехпозиционного распределителя.

Канатно-блочное управление бульдозера ДЗ-24А (Д-521А) состоит из лебедки, заднего блока с кронштейном, защитной трубы, переднего наклонного блока, полиспаста и передней стойки.

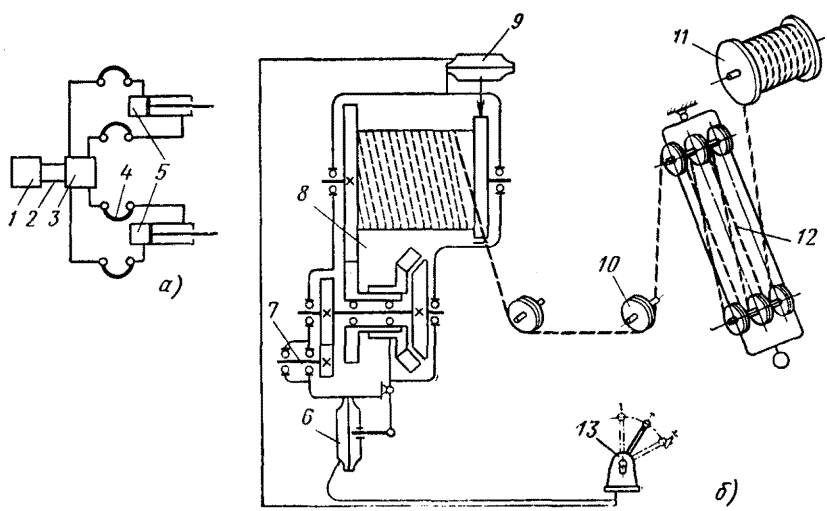


Рис. 41. Гидравлическая схема бульдозера ДЗ-24 (Д-512) (*а*) и кинематическая схема бульдозера ДЗ-24А (Д-521А) (*б*):

1 — распределитель; *2* — трубопроводы; *3* — переходник; *4* — рукав; *5* — гидроцилиндры; *6, 9* — пневмокамеры; *7* — вал отбора мощности; *8* — лебедка; *10* — наклонный блок; *11* — барабан; *12* — полиспаст; *13* — пульт управления

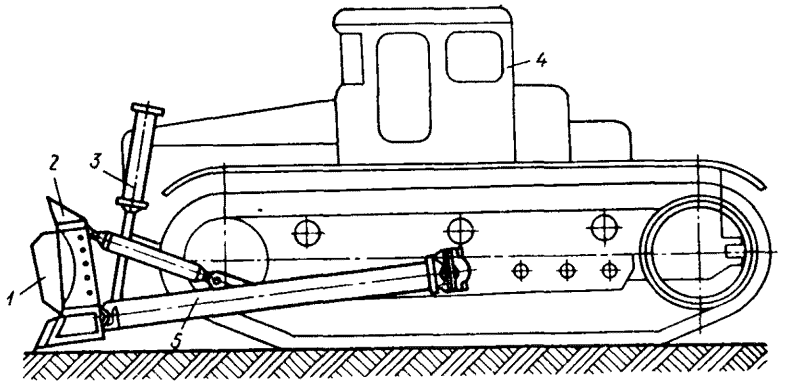


Рис. 42. Бульдозер ДЗ-34С (Д-572С)

Однобарабанная фрикционная лебедка Д-499Б с пневмоуправлением установлена на переходной плите, которая прикреплена к стойке заднего моста трактора Т-180 и приводится в действие от вала отбора мощности через кулачковую муфту.

Бульдозер ДЗ-34С (Д-572С) (рис. 42) является навесным оборудованием, монтируемым на трактор ДЭТ-250, и состоит из отвала *2* с боковыми ножами *1* и толкающих брусьев *5* (правого и левого).

Бульдозерное оборудование, установленное на трактор *4*, не ухудшает маневренности, тяговых и транспортных качеств трактора и превращает последний в агрегат, способный выполнять разнообразные земляные и другие виды работ в самых тяжелых условиях. Металлоконструкция *5* бульдозера выполнена из специальной стали для работы при низких температурах в условиях Крайнего Севера.

Трактор ДЭТ-250 имеет электромеханическую трансмиссию, включающую систему генератор—двигатель и обеспечивающую автоматическое снижение скорости при увеличении сопротивления копанию. Такая система обеспечивает полное автоматическое использование мощности привода, облегчает управление и способствует высокой производительности машины.

Бульдозер ДЗ-34С (Д-572) вследствие этих качеств трансмиссии трактора можно применять в наиболее тяжелых условиях, включая работу на твердых и мерзлых грунтах.

Бульдозер ДЗ-48 (Д-661) (рис. 43) предназначен для планировки, перемещения, штабелирования и разравнивания грунта, засыпки траншей и может быть использован в качестве толкача при наполнении скрепера грунтом.

Навесное оборудование смонтировано на колесном промышленном тракторе *6* марки К-702 и состоит из неповоротного отвала *1*, толкающих брусьев *7*, раскоса *2*, кронштейна *8* для крепления бульдозерного оборудования к трактору, кронштейна *3* крепления гидроцилиндра *4* подъема рабочего органа и гидроцилиндра поперечного перекоса отвала.

На правый толкающий брус установлен винтовой раскос для изменения угла ножей, на левый — гидораскос *2* для изменения угла поперечного перекоса. На передней раме трактора с помощью кронштейна прикреплен гидроцилиндр *4* управления рабочим органом. Для увеличения сцепного веса используется балласт *5*. Управляют рабочим органом от универсальной раздельно-агрегатной гидросистемы трактора.

Вследствие колесного хода тягача и большой установленной мощности бульдозер отличается мобильностью, повышенными рабочими и транспортными скоростями и высокой производительностью. Особо рациональным является его применение при рассредоточенных объектах, так как при этом на переезды благодаря высоким транспортным скоростям тратится минимальное время.

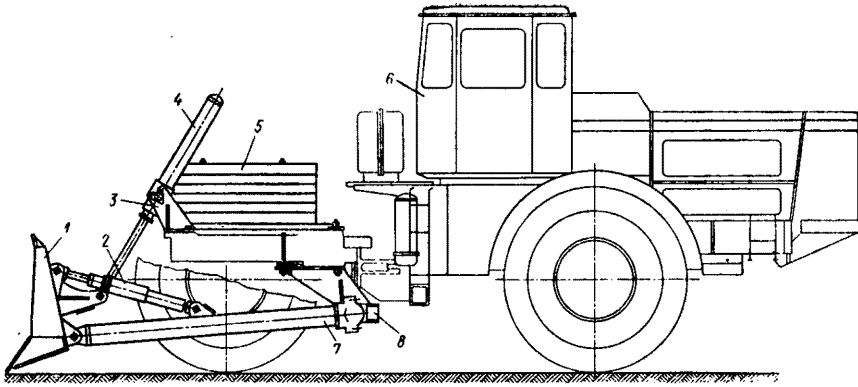


Рис. 43. Бульдозер ДЗ-48 (Д-661)

Производительность бульдозера при резании и перемещении грунта (в м³/ч)

$$П = \frac{3600 k_в q}{t_ц},$$

где $k_в$ — коэффициент использования бульдозера по времени; q — объем грунта перед отвалом в плотном теле, м³, $q = LH^2 k_п / 2 k_р \operatorname{tg} \varphi_о$; ($L$ — длина отвала, м; H — высота отвала, м; $k_п$ — коэффициент, учитывающий потери грунта и зависящий от длины перемещения; $k_п = 1 \div 0{,}005$; $k_р$ — коэффициент разрыхления грунта, $k_р = 1{,}1 \div 1{,}35$; φ_0 — угол естественного откоса грунта).

Длительность одного цикла (в с)

$$t_ц = \frac{L_р}{v_р} + \frac{L_п}{v_п} + \frac{L_о}{v_о} + t_о + t_{пов},$$

где $L_р$, $L_п$, $L_о$ — длина пути соответственно резания, перемещения и обратного хода бульдозера, м; $v_р$, $v_п$, $v_о$ — скорость движения соответственно при резании, перемещении и обратном ходе, м/с; $t_о$, $t_{пов}$ — время остановок соответственно на переключение передач и поворот, с.

Производительность бульдозера с поворотным отвалом при планировочных работах (в м²/ч)

$$П = 3600 k_в \frac{L_у (L \sin \alpha - a)}{\left(\frac{L_у}{v_{ср}} + t_{пов}\right) n},$$

где $L_у$ — длина планируемого участка, м; L — длина отвала, м; α — угол захвата отвала, град; a — часть полосы, перекрываемая при последующем проходе и равная 0,3—0,5 м; $v_{ср}$ — средняя рабочая скорость, м/с; $t_{пов}$ — время на поворот, с; n — число проходов по одному месту, $n = 1 \div 2$.

Суммарное сопротивление движению бульдозера при работе

$$W = W_р + W_{пр} + W_в + W_п + W_т,$$

где $W_р$ — сопротивление грунта резанию, кгс; $W_{пр}$ — сопротивление перемещению призмы волочения, кгс; $W_в$ — сопротивление трению при движении грунта вверх по отвалу, кгс; $W_п$ — сопротивление трению при продольном движении грунта по отвалу, кгс; $W_т$ — сопротивление движению базовой машины с бульдозерным оборудованием, кгс.

Сопротивление грунта резанию

$$W_р = KF,$$

где K — удельное сопротивление грунта резанию, кгс/см²; F — площадь сечения срезаемой стружки грунта, см², $F = h_{ср} l_0 \sin\alpha$ ($h_{ср}$ — средняя глубина резания, см; l_0 — часть длины ножа, участвующая в резании грунта, см; α — угол захвата отвала, град).

Сопротивление перемещению призмы волочения грунта

$$W_{пр} = G_{пр} f \sin\alpha,$$

где $G_{пр}$ — вес призмы волочения грунта, кгс; $G_{пр} = \gamma_0 L (H - h_{ср})^2/2 \operatorname{tg}\varphi_0$ (γ_0 — объемный вес разрыхленного грунта, кгс/см³; L — длина отвала, м; H — высота отвала, м; φ_0 — угол естественного откоса грунта, град); f — коэффициент трения грунта по грунту.

Сопротивление трению при движении грунта вверх по отвалу

$$W_в = G_{пр} f_2 \cos^2\delta \sin\alpha,$$

где f_2 — коэффициент трения грунта по металлу; δ — угол резания.

Сопротивление трению при продольном движении грунта по отвалу

$$W_п = G_{пр} f f_2 \cos\alpha.$$

Сопротивление движению базовой машины с бульдозерным оборудованием

$$W_т = G(f_1 \pm i),$$

где G — вес базовой машины с бульдозерным оборудованием, кгс; f_1 — коэффициент сопротивления движению базовой машины; i — уклон местности.

Необходимая мощность двигателя базовой машины (в л. с.)

$$N = \frac{Wv}{270\eta},$$

где v — рабочая скорость бульдозера, км/ч; η — механический КПД базовой машины, равный 0,79—0,9.

3. СКРЕПЕРЫ

Скрепер является землеройно-транспортной машиной с ковшовым рабочим органом. В рабочем процессе он выполняет послойное резание грунта с набором его в ковш, транспортировку, выгрузку, разравнивание и частичное уплотнение грунта.

В зависимости от размеров скреперов при использовании их в ирригационном строительстве толщина срезаемого слоя выдерживается в пределах 0,12—0,53 м, толщина отсыпаемого слоя в рыхлом состоянии 0,15—0,60 м, а наиболее эффективное расстояние транспортировки грунта к месту разгрузки составляет для прицепных скреперов малой вместимости до 0,2 км, для прицепных скреперов средней и большой вместимости до 0,5 км и для самоходных колесных скреперов до 5 км.

Скреперы классифицируют по способам передвижения, загрузки, разгрузки и управления.

По способу передвижения различают скреперы прицепные, полуприцепные и самоходные. Прицепные скреперы обычно двухосные, буксируемые гусеничными или двухосными тягачами; вся весовая нагрузка (собственный вес и вес грунта в ковше) таких скреперов передается на грунт ведомыми неактивными колесами. Полуприцепные скреперы, как правило, одноосные, обеспечивают передачу части весовой нагрузки колесному или гусеничному тягачу. Самоходные скреперы выполнены на базе одноосных тягачей или с приводом всех колес от собственного двигателя; у этих скреперов полный вес машины с грузом передается на грунт через ведущие колеса, чем определяются их высокие тяговые качества.

По способу загрузки ковша скреперы различают с пассивной загрузкой от давления срезаемой стружки, вызванного силой тяги агрегата, и с активной элеваторной загрузкой.

Способы разгрузки, применяемые в конструкциях современных скреперов, разделены на пять основных групп: свободную (гравитационную), свободную с принудительной зачисткой, полупринудительную, принудительную и комбинированную.

Свободная выгрузка применена в скреперах небольшой вместимости. Время выгрузки зависит от времени свободного падения грунта: на грунтах оптимальной влажности это время колеблется в пределах 3—6 с; на увлажненных и липких грунтах время выгрузки может увеличиваться, что значительно снижает эффективность этого способа выгрузки.

Свободная разгрузка с принудительной зачисткой существенно сокращает время разгрузки по сравнению со свободной.

При полупринудительной выгрузке ковш опорожняется значительно быстрее. Применение такого способа на влажных и липких грунтах позволяет существенно сократить продолжительность выгрузки.

Для тяжелых условий работы на любых грунтах эффективно используют скреперы с принудительной выгрузкой чаще всего путем перемещения задней стенки.

Техническая характери

Показатель	Прицепные						
	ДЗ-30В (Д-541Б)	ДЗ-33 (Д-569)	ДЗ-12Б (Д-374Б)	ДЗ-20 (Д-498)	ДЗ-111	ДЗ-77С	ДЗ-20В (Д-498В)
Базовая машина	ДТ-75-С2		Т-100М	Т-100МГС или Т-100МЗГС	Т-4АП-1 или Т-4АП-2	Т-130.1.Г	Т-130.1.Г
Вместимость ковша, м³:							
геометрическая	3	3	8	7	4,5	8	7
с «шапкой»	—	—	10	9	5,5	10	—
Мощность тягача, л. с.	75	75	108	108	130	160	160
Ширина захвата, мм	1 900	2 100	2 620	2 650	2 454	2 718	2 650
Наибольшая глубина резания, мм	150	200	320	300	250	350	300
Толщина слоя отсыпки, мм	300	300	150—500	150—500	—	150—500	—
Колея, мм:							
передних колес	900	950	1 650	1 600	—	1 600	—
задних колес	1 650	1 700	2 050	2 200	—	2 150	—
Габаритные размеры, мм:							
длина	5 500	6 800	8 550	8 750	7 425	9 720	8 785
ширина	2 400	2 440	3 100	3 140	2 875	3 080	3 140
высота	2 410	1 980	3 100	3 560	2 200	2 680	2 560
Масса скрепера, кг:							
без тягача	2 385	2 750	6 700	7 000	4 800	9 200	7 000
с тягачом	7 885	8 350	18 800	19 000	—	22 800	—

Примечание. Скреперы ДЗ-12Б (Д-374Б), Д-213А имеют канатно-блочное равлическое управление со свободной разгрузкой, остальные скреперы имеют гидравли-

В скреперах с механизированной (элеваторной) загрузкой применен комбинированный способ выгрузки, позволяющий опоражнивать ковш полностью. Время выгрузки зависит от пропускной способности проема между днищем и отсыпанным грунтом.

По способу управления рабочими органами скреперы разделены на скреперы с канатным и гидравлическим управлением.

У скреперов с канатным управлением ковш поднимается принудительно, а опускается и заглубляется нож под действием силы тяжести. У скреперов с гидравлическим управлением поднимается и опускается ковш и заглубляется нож принудительно при помощи гидроцилиндров. При таком заглублении ножа в грунт сокращается время набора грунта и разработки плотных грунтов. Технические характеристики скреперов приведены в табл. 8.

Скрепер ДЗ-30В (Д-541Б) (рис. 44) — прицепной к трактору ДТ-75-С2 (Т-74-С9) двухосный на пневматических колесах *6* с гидравлическим управлением рабочими органами. Способ разгрузки ковша *4* свободный, опрокидыванием его вперед. Основные узлы скрепера выполнены в виде сварных металлоконструкций, соединенных между собой шарнирно рычажной системой. Тяговое усилие от трактора передается скреперу через сцепку *10*. Сцепка обеспечивает свободный поворот скрепера относительно двух взаимно перпендикулярных

Таблица 8

стика скреперов

		Самоходные					
ДЗ-74	ДЗ-79	ДЗ-11 (Д-357М)	ДЗ-13 (Д-392)	ДЗ-67 с мотор-колесами	ЗТМ1-38	ЗТМ1-29	ДЗ-107
К-702	Т-330	МАЗ-52	БелАЗ-531	—	—	—	—
8	15	8	15	25	15	15	25
10 200	18 330	— 180	18 360	29 850	18 360	18 720	29 2×550
2 718	3 112	2 720	2 926	3 650	3 026	2 850	3 900
350	350	300	350	400	150	400	400
150— 500	150— 500	—	150— 500	До 650	—	—	600
2 050	2 200	—	2 400	2 600	2 530	—	2 800
2 050	2 400	—	2 300	2 600	2 360		2 800
13 600 3 078 3 380	11 600 3 560 3 600	10 420 3 245 3 300	12 800 3 400 3 600	16 560 4 645 4 255	13 000 3 400 3 850	— — —	17 200 4 500 2 800
9 500 22 000	16 500 44 000	10 000 19 000	17 000 34 000	— 64 000	— 37 500	— 42 000	— 67 500

правление и поставляют их с лебедкой Д-323А, скрепер ДЗ-30В (Д-541Б) имеет гидеское управление и принудительную разгрузку.

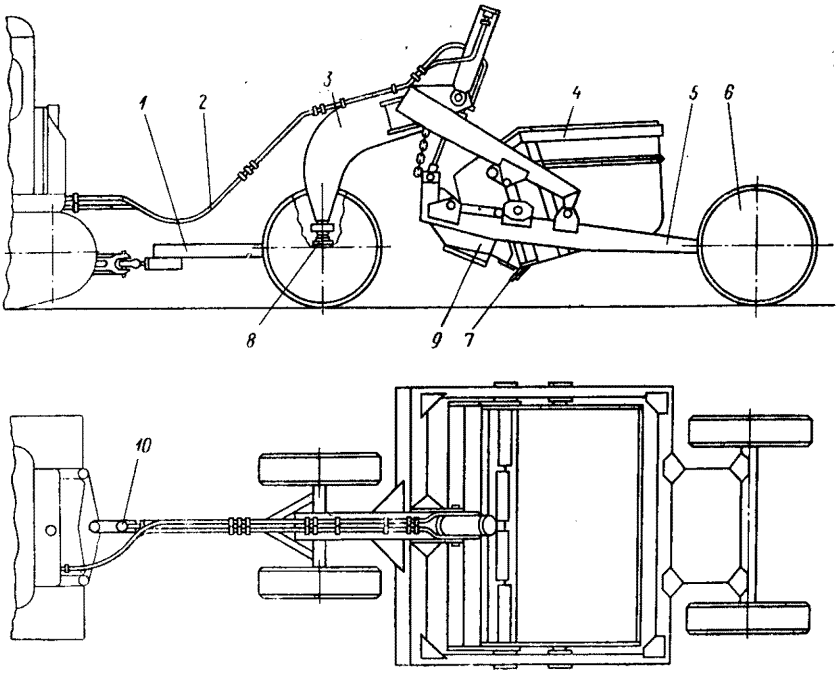


Рис. 44. Скрепер ДЗ-30В (Д-541Б)

осей, а шаровой шкворень *8*, смонтированный на передней оси *1*, — поворот в вертикальной плоскости до 30°.

Срезается грунт ножами *7*, установленными на подножевой плите ковша, и подрезными ножами, установленными на раме *5*. При износе режущих кромок с одной стороны ножи *7* после перестановки могут работать другой режущей кромкой.

Высыпанию грунта из ковша при транспортировке препятствует заслонка *9*, которая при разгрузке открывается на величину, обеспечивающую полную разгрузку.

Гидросистема *2* состоит из насоса, распределителя и масляного бака, установленных на тракторе, металлических трубопроводов, рукавов высокого давления и одного гидроцилиндра, шарнирно-закрепленного на дышле *3* скрепера. Шток гидроцилиндра шарнирно закреплен на раме скрепера.

Скрепер имеет принудительное заглубление, что позволяет регулировать толщину снимаемой стружки.

Управляют рабочими органами с помощью рычага распределителя из кабины трактора. Положениям рычага соответствуют определенные производственные операции. В положении рычага распределителя «Нейтральное» (при транспортировке, рис. 45, *а*) масло, поступающее из нагнетательной полости насоса, проходит через распределитель и выходит в бак. Предохранительный клапан обеспечивает давление в системе не выше 100^{+10} кгс/см^2, а при перегрузках автоматически исключает возможность поломок.

В положении «Опускание» (при наборе грунта, рис. 45, *б*) масло, поступающее из нагнетательной полости насоса, проходит через распределитель по трубопроводу и поступает в верхнюю полость цилиндра. В этом случае поршень со штоком двигается вниз и через систему рычагов заставляет ковш опуститься.

В положении «Подъем» (при разгрузке, рис. 45, *в*) масло из нагнетательной полости поступает по трубопроводу в нижнюю полость цилиндра. Поршень под

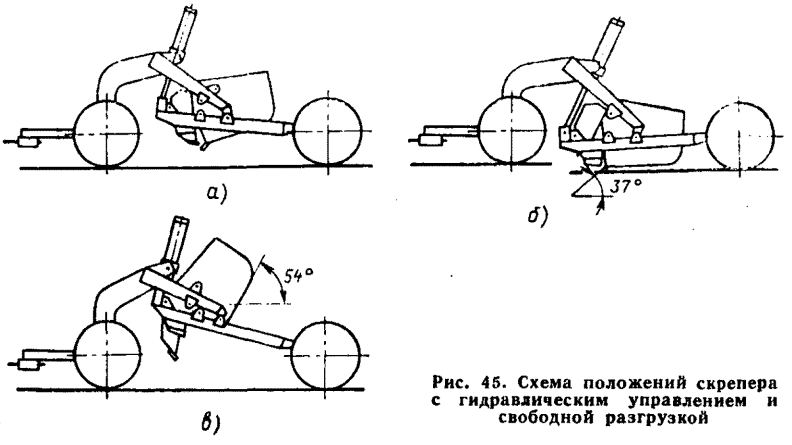


Рис. 45. Схема положений скрепера с гидравлическим управлением и свободной разгрузкой

давлением масла поднимается, увлекая за собой шток, шарнирно-связанный с рамой ковша. В это время масло из верхней полости цилиндра выдавливается поршнем через распределитель в бак.

Скрепер ДЗ-33 (Д-569) (рис. 46) в отличие от скрепера ДЗ-30В имеет принудительный способ разгрузки ковша выдвижением задней стенки вперед. Гидросистема скрепера включает три гидроцилиндра: цилиндр ковша, цилиндр заслонки и цилиндр задней стенки. Управляют рабочими органами путем рычагов распределителя из кабины трактора.

Соответствующие положения рычагов распределителя при работе скрепера обеспечивают: транспортное положение скрепера (рис. 47, *а*), набор грунта (рис. 47, *б*), подъем ковша; опускание и подъем заслонки; разгрузку скрепера (рис. 47, *в*) и возвращение задней стенки в исходное положение.

Скрепер ДЗ-12Б (Д-374Б) (рис. 48) состоит из ковша *7*, заслонки *6*, передка, передней оси *11*, колесного хода и системы канатного управления.

Ковш состоит из двух боковых стенок, которые вместе с соединяющими их поперечными связями образуют жесткую раму, и днища с задней стенкой *8*. Первая нижняя связь ковша является подножевой плитой, на которой закреплены режущие ножи *9*. Вторая нижняя связь служит опорой для днища и кронштейнов буфера. Верхняя задняя связь несет на себе сварные кронштейны для крепления задней оси. Верхняя цилиндрическая связь (труба) является несущей конструкцией, на которой закреплены блоки полиспастов подъема днища и заслонки. Передняя связь ковша несет нижнюю обойму блоков полиспаста *4*.

При выгрузке грунта днище опускается на шарнирах, находящихся на боковых стенках ковша. Заслонка служит для регулировки щели при наборе и закрывает ковш при транспортировке грунта. Заслонка полукруглой формы, усиленная с внешней стороны коробкой жесткости, при помощи двух рычагов шарнирно прикреплена к уголкам боковых стенок ковша. В средней части заслонки шарнирно закреплена обойма блока полиспаста механизма *10*, поднимающего корпус заслонки при выгрузке грунта.

Дышло *3* состоит из хобота, трубы, боковых тяг. В головке дышла укреплен фланец шарового шарнира, на котором смонтирован шаровой шарнир, обеспечивающий поворот передней оси в трех плоскостях. На дышле приварены кронштейны флюгерных блоков *1*, а также установлены обоймы направляющих блоков *2*.

Передняя ось имеет Т-образную форму с раскосами. На переднем конце на шарнирах установлена прицепная серьга. На концах поперечной балки укреплены штырями две полуоси с колесами, а в средней части установлено гнездо для шаровой головки.

Оси задних колес закреплены неподвижно в задней балке.

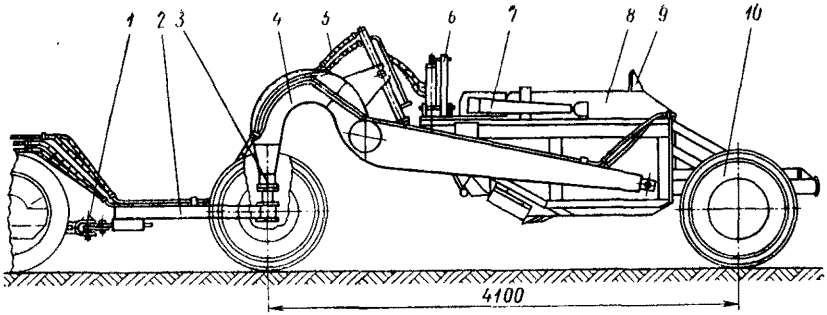


Рис. 46. Скрепер ДЗ-33 (Д-569)

1 — сцепка; *2* — передняя ось; *3* — шкворень; *4* — тяговая рама; *5* — гидросистема; *6* — механизм подъема заслонки; *7* — заслонка; *8* — ковш с режущими ножами; *9* — задняя стенка; *10* — колесо

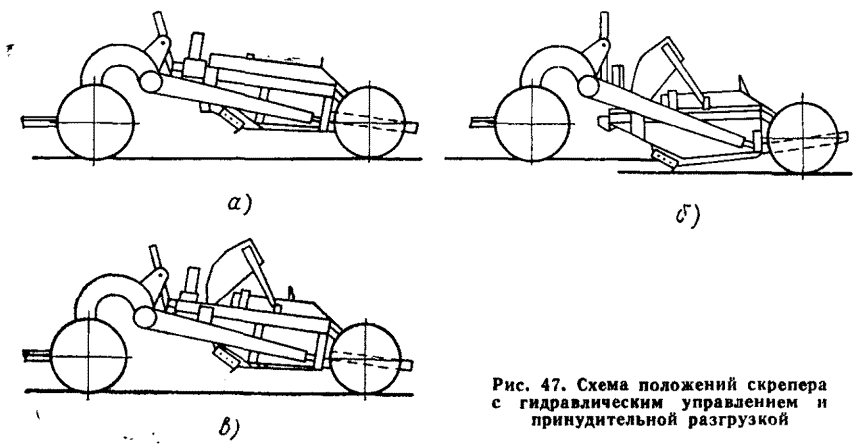


Рис. 47. Схема положений скрепера с гидравлическим управлением и принудительной разгрузкой

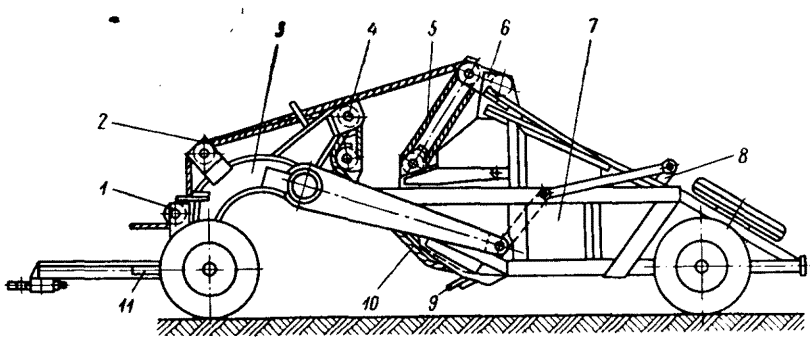


Рис. 48. Скрепер ДЗ-12Б (Д-374Б)

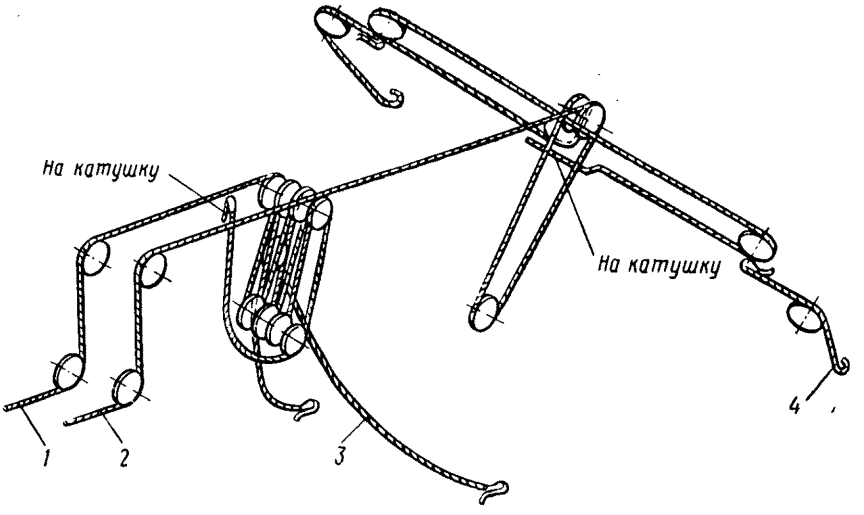


Рис. 49. Схема канатного управления скрепером ДЗ-12Б (Д-374Б)

На скрепере установлены две катушки для запасных канатов. Одна катушка (передней оси) служит для запасного каната полиспаста подъема ковша; вторая катушка (на верхней связи ковша) служит для навивки запасного каната полиспаста днища и заслонки. Канаты на этих катушках являются продолжением запасованных канатов полиспастов ковша и днища с заслонкой.

Управляют рабочими операциями скрепера с помощью двухбарабанной лебедки фрикционного типа.

Канат *1* (рис. 49), сходящий с правого барабана лебедки (по направлению движения трактора) и поднимающий ковш, проходит через правый флюгерный блок, огибает направляющий блок и переходит на правый блок в головке, расположенной на дышле. Затем он последовательно огибает все блоки полиспаста подъема ковша, образуя восьмикратный полиспаст, и закрепляется клином в скобе на верхней головке.

Канат *2*, сходящий с левого барабана лебедки, осуществляет подъем заслонки и днища. Полиспаст подъема заслонки и опрокидывания днища действует от одного каната. На подвижных обоймах полиспаста днища закреплены канаты *4* подъема днища, которые огибают боковые блоки и закреплены в коушах, укрепленных на подвесках днища.

На скрепере установлен механизм принудительного подъема заслонки. При опускании ковша канат *3*, закрепленный на передней связи ковша, огибая блок, находящийся на поперечине передка, поднимает заслонку, на которой канат закреплен клином. При поднятии ковша заслонка опускается под действием силы тяжести. Изменяя длину каната, можно регулировать принудительное открывание заслонки.

Лебедка Д-323 (рис. 50) закреплена на панели заднего моста трактора и приводится в действие от вала отбора мощности трактора Т-100М.

Механизм лебедки смонтирован в стальном корпусе, который шестью шпильками прикреплен к заднему мосту трактора. На корпусе лебедки закреплены направляющие ролики. Лебедка снабжена двухступенчатым редуктором с конической и цилиндрической парами шестерен, валом фрикционов с двумя двухконусными муфтами, двумя барабанами с тормозными шкивами и ленточными тормозами.

Крутящий момент от вала отбора мощности трактора через промежуточный вал и коническую пару шестерен передается на вал фрикционов. Вал фрикционов вращается в шарикоподшипниках, осевая нагрузка воспринимается двумя упор-

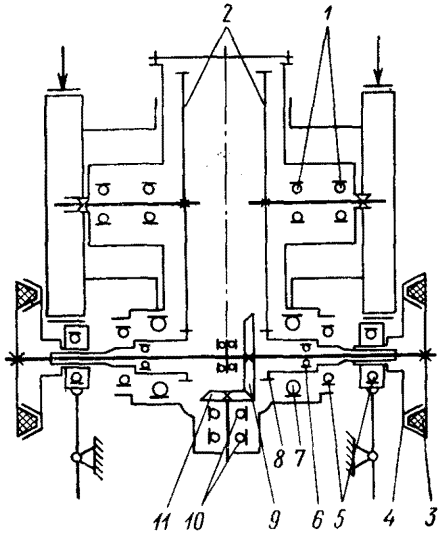


Рис. 50. Кинематическая схема лебедки Д-323:

1, 5, 6, 7, 10 — радиальные шарикоподшипники; *2* — цилиндрические ведомые шестерни, $z = 74$; *3* — ведущий диск муфты; *4* — ведомый диск муфты; *8* — цилиндрические ведущие шестерни, $z = 19$; *9* — коническая ведомая шестерня, $z = 49$; *11* — коническая ведущая шестерня, $z = 16$

ными шарикоподшипниками и стопорными гайками. Оба конца вала фрикциона выведены из картера через полости ведущих цилиндрических шестерен и несут на себе ведущие диски фрикционных муфт. Ведущие цилиндрические шестерни соединены с ведомыми дисками муфт, которые включают или выключают фрикционы. При включенном фрикционе крутящий момент с вала фрикциона передается цилиндрическими шестернями на вал и барабан лебедки. Барабаны лебедки отлиты заодно с тормозными шкивами.

Набегающие концы тормозных лент, охватывающих тормозные шкивы, укреплены неподвижно за коромысло, а сбегающие концы соединены рычажным механизмом с тормозной пружиной и рычагом управления.

Все зубчатые передачи лебедки размещены во внутренней полости картера в масляной ванне.

Для приема каната со скрепера на барабан лебедка имеет четыре направляющих ролика. Канатоемкость барабана (при трехслойной навивке) 27 м, максимальное тяговое усилие 2800 кг.

Скрепер ДЗ-20 (Д-498) (рис. 51) — прицепная двухосная машина к трактору Т-100МГС. Управление рабочими органами скрепера гидравлическое. Способ разгрузки ковша принудительный, выдвижением задней стенки вперед. Скрепер состоит из ковша *4*, задней стенки *6*, заслонки *3*, дышла *2*, передней оси *1*, колес и системы *5* гидравлического управления.

Ковш состоит из двух боковых стенок, днища, буфера и передней связи. Боковая стенка выполнена из листа, усиленного продольными и поперечными балками жесткости. Передняя нижняя кромка боковой стенки усилена фартуком, на котором болтами закреплен боковой нож. На боковой стенке приварены проушины для крепления рычага заслонки и шаровая головка для крепления упряжных тяг дышла.

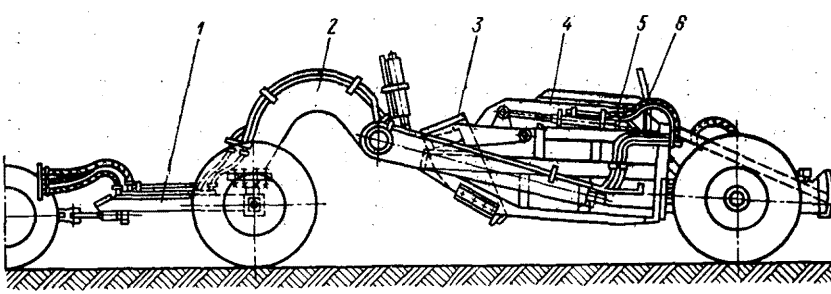


Рис. 51. Скрепер ДЗ-20 (Д-498)

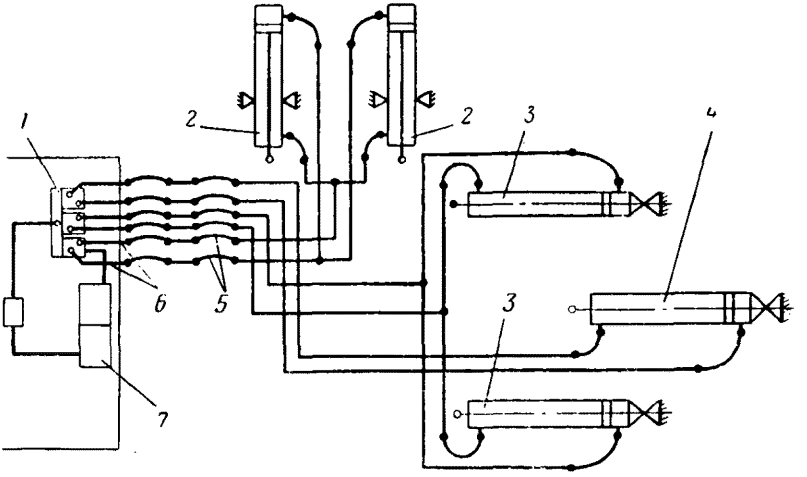


Рис. 52. Гидравлическая схема скрепера ДЗ-20 (Д-498)

Днище выполнено в виде одного сварного узла с нижней плитой, на которой болтами закреплены средние и крайние ножи. Средние ножи более широкие и выдвинуты вперед, что облегчает копание грунта.

Буфер представляет собой пространственную ферму, выполненную заодно с задними поперечными балками ковша. Внутри буфера имеются направляющие балки, по которым перекатываются ролики хвостовика задней стенки. Внизу, в средней его части, приварен брус с полуосями для задних колес скрепера. На задней поперечине буфера имеются проушины для крепления цилиндра задней стенки. Передняя связь выполнена из двух уголков, сваренных в коробку, с проушинами для крепления штоков цилиндров ковша.

Задняя стенка состоит из щита и хвостовика, соединенных четырьмя раскосами. На щите размещены две пары роликов. Верхние ролики передвигаются по направляющим боковых стенок ковша, нижние — по направляющим днища. Хвостовик имеет коробчатое сечение, в задней его части имеются две пары поддерживающих роликов. В средней части хвостовика приварены проушины для крепления штока цилиндра задней стенки.

Заслонка служит для регулировки щели при наборе грунта и закрывает ковш при транспортировке грунта. При помощи двух рычагов, приваренных к корпусу, заслонка прикреплена к ковшу. К заслонке посередине приварены две щеки для крепления цилиндра подъема заслонки.

Дышло представляет собой П-образную сварную раму, в средней части которой приварен гнутый хобот коробчатого сечения. В передней части хобота имеется шаровое гнездо. На поперечной трубе рамы размещены кронштейны для крепления цилиндров ковша.

Передняя ось имеет Т-образную форму с раскосами. В переднем конце тягового дышла шарнирно укреплена прицепная серьга. По концам поперечной балки приварены втулки, в которых штырями укреплены две полуоси передних колес. По середине балки вверху приварен шар, который вместе с шаровым гнездом дышла образует шарнир, обеспечивающий поворот передних колес относительно ковша.

Гидравлическое управление (рис. 52) рабочими органами скрепера осуществляется универсальной раздельно-агрегатной гидравлической системой трактора. От распределителя *1*, расположенного в кабине, жидкость поступает к шести трубопроводам *6*, выведенным на заднюю плоскость заднего моста трактора. К этим трубопроводам присоединены шесть гибких рукавов *5*, расположенных на тяговом дышле скрепера. Жидкость поступает по гибким рукавам и трубам к полостям цилиндров. Первая от тракториста рукоятка распределителя служит

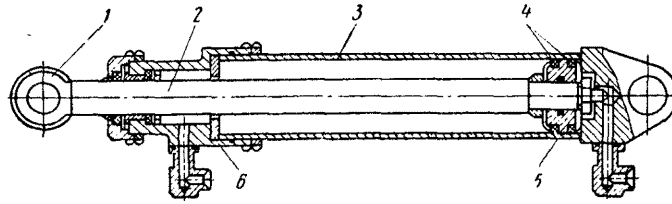


Рис. 53. Гидравлический цилиндр

для управления цилиндрами *2* ковша, вторая — цилиндрами *3* заслонки, третья — цилиндром *4* задней стенки.

Вместимость гидросистемы скрепера с учетом масляного бака *7* на тракторе — 150 л.

Гидравлический цилиндр (рис. 53) состоит из гильзы *3*, закрытой с концов крышками *6*, и штока *2* с закрепленными с одной стороны поршнем *5*, а с другой — проушиной *1*. К крышкам подведены трубопроводы. Поршень в гильзе и шток в крышке уплотнены манжетами *4* и резиновыми кольцами. Для задней стенки установлен телескопический цилиндр.

Прицепные двухосные скреперы ДЗ-20В (Д-498В) аналогичной конструкции также агрегатируются с тракторами Т-100МЗГС и Т-130.1.Г.

В скреперах с гидравлическим управлением может применяться система автоматической стабилизации положения ковша на планировочных работах «Стабилоплан-1». Эта система дает возможность автоматически выдерживать заданный уклон продольного профиля планируемой поверхности, тем самым повышая планирующие качества скрепера, что весьма важно при подготовке полей под заливные сельскохозяйственные культуры и на различных других землеустроительных работах.

Система «Стабилоплан-1» установлена на скрепере ДЗ-20А (Д-498А) и состоит из унифицированных приборов: блоков управления, пульта управления, датчика углового положения, реверсивного гидрозолотника и электросхемы. Работа конструкции системы автоматической стабилизации приведена выше.

Для разработки талых грунтов при температурах до —15° С применяют прицепной скрепер ДЗ-77С к гусеничному трактору Т-130. 1.Г. Для обеспечения прочности при работе в условиях низких температур все узлы металлоконструкций скрепера ДЗ-77С выполнены из низколегированной стали 15ХСНД или 10ХСНД.

Конструкции скреперов ДЗ-111 и ДЗ-33 (Д-569) унифицированы. Скрепер ДЗ-111 управляется с помощью гидропривода базового трактора. На скрепере установлены два гидроцилиндра для опускания и подъема ковша, два гидроцилиндра для опускания и подъема заслонки и один гидроцилиндр для выдвижения задней стенки. При работе скрепера на пылеватых суглинках при длине возки 60 м производительность скрепера (на испытаниях) составила 77 м³/ч, что в 1,4 раза выше производительности скрепера Д-569.

Скрепер ДЗ-74 (рис. 54) полуприцепной к двухосному колесному тягачу К-702 с двумя ведущими осями.

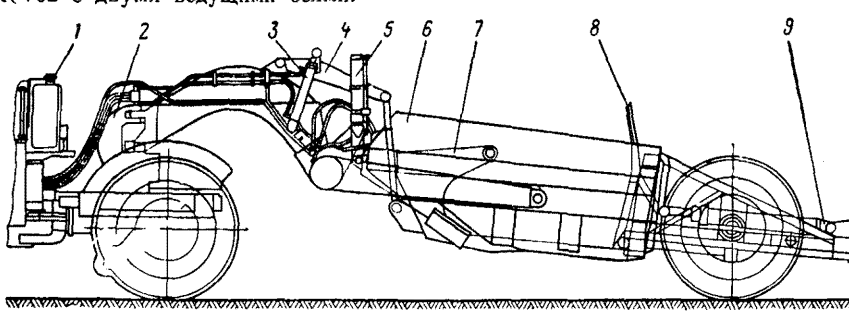


Рис. 54. Скрепер ДЗ-74

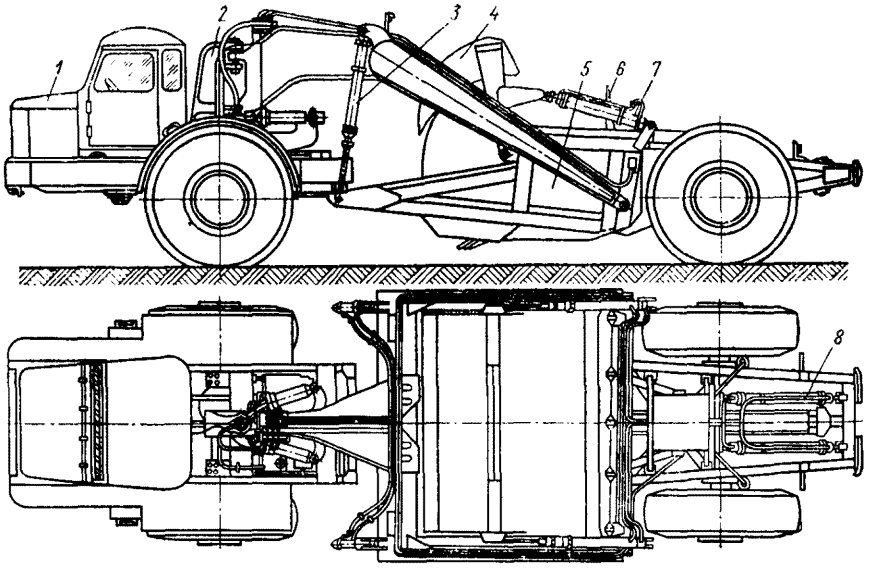


Рис. 55. Самоходный скрепер ДЗ-11 (Д-357М)

Скреперное оборудование с тягачом *1* соединяют с помощью седельно-сцепного устройства *2*. В результате того, что скреперное оборудование своей передней частью опирается на раму базового тягача, значительная часть веса этого оборудования передается на тягач, увеличивая его сцепной вес. Это улучшает тягово-сцепные качества скрепера. Задняя стенка *8* ковша *6* скрепера выдвижная и поэтому разгрузка ковша принудительная. Ковш снабжен заслонкой *7*, состоящей из корпуса и двух рычагов, шарнирно-связывающих заслонку с ковшом. Гидравлическая система скрепера обеспечивает раздельное управление подъемом и опусканием ковша (цилиндр *5*) и заслонки (цилиндр *3* и механизм *4*) и выдвижением задней стенки (цилиндр *9*). Гидросистема приводится от насоса НШ-98, рабочее давление 110 кгс/см^2.

Применение в качестве силового привода тягача К-702 обеспечивает скреперу высокие мобильность, скорость передвижения (в среднем 25 км/ч) и производительность. Производительность скрепера ДЗ-74 при дальности транспортировки 500, 1000 и 1500 м составляет соответственно 67, 38 и 31 м^3/ч, что при тех же условиях в 1,6—2,5 раза выше производительности скрепера ДЗ-20 (Д-498) на базе трактора Т-100МГП.

На скрепере применены рессорная подвеска и амортизаторы сиденья, герметизирована кабина. В ней установлены вентиляция и отопление. Все это создает благоприятные условия работы водителя.

Скрепер ДЗ-11 (Д-357М) (рис. 55) состоит из одноосного тягача *1* и полуприцепного скреперного оборудования, опирающегося на заднюю ось. Седельно-сцепное устройство *2* обеспечивает возможность качания скреперного оборудования по отношению к тягачу в поперечной и продольной плоскостях. С помощью гидроцилиндров *8* и подвижной задней стенки *6* осуществляется принудительная разгрузка скрепера. Подъем и опускание ковша *5* скрепера, подъем заслонки *4*, выдвижение задней стенки *6* и возвращение ее в исходное положение осуществляются шестью гидроцилиндрами *3*, *7* и *8*. Крутящий момент от силовой установки тягача при помощи коробки отбора мощности передается сцеплению, коробке передач и раздаточной коробке, выполненных в одном блоке.

Сцепление *1* (рис. 56) однодисковое сухое, с центральной нажимной пружиной. Коробка передач *2* трехходовая, пятиступенчатая и обеспечивает четыре передачи

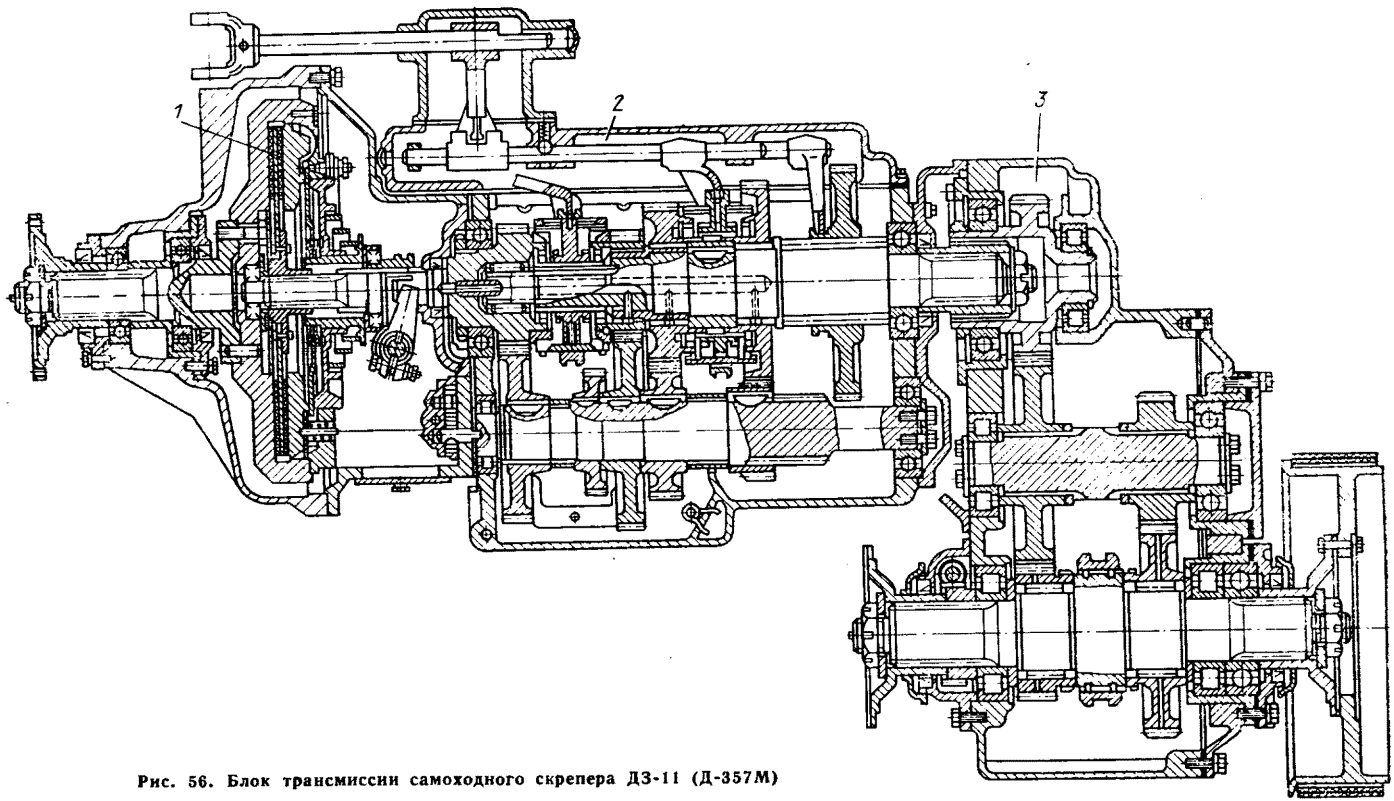


Рис. 56. Блок трансмиссии самоходного скрепера ДЗ-11 (Д-357М)

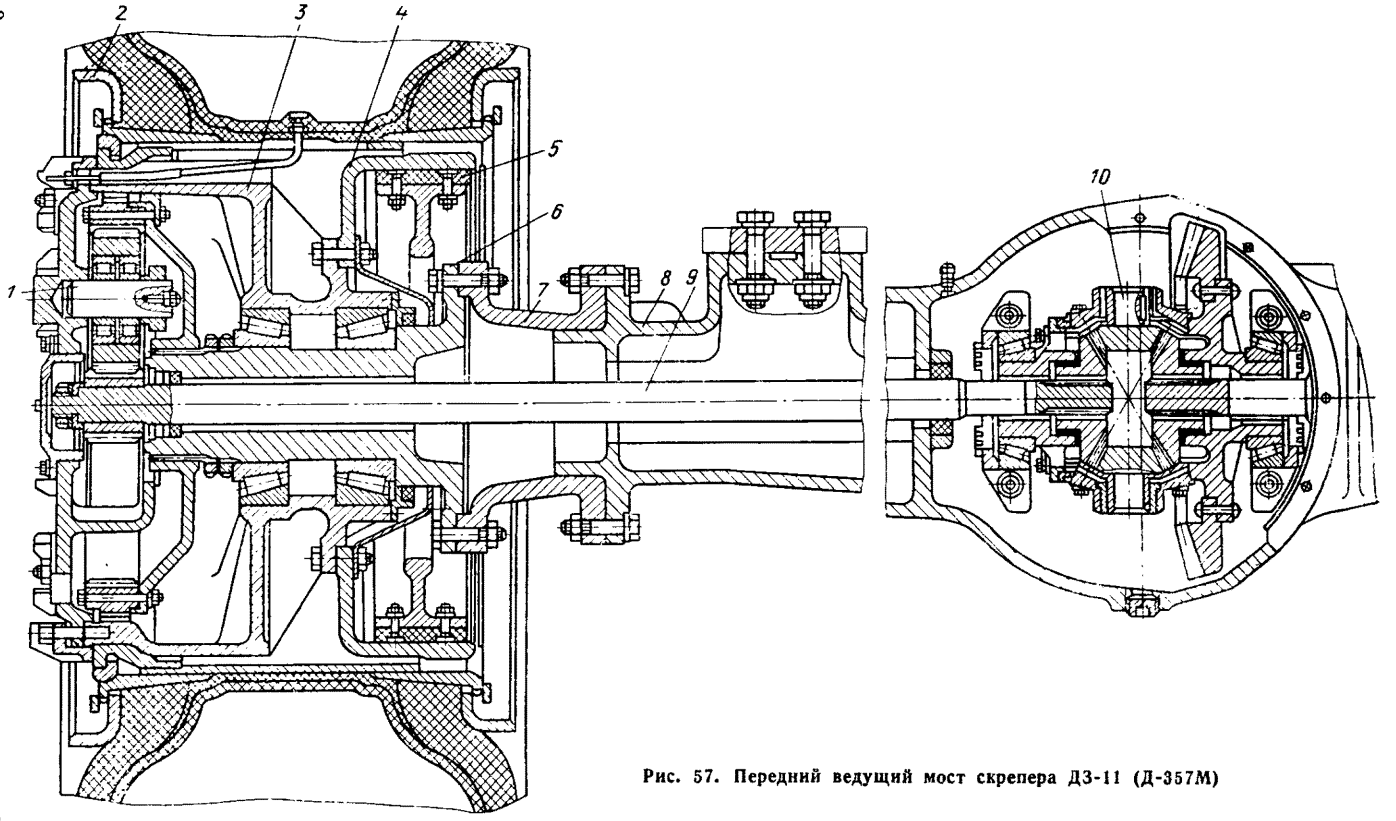
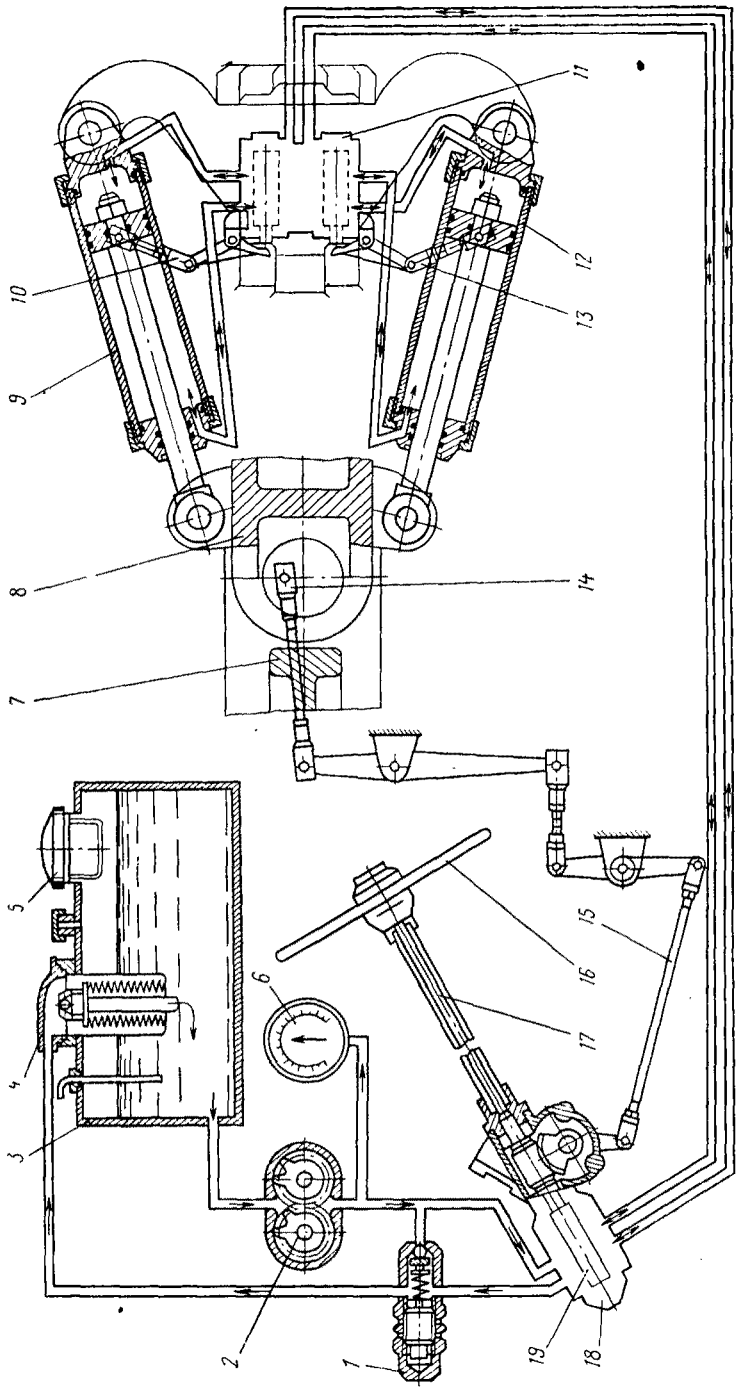


Рис. 57. Передний ведущий мост скрепера ДЗ-11 (Д-357М)



а)

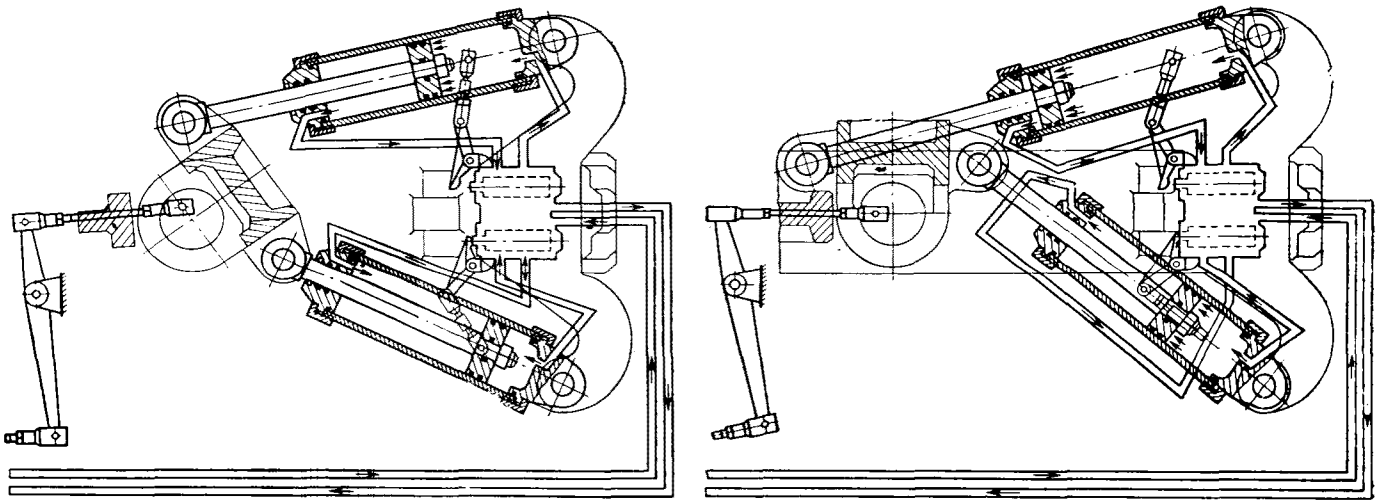


Рис. 58. Схема рулевого управления скрепера ДЗ-11 (Д-357М):

а — при положении прямолинейного движения; *б* — при прохождении левым цилиндром положения мертвой точки; *в* — при повороте тягача на 90° влево относительно скрепера; *1* — предохранительный клапан; *2* — насос; *3* — масляный бак; *4* — фильтр; *5* — заливная горловина; *6* — манометр; *7* — кронштейн седельно-сцепного устройства тягача; *8* — стойка скрепера; *9* — правый цилиндр поворота; *10* — правая тяга переключения золотниковой коробки; *11* — золотниковая коробка; *12* — левый цилиндр поворота; *13* — левая тяга переключения золотниковой коробки; *14* — тяга задняя; *15* — тяга сошки; *16* — рулевое колесо; *17* — вал руля; *18* — распределитель; *19* — золотник распределителя

для движения скрепера вперед и одну — назад. Раздаточная коробка *3* двухступенчатая, имеет высшую и низшую ступени. Коробка передач в сочетании с раздаточной коробкой обеспечивают получение восьми передач для движения вперед и двух передач — назад.

Карданная передача тягача состоит из двух карданных валов: промежуточного, передающего крутящий момент от коробки отбора мощности к сцеплению, и основного, передающего крутящий момент от раздаточной коробки к ведущему переднему мосту. Промежуточный карданный вал передним кожухом соединен с фланцем коробки отбора мощности, задним — с валом сцепления. Основной карданный вал передним концом соединен с фланцем редуктора ведущего моста, задним — с фланцем раздаточной коробки.

Передний ведущий мост скрепера ДЗ-11 (Д-357М) (рис. 57) состоит из стального литого картера *8*, двух переходных фланцев *7*, двух цапф *6*, редуктора *10* ведущего моста, двух полуосей *9* и двух колесных передач *1*. Ведущий мост снабжен ступицами *3* колес и тормозной системой (тормозным барабаном *4* и тормозными колодками *5*). Редуктор ведущего моста имеет главную передачу с дифференциалом. Дифференциал повышенного трения позволяет повысить проходимость тягача. Полуоси ведущего моста разгруженного типа, а колесная передача планетарного типа. Колеса *2* тягача скрепера бездисковые с шинами 21, 00—28 и протектором повышенной проходимости.

Рулевое управление скрепера (рис. 58) с помощью гидропривода позволяет обеспечить поворот тягача на 90° в обе стороны относительно продольной оси скрепера. Рулевое управление состоит из рулевого механизма, распределителя, золотниковой коробки, левого и правого гидравлических цилиндров поворота, насоса, масляного бака, фильтра, запорного клапана, следящего устройства, трубопроводов и шлангов.

От рулевого колеса при помощи вала руля движение передается золотнику распределителя. При помощи золотниковой коробки изменяются направления потоков рабочей жидкости по полостям цилиндров поворота. Для согласования поворота рулевого колеса с поворотом тягача относительно продольной оси скрепера в рулевом управлении предусмотрено следящее устройство.

Двухосный скрепер ДЗ-79 (рис. 59), прицепной к трактору Т-330, предназначен для работы по устройству выемок, возведению насыпей и дамб, планировки площадей с транспортировкой грунта на расстояние до 1500 м. Скрепер приспособлен для работы при температурах окружающего воздуха (+40)—(—25)° С и хранить его можно при температуре до —60° С. Промерзший грунт разрабатывается с предварительным рыхлением рыхлителями. Скрепер может работать как с толкачом, так и без него.

Основным узлом скрепера является ковш *6*, который состоит из двух боковых стенок, связанных поперечными связями и вместе с ними образующими жесткую конструкцию, и днища коробчатой конструкции с подножевой плитой, к которой крепят режущие ножи. С задней стороны ковш связан двумя поперечными балками прямоугольного сечения — эти балки одновременно являются опорой для буфера. Впереди ковш связан передней связью, имеющей проушины для подсоединения гидроцилиндров подъема ковша.

Вдоль днища и вдоль боковых стенок внутри ковша приварены четыре полосы — беговые дорожки для роликов задней выдвижной стенки *7*. К буферу приварены опоры для крепления полуосей задних колес.

Ножи — два средних и два боковых — имеют режущие кромки с двух сторон и после износа одной стороны могут быть установлены другой режущей кромкой. Кроме того, ножи имеют дополнительные ряды отверстий и по мере износа могут быть переставлены на следующий ряд отверстий. Всего каждый нож имеет четыре положения, которые используют по мере износа. Передние ножи установлены на кромках боковых стенок, имеют режущие кромки с двух сторон, и поскольку у этих ножей изнашивается нижняя грань, то каждый нож путем поворота другой стороной и перестановки с одной стороны ковша на другую может быть использован 4 раза.

Заслонка *5* скрепера служит для регулировки щели между ножами и заслонкой при заполнении ковша и закрывает ковш при транспортировке грунта. Механизм подъема заслонки состоит из тяги *4*, рычага *2* и гидроцилиндра *1*. Механизм

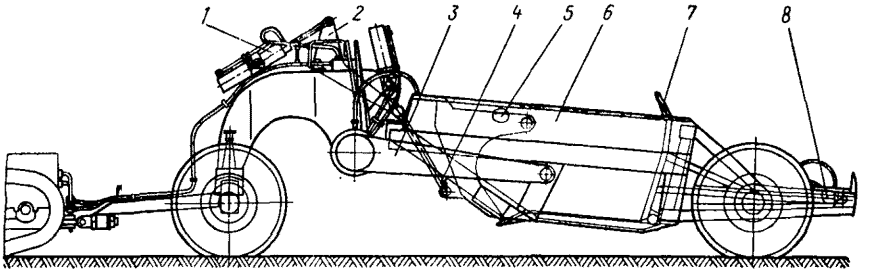


Рис. 59. Скрепер ДЗ-79

рассчитан так, что большее усилие на нижней кромке заслонки обеспечивается во время приближения заслонки к ножам ковша. В то же время скорость движения заслонки несколько замедлена, этим достигается плотное закрытие заслонки при транспортировке грунта и точность регулировки заслонки при наборе грунта.

Тяговая рама *3* состоит из хобота, поперечной трубы и двух упряжных тяг. Задняя стенка состоит из щита и хвостовика, составляющих одну металлическую конструкцию. На щите установлены четыре направляющих ролика — два в нижней части и два по бокам. На хвостовике имеются также четыре ролика, которые перемещаются в направляющих балках, расположенных в буфере ковша скрепера. Ролики обеспечивают легкое свободное передвижение задней стенки внутри ковша и предохраняют ее от перекосов, возникающих от неравномерного давления грунта на щит.

Ролики, расположенные на боковых сторонах щита, имеют реборды, препятствующие поднятию щита во время выталкивания грунта. Задняя стенка приводится в движение двумя гидроцилиндрами *8*, закрепленными на буфере ковша скрепера.

Скрепер снабжен стандартными шинами 21,00—28.

Гидросистема скрепера (рис. 60) предназначена для управления рабочими органами скрепера (ковшом, заслонкой и задней стенкой). Управление рабочими органами электрогидравлическое. Каждый рабочий орган приводится в движение цилиндрами, которыми управляют распределители, находящиеся на хоботе скрепера.

Управляют распределителями из кабины трактора с помощью пульта управления (блока переключателей). При нейтральном положении ручек пульта управления и работающем насосе масло из бака поступает в насос, а затем к переливному золотнику и через фильтр сливается в бак. При включении в работу одного из рабочих органов переливной золотник закрывается и масло поступает к той секции распределителя, которая была включена в работу. Из распределителя масло поступает в одну из полостей цилиндров. Вторая полость цилиндра соединена в это время через распределитель и фильтр с баком.

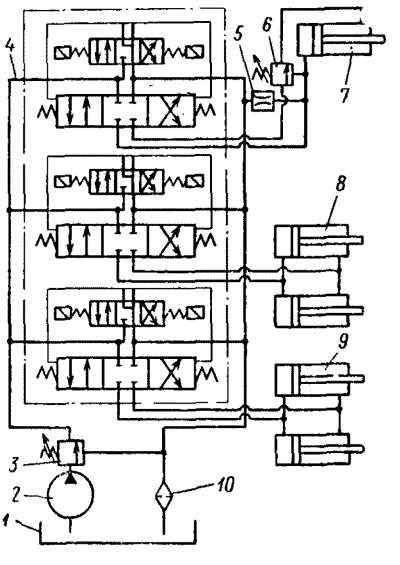


Рис. 60. Схема гидропривода скрепера ДЗ-79:
1 — бак; *2* — насос; *3* — переливной золотник; *4* — трехсекционный распределитель; *5* — дроссель; *6* — предохранительный клапан; *7* — цилиндр заслонки; *8* — цилиндры ковша; *9* — цилиндры задней стенки; *10* — фильтр

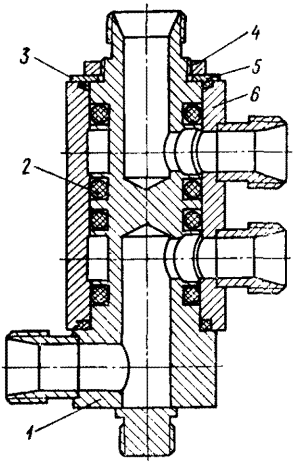


Рис. 61. Поворотные соединения:
1 — основание; *2* — кольцо; *3* — сальник; *4* — круглая гайка; *5* — шайба; *6* — корпус

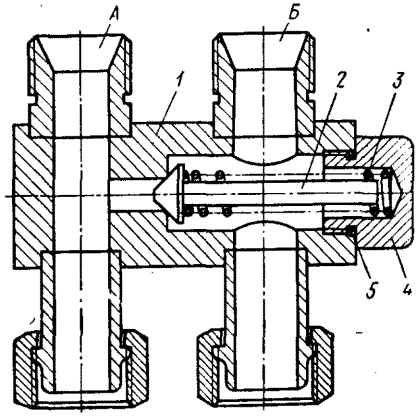


Рис. 62. Предохранительный клапан:
1 — корпус; *2* — клапан; *3* — пружина; *4* — пробка; *5* — резиновое кольцо

Насос, переливной золотник, масляный бак, фильтры расположены на тракторе. Трубопроводы в местах, подверженных изгибу при работе, соединены рукавами высокого давления. Для уменьшения длины рукава на прицепном устройстве трактора предусмотрено поворотное соединение — стакан (рис. 61).

В трубопровод бесштоковой полости цилиндра подъема заслонки встроен предохранительный клапан (рис. 62), который отрегулирован на давление 45 ± ± 5 кгс/см². Клапан предохраняет от поломки механизм управления заслонкой, если между заслонкой и ножами ковша во время его подъема попадает твердый предмет. Масло через предохранительный клапан заполнит штоковую полость, а излишки через дроссельное отверстие сольются в бак.

На скрепере установлены пять цилиндров двойного действия, из них два цилиндра подъема и опускания ковша, один цилиндр подъема и опускания заслонки (рис. 63) и два телескопических цилиндра выдвижения и возврата задней стенки (рис. 64).

Поток рабочей жидкости в рабочие полости исполнительных органов направляется электромагнитным распределителем (рис. 65).

Скрепер Д-392 (рис. 66) выполнен полуприцепным к одноосному тягачу БелАЗ-531. Он имеет ковш с буферным устройством (для применения толкача-трактора мощностью 180—250 л. с., необходимого при заполнении скрепера), переднюю регулируемую заслонку, подвижную стенку. Средние, боковые и подрезные ножи выполнены с режущими кромками двух сторон и по мере износа одной стороны могут быть повернуты другой стороной. Подрезные ножи поворачивают и переставляют с одной стороны ковша на другую. На скрепере установлены шины размером 27.00—33, такие же как и на тягаче БелАЗ-531.

Для управления скрепером на машине установлена гидросистема (рис. 67). Каждый рабочий орган приводится в движение парными цилиндрами *5*, *6* и *7*, которые управляются распределителями *4*. Управляют распределителями из кабины тягача через пульт управления (блок переключателей). При работе насосов *2* масло из бака поступает в насосы и затем по трубопроводам к переливному золотнику *3*. При нейтральном положении рукояток пульта управления масло перепускается через переливной золотник и затем через фильтры *8* сливается в бак *1*.

При включении в работу одного из рабочих органов переливной золотник закрывается и масло поступает к тому распределителю, который был включен в работу. Из распределителя масло поступает в одну из полостей пары цилиндров.

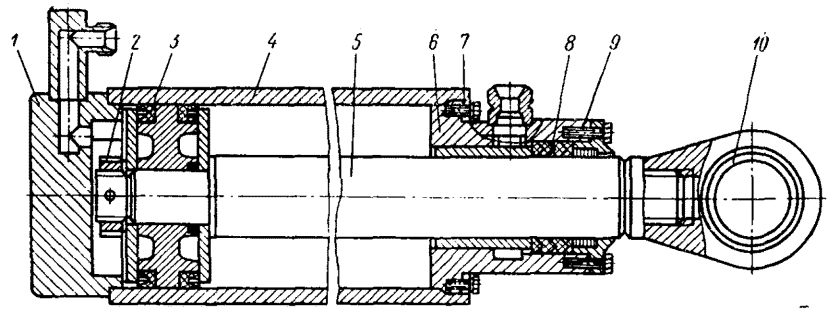


Рис. 63. Гидроцилиндр заслонки и ковша:
1 — задняя крышка; *2* — гайка; *3* — манжета; *4* — труба; *5* — шток; *6* — передняя крышка; *7* — стопорное кольцо; *8* — уплотнение; *9* — регулировочные прокладки; *10* — шарнирный подшипник

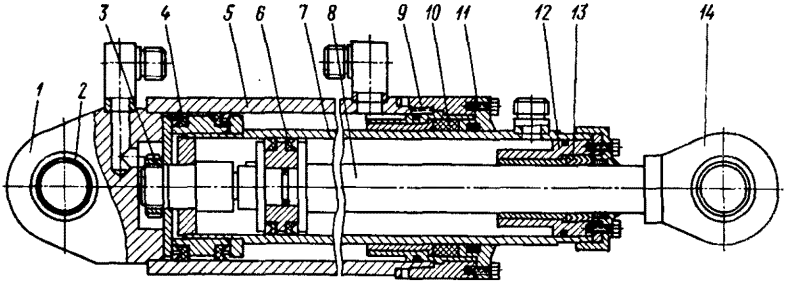


Рис. 64. Гидроцилиндр задней стенки:
1 — задняя крышка; *2* — шарнирный подшипник; *3* — гайка; *4, 6* — манжеты; *5* — труба; *7, 8* — штоки; *9* — крышка; *10, 13* — уплотнения; *11* — болт; *12* — передняя крышка; *14* — проушина

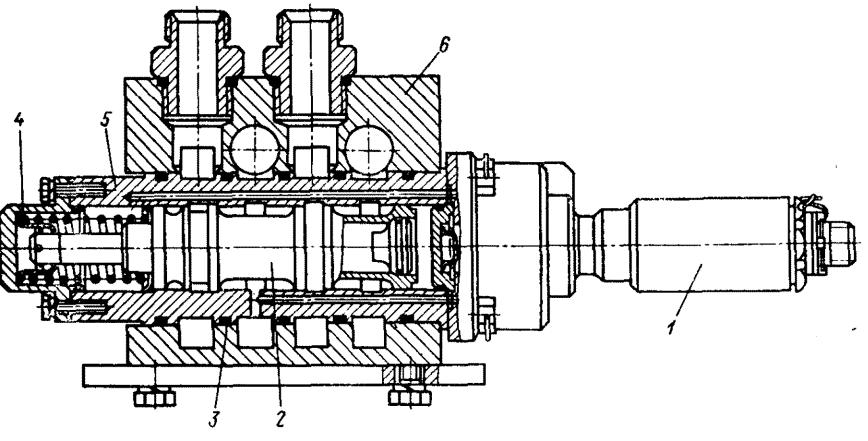


Рис. 65. Электромагнитный распределитель:
1 — электромагнит; *2* — золотник; *3* — кольцо; *4* — пружина; *5* — гильза; *6* — корпус

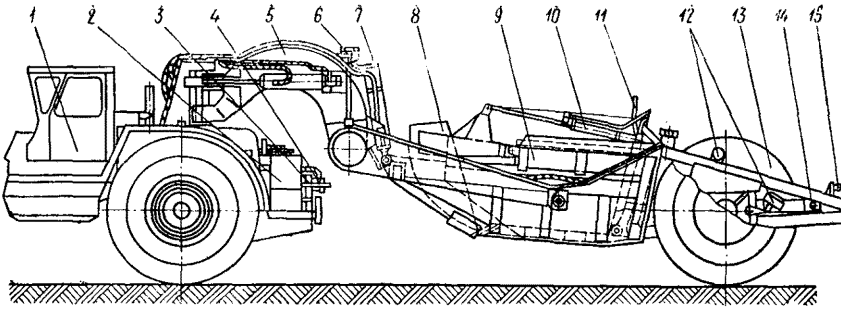


Рис. 66. Скрепер Д-392:

1 — тягач; *2* — масляный бак гидросистемы скрепера; *3* — редуктор привода насосов; *4* — гидравлические насосы; *5* — хребтовая балка скрепера; *6* — распределитель гидросистемы; *7* — гидроцилиндр подъема ковша; *8* — заслонка; *9* — ковш; *10* — гидроцилиндр заслонки; *11* — задняя стенка; *12* — пневмосистема привода тормозов; *13* — заднее колесо; *14* — гидроцилиндр задней стенки; *15* — электрооборудование

Вторые полости цилиндров соединены в это время через распределитель и фильтр с баком.

Приводятся в действие три насоса НШ-98 от вала отбора мощности тягача через карданный вал и редуктор. Для включения золотников управления распределителей и переливного золотника предусмотрены электромагниты.

Скрепер снабжен пневматической системой торможения задних колес и колес тягача. Пневматический привод тормозов включает ресивер, тормозные цилиндры, воздухораспределительный клапан.

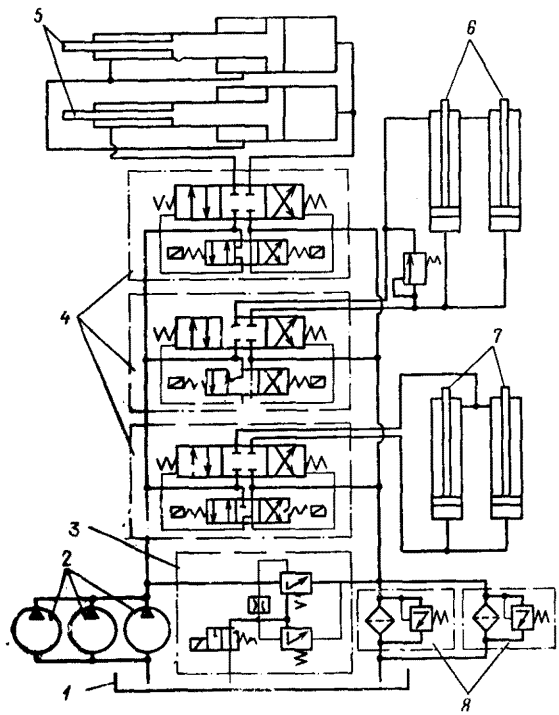


Рис. 67. Гидравлическая схема скрепера Д-392

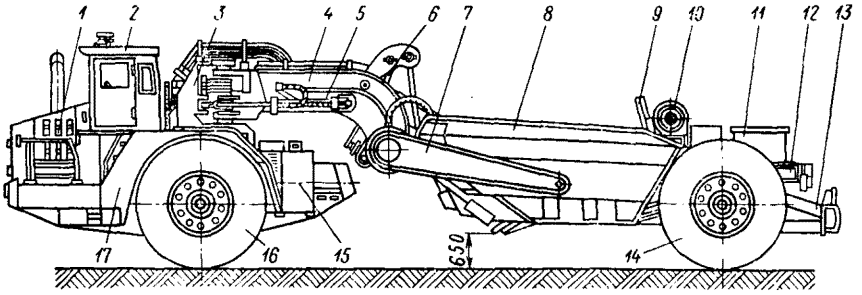


Рис. 68. Самоходный скрепер ДЗ-67:
1 — дизель-электрическая силовая установка; *2* — кабина; *3* — седельно-сцепное устройство; *4* — тяговая рама; *5* — гидроцилиндр поворота скрепера; *6* — гидроцилиндр подъема ковша; *7* — упряжные тяги тяговой рамы; *8* — ковш; *9* — задняя стенка ковша; *10* — вентиляторы для охлаждения мотор-колес; *11* — шкаф тормозных электросопротивлений; *12* — гидроцилиндр задней стенки; *13* — буфер; *14* — заднее мотор-колесо; *15* — шкаф с электрооборудованием автоматики; *16* — переднее мотор-колесо; *17* — бак

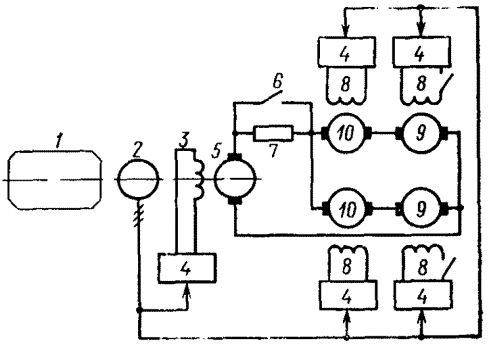


Рис. 69. Схема дизель-электрической трансмиссии скрепера ДЗ-67

Для управления включением и отключением электромагнитов гидрораспределителей рабочих органов и запорного клапана и осуществления световой сигнализации задними фонарями и отражателями света скрепер имеет электрооборудование, выполненное по однопроводной схеме.

Скрепер ДЗ-67 (рис. 68) является самоходным с дизель-электрическим приводом постоянного тока и мотор-колесами. Скрепер обеспечивает сменную производительность до 850 м³ при дальности возки до 1000 м. Машина двухосная, выполнена по полуприцепной схеме. На скрепере установлен двенадцатицилиндровый четырехтактный V-образный дизель М-30 с газотурбонаддувом.

Дизель *1* (рис. 69) передает крутящий момент одновальному генераторному блоку, состоящему из синхронного генератора *2* и тягового генератора *5*.

Для установления постоянной частоты тока синхронного генератора и тем самым готовности его к работе с максимальной мощностью валу дизеля обеспечивают постоянную частоту вращения всережимным регулятором. Электродвигатели мотор-колес *10* передней оси и мотор-колес *9* задней оси питаются от тягового генератора *5*.

Генератор *5* и двигатели *9* и *10* имеют независимые обмотки возбуждения *3* и *8*, которые питаются энергией от синхронного генератора через управляемые тиристорные усилители постоянного тока *4*. Это обеспечивает регулируемый режим динамического торможения двигателей и реверсирование хода машины переменой полярности напряжения генератора путем изменения направления тока в его обмотке возбуждения. При динамическом торможении обмотка возбуждения генератора отключается, а четыре двигателя мотор-колес, работая в генераторном режиме, генерируют энергию, которая рассеивается в тормозном сопротивлении *7*. Контакт *6* при этом разомкнут, тогда как в тяговом режиме он всегда замкнут и шунтирует сопротивление *7*.

Эффективность динамического торможения регулируется усилителями *4* в цепях обмоток. Динамическое торможение уменьшает скорость движения скре-

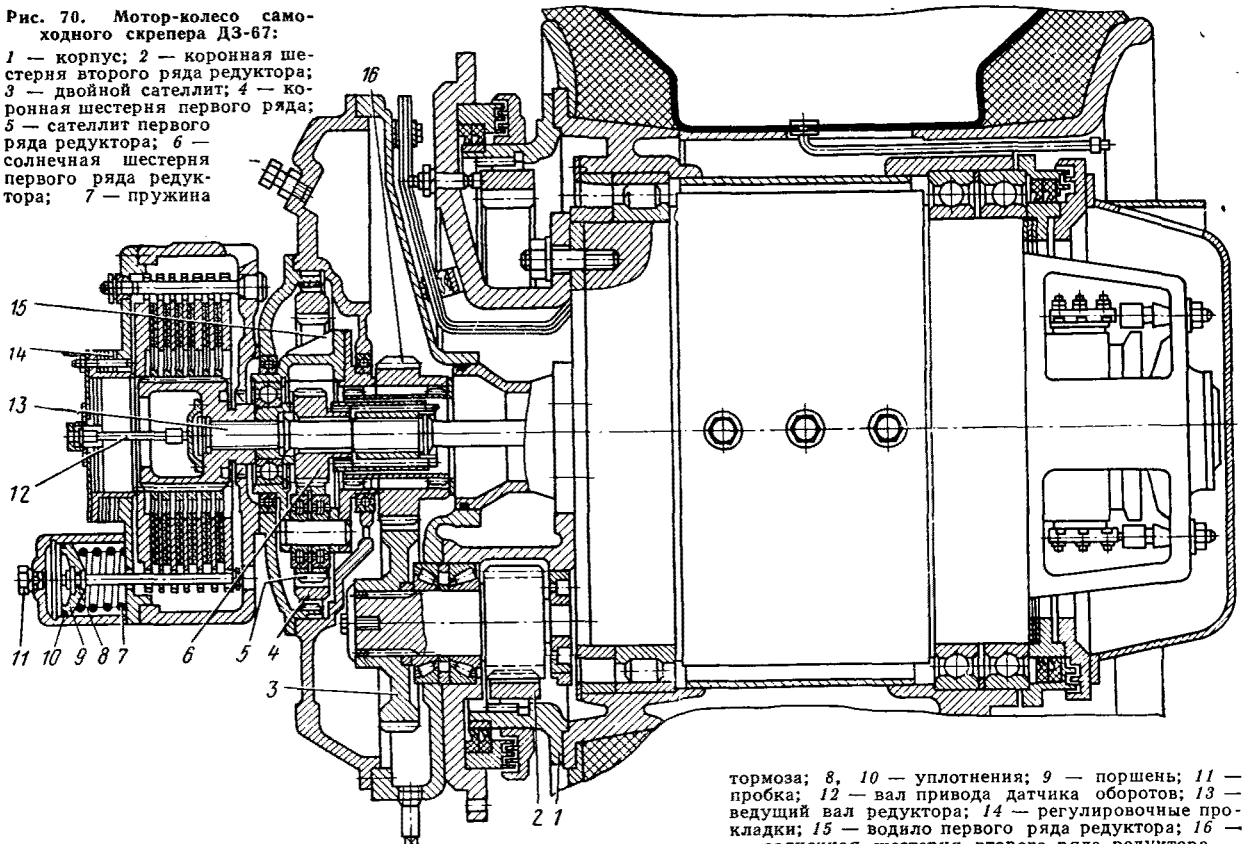


Рис. 70. Мотор-колесо самоходного скрепера ДЗ-67:

1 — корпус; *2* — коронная шестерня второго ряда редуктора; *3* — двойной сателлит; *4* — коронная шестерня первого ряда; *5* — сателлит первого ряда редуктора; *6* — солнечная шестерня первого ряда редуктора; *7* — пружина тормоза; *8*, *10* — уплотнения; *9* — поршень; *11* — пробка; *12* — вал привода датчика оборотов; *13* — ведущий вал редуктора; *14* — регулировочные прокладки; *15* — водило первого ряда редуктора; *16* — солнечная шестерня второго ряда редуктора

пера до 2—3 км/ч; при этой скорости накладываются стояночные дисковые тормоза, встроенные в мотор-колеса.

Дизель-электрическая трансмиссия обеспечивает скреперу рабочую скорость до 4 км/ч и максимальную скорость перемещения гусеничного скрепера до 25 км/ч, скорость порожнего скрепера достигает 40 км/ч.

Мотор-колесо (рис. 70) состоит из колеса, тягового электродвигателя, редуктора и тормоза.

Редуктор вынесен за пределы колеса, а корпус электродвигателя является несущей осью мотор-колеса. Редуктор трехступенчатый. Первая ступень — планетарная. Общее передаточное число редуктора 42,4.

В мотор-колесо вмонтирован дисковый, нормально замкнутый тормоз с подачей сжатого воздуха от автомобильного компрессора. Все мотор-колеса имеют индивидуальную систему вентиляции для охлаждения и очистки воздуха от пыли. Вентилятор обеспечивает подачу до 40 м³/мин.

Поворотом скрепера, подъемом, опусканием и заглублением ковша, перемещением задней стенки ковша, подъемом и опусканием заслонки ковша управляют с помощью гидропривода, который обеспечивает максимальное рабочее давление 140 кгс/см². Суммарная подача насосов гидросистемы скрепера составляет 520 л/мин.

Для послойной разработки, транспортировки и отсыпки грунта I—IV категорий при выполнении земляных работ больших объемов в мелиоративном, ирригационном, гидротехническом и других видах строительства созданы самоходный скрепер ДЗ-107 производительностью 133 м³/ч при дальности возки 1500 м по холмистой местности и самоходный двухмоторный скрепер ЗТМ1-29.

Скрепер ДЗ-107 (рис. 71) состоит из одноосного тягача, шасси скрепера и скреперного оборудования, в которое входят ковш, буферный узел, заслонка, задняя стенка, тяговая рама, опорно-сцепное и поворотное устройство и гидросистема. Опорно-сцепное устройство представляет собой двухшарнирную систему, обеспечивающую взаимный поворот агрегатов в двух плоскостях. Механизм поворота оснащен механическим следящим устройством, которое служит для согласования поворота рулевого колеса с поворотом скрепера. Трансмиссия скрепера — гидромеханическая. На машине установлены дистанционные электро- и пневмогидравлическая системы управления.

Самоходный двухмоторный скрепер ЗТМ1-29 (рис. 72) со всеми ведущими колесами обладает высокими тяговыми качествами и проходимостью, способен работать в условиях повышенной влажности и на крутых подъемах. Два мощных дизельных двигателя и пневмогидравлическая подвеска ведущего моста обеспечивают плавность хода и высокие транспортные скорости. Рекомендуемая дальность транспортировки грунта 300—3000 м.

Для разработки и перемещения грунтов I и II категорий и для разработки сыпучих материалов, загрузка которыми обычных скреперов затруднительна, создан скрепер с элеваторной загрузкой ЗТМ1-38 (рис. 73). Высокие планирующие способности позволяют эффективно использовать скрепер на отделочных работах. Элеваторная система загрузки обеспечивает максимальное наполнение ковша скрепера, а откатное днище и выдвижная задняя стенка позволяют быстро и полностью разгружать ковш.

Тяговый расчет скрепера выполняют для рабочего и транспортного режимов.

При расчете скрепера для рабочего режима решают одну из двух задач:

1) по заданной вместимости ковша определяют потребное тяговое усилие, по которому подбирают тягач;

2) по заданной силе тяги тягача определяют вместимость ковша скрепера.

В том и другом случае рассматривают заключительную стадию наполнения ковша скрепера.

Максимальное суммарное сопротивление W, возникающее при работе скрепера в период окончания наполнения ковша, складывается из сопротивлений четырех видов: сопротивления $W_т$ перемещению груженого скрепера, сопротивления $W_р$ резанию, сопротивления $W_н$ наполнению грунтом и сопротивления $W_п$ перемещению призмы волочения, т. е.

$$W = W_т + W_р + W_н + W_п.$$

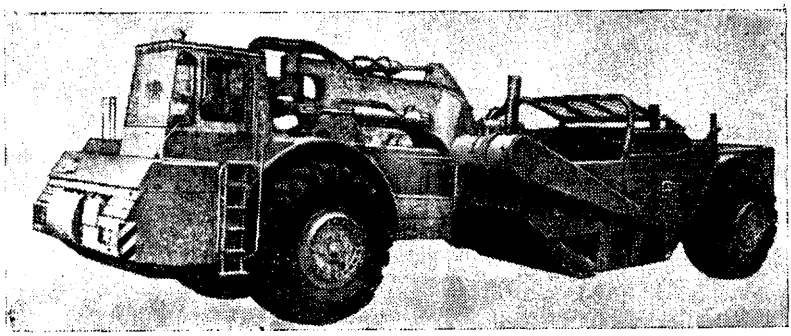


Рис. 71. Самоходный скрепер ДЗ-107

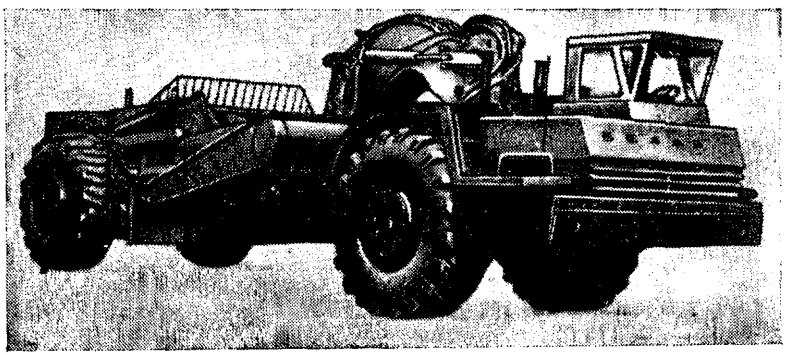


Рис. 72. Самоходный двухмоторный скрепер ЗТМ1-29

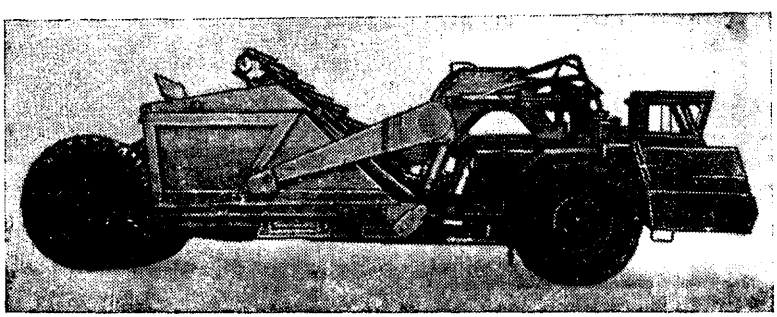


Рис. 73. Самоходный скрепер с элеваторной загрузкой ЗТМ1-38

Сопротивление перемещению груженого скрепера

$$W_т = G_\Sigma (f_1 \pm i) \text{ кгс},$$

где G_Σ — общий вес скрепера в снаряженном состоянии с грузом, кгс; f_1 — коэффициент сопротивления передвижению; i — угол поверхности движения.

Вес грунта в ковше скрепера (в кгс)

$$G = \frac{q\gamma_г k_н}{k_р},$$

где q — вместимость ковша, м³; $\gamma_г$ — объемный вес грунта в естественном залегании, кгс/м³ (табл. 9); $k_н$ — коэффициент наполнения ковша грунтом (табл. 9); $k_р$ — коэффициент разрыхления грунта в ковше скрепера (табл. 9)

Сопротивление резанию (в кгс)

$$W_р = BhK,$$

где B — ширина резания, см; h — толщина срезаемого слоя грунта, см; K — удельное сопротивление резанию, кгс/см², для песков и слабых песчаных грунтов $K = 0{,}5 \div 1{,}0$; для супесей и суглинков $K = 1{,}0 \div 2{,}0$, для тяжелых суглинков и глины $K = 2{,}0 \div 3{,}0$.

Применять скреперы на грунтах, имеющих $K > 2{,}0$ кгс/см², не рекомендуется; более плотные грунты необходимо предварительно разрыхлять.

При выборе h можно руководствоваться зависимостью его от вместимости q ковша скрепера:

q, м³	6	10	15
h, см:			
для суглинка	4—6	8—10	12—14
» супеси	6—8	10—12	14—16

Сопротивление наполнению

$$W_н = W'_н + W''_н,$$

где $W'_н$ — сопротивление силы тяжести грунта, поступающего в ковш; $W''_н$ — сопротивление трению грунта в ковше.

Сопротивление силы тяжести поступающего в ковш грунта

$$W'_н = BhH\gamma_г,$$

где H — высота наполнения ковша.

Таблица 9

Значения объемного веса грунта, коэффициента наполнения ковша и коэффициента разрыхления грунта в ковше скрепера

Показатель	Сухой рыхлый песок	Песок влажностью 12—15%	Супесь и средний суглинок влажностью до 18%	Тяжелый суглинок и глина влажностью 17—19%
Объемный вес грунта $\gamma_г$ в естественном залегании, тс/м³	1,5—1,6	1,6—1,7	1,6—1,8	1,65—1,8
Коэффициент $k_н$ наполнения ковша скрепера:				
без толкача	0,5—0,7	0,6—0,7	0,8—0,9	0,6—0,8
с толкачом	0,8—1,0	0,8—1,1	1,0—1,2	0,9—1,2
Коэффициент $k_р$ разрыхления грунта в ковше скрепера	1,0—1,2	1,1—1,2	1,1—1,4	1,2—1,3

При выборе H можно руководствоваться зависимостью его от вместимости q ковша скрепера:

q, м³	3	6	10	15
H, м	1,0—1,13	1,25—1,5	1,8—2,0	2,3

Сопротивление трению грунта по грунту в ковше возникает в результате давления боковых призм, располагающихся по обе стороны столба грунта, при его перемещении в вертикальном направлении внутри ковша:

$$W''_{\text{н}} = xBH^2\gamma_{\text{г}},$$

где x — коэффициент, учитывающий действие сил трения в процессе движения грунта внутри ковша, для глины $x = 0{,}24 \div 0{,}31$, для суглинка $x = 0{,}37 \div 0{,}44$, для песка $x = 0{,}46 \div 0{,}50$, $x = \sin 2\psi_2/2$ (ψ_2 — угол внутреннего трения грунта, град, для глины $\psi_2 = 14 \div 19$, для суглинка $\psi_2 = 24 \div 30$, для песка $\psi_2 = 35 \div 45$).

Сопротивление перемещению призмы волочения

$$W_{\text{п}} = yBH^2\gamma_{\text{г}}f,$$

где y — коэффициент, определяющий объем призмы волочения перед заслонкой и ножами ковша, $y = 0{,}5 \div 0{,}7$ — наибольшее значение относится к сыпучим грунтам; f — коэффициент трения грунта по грунту.

При работе прицепных скреперов максимальная сила тяги T на крюке трактора или тягача должна быть равна или несколько превышать максимальное суммарное сопротивление, т. е. $T \geqslant W$.

Для работы самоходного скрепера необходимо, чтобы максимальное тяговое усилие на ведущих колесах $P_{\text{к}}$ было равно или несколько превышало наибольшее суммарное сопротивление W, т. е. $P_{\text{к}} \geqslant W$.

Если при наборе грунта в ковш кроме основного тягача или трактора применяют трактор-толкач, то необходимо соблюдать следующие условия:

для самоходных скреперов

$$(P_{\text{к}} + P_{\text{т}})\, k_{\text{о}} \geqslant W;$$

для прицепных скреперов

$$(T + T_{\text{т}})\, k_{\text{о}} \geqslant W,$$

где $T_{\text{т}}$ — толкающее усилие трактора-толкача; $k_{\text{о}}$ — коэффициент, учитывающий одновременность работы базового тягача или трактора и трактора-толкача; обычно $k_{\text{о}} = 0{,}75 \div 0{,}85$.

При работе скреперов максимальное преодолеваемое сопротивление обычно ограничивается силой сцепления ведущих колес самоходного скрепера, гусениц или ведущих колес тягача с грунтом; поэтому необходимо проверить силу сцепления по уравнениям

$$G_{\text{сц}} \geqslant T = W; \quad G_{\text{сц}} \geqslant P_{\text{к}} = W,$$

где $G_{\text{сц}}$ — сцепной вес, т. е. вес, приходящийся на ведущие колеса или гусеничный ход машины.

Необходимая мощность двигателя тягача для прицепного скрепера при работе без толкача (в л. с.)

$$N = \frac{[G_{\text{т}}(f_1 \pm i) + W]\, v}{270\eta},$$

где $G_{\text{т}}$ — вес тягача, кгс; f_1 — коэффициент сопротивления движению тягача; v — скорость движения, км/ч; η — КПД машины.

Для самоходного скрепера со всеми ведущими колесами при работе без толкача необходимая мощность двигателя

$$N_1 = \frac{Wv}{270\eta}.$$

При тяговом расчете скрепера для транспортного режима максимальное сопротивление скрепера равно сопротивлению перемещения скрепера $W = W_п$.

При наполнении ковша скорость движения составляет 2,2—4 км/ч, при транспортном режиме скорость движения скрепера с грузом достигает (0,5—0,8) v_{max}, где v_{max} — максимальная скорость тягача или трактора.

Способ резания при работе скрепера существенно влияет на степень наполнения ковша, характеризуемую коэффициентом наполнения: при прямом резании $k_н = 0{,}8$; ступенчатом $k_н = 0{,}9$, гребенчатом $k_н = 1$; шахматно-гребенчатом $k_н = 1{,}1$.

Производительность скреперов в плотном теле (в м³/ч)

$$П = \frac{3600 q k_н k_в}{k_р t_ц},$$

где q — вместимость ковша скрепера; $t_ц$ — продолжительность цикла; $k_н$ — коэффициент наполнения ковша скрепера (см. табл. 6), $k_н = q/q_1$ (q_1 — вместимость рыхлого грунта в ковше скрепера); $k_в$ — коэффициент использования рабочего времени; $k_р$ — коэффициент разрыхления грунта (см. табл. 6).

Продолжительность цикла

$$t_ц = \frac{l_1}{v_1} + \frac{l_2}{v_2} + \frac{l_3}{v_3} + \frac{l_4}{v_4} + t_п + 2t_{пов},$$

где путь (в м) l_1 — при заполнении; l_2 — при транспортировке грунта; l_3 — при разгрузке; l_4 — порожнего скрепера; скорость движения скрепера (в м/с) v_1 при заполнении; v_2 — груженого; v_3 — при разгрузке; v_4 — порожнего; $t_п$ — время на переключение передачи, $t_п = 6$ с; $t_{пов}$ — время на один поворот, $t_{пов} = 15 \div 20$ с.

Применительно к тракторным (прицепным) скреперам скорости принимают: при заполнении ковша 0,65—0,8 скорости движения трактора (тягача) на первой передаче; груженого скрепера на ровном участке (0,55—0,75) v_{max} [v_{max} — скорость движения на высшей передаче]; порожнего скрепера на ровных участках (0,75 — 0,85) v_{max}, а на подъемах равной скорости движения трактора (тягача) на второй передаче; при разгрузке в зависимости от условий ее в пределах от скорости движения на первой передаче до 0,75 v_{max}; скорость движения на крутом подъеме — скорость движения на первой передаче.

Путь заполнения скрепера (в м)

$$l_1 = \frac{q k_н k_п}{0{,}7 B h k_р} + 0{,}5,$$

где $k_п$ — коэффициент, учитывающий потери грунта при образовании призмы волочения и боковых валиков, $k_п = 1{,}2 \div 1{,}5$; 0,7 — коэффициент, учитывающий неравномерность толщины стружки.

Полный путь, проходимый скрепером при наборе грунта,

$$L_н = l_1 + L_с,$$

где $L_с$ — длина агрегата (длина трактора со скрепером).

Длина пути разгрузки $l_3 = 3 \div 10$ м.

4. ГРЕЙДЕРЫ И АВТОГРЕЙДЕРЫ

Грейдеры и автогрейдеры являются землеройными машинами послойной разработки грунта с поперечным его перемещением косо поставленным ножевым рабочим органом. Их широко используют в мелиоративном и гидротехническом строительстве на профилировании насыпей, дамб обвалования, нарезке неглубоких с пологими откосами водоподводящих каналов, устройстве корыта, нагорных канав, а также при строительстве и ремонте грунтовых и гравийных дорог.

Грейдеры являются прицепными машинами, автогрейдеры — самоходными.

Промышленность выпускает грейдеры легкого и тяжелого типа, технические характеристики которых приведены в табл. 10.

Таблица 10

Технические характеристики прицепных грейдеров

Показатель	Легкий ДЗ-6 (Д-241А)	Тяжелый ДЗ-1 (Д-20БМ)
Ширина отвала, мм:		
без удлинителя	3000	3616
с удлинителем, не более	3900	4434
Высота отвала, мм	400	500
База, мм	4400	5300
Опускание режущей кромки отвала ниже опорной поверхности гусениц, мм, не менее	300	300
Вынос отвала в сторону, мм, не менее:		
перестановкой отвала	300	540
сдвигом рейки	450	460
Диапазон изменения углов резания отвала, град	28—70	28—70
Наибольший угол наклона кромки ножа отвала к горизонту, град:		
при выносе отвала для планировки откосов	60	65
» установке отвала для вырезки кювета	34	45
Наименьший угол захвата при работе как правым, так и левым концом ножа, град	35	35
Масса грейдера на пневматических колесах без дополнительного оборудования, кг	2800	4000

Прицепной грейдер легкого типа ДЗ-6 (Д-241А) (рис. 74) работает в сцепе с трактором с тяговым усилием 3 тс при скорости 2—4 км/ч. Прицепной грейдер тяжелого типа ДЗ-1 (Д-20БМ) работает в сцепе с трактором с тяговым усилием 10 тс при скорости 2—3,5 км/ч. Основным рабочим оборудованием прицепных грейдеров является отвал со сменными ножами. Предусматривается также и дополнительное оборудование: правый откосник и левый удлинитель, а у грейдера ДЗ-1 и планировщик откосов. Управление механизмами — ручное.

Грейдеры легкого и тяжелого типа снабжены металлическими колесами диаметром 900 мм, что ограничивает их скорость перемещения 5—6 км/ч. Предусмотрена также поставка машин и на колесах с пневматическими шинами 260—508. В этом случае скорость транспортирования может быть увеличена до 30 км/ч.

Грейдер тяжелого типа в отличие от грейдера легкого типа снабжен механизмом наклона передних колес. Вращая штурвал управления с рабочей площадки, можно установить угол наклона передних колес к горизонту до 20° в каждую сторону. Это обеспечивает устойчивость грейдера при работе на откосах или когда одно колесо находится в кювете, а другое — на обочине дороги. Кроме того, грейдер тяжелого типа снабжен механизмом выноса основной рамы от середины в сторону левого или правого колеса на расстояние до 350 мм от продольной оси машины. Вынос основной рамы в сторону позволяет устанавливать отвал на оптимальные размеры, необходимые для срезания косогоров.

Управляют рабочим органом грейдера с расчетом максимального заглубления ножа отвала при максимальном использовании мощности. Рекомендуемые углы установки отвала грейдера α захвата, γ резания, β наклона для наиболее распространенных работ приведены в табл. 11.

Отвал грейдера приспособлен к быстрой и легкой смене положений при помощи органов управления в зависимости от изменения рельефа местности и очертания поперечного профиля сооружаемого объекта.

Основная рама грейдера сварной конструкции выполнена из продольных швеллеров, связанных между собой. В плане рама имеет вид равносторонней трапеции, суживающейся к передней части. К раме приварены кронштейны для крепления редуктора и корпусов подшипников механизма управления, а также рабочей площадки грейдериста. Основная рама, передний и задний скаты, рабочие органы, механизмы выноса отвала в сторону, рабочие площадки, механизмы наклона задних колес, механизмы подъема, опускания и поворота отвалов прицепных грейдеров максимально унифицированы.

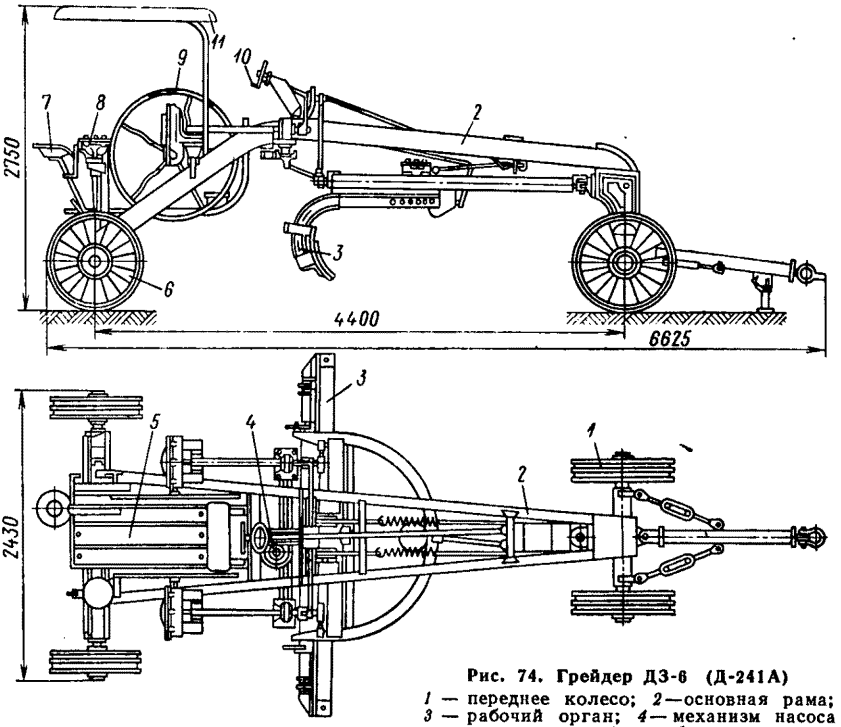


Рис. 74. Грейдер ДЗ-6 (Д-241А)

1 — переднее колесо; *2* — основная рама; *3* — рабочий орган; *4* — механизм насоса отвала в сторону; *5* — рабочая площадка; *6* — заднее колесо; *7* — сиденье; *8* — механизм наклона задних колес; *9* — механизм подъема и опускания отвала; *10* — механизм поворота отвала; *11* — тент

В мелиоративном строительстве для планировки откосов насыпей и дамб первостепенное значение приобретает планировщик откосов, устанавливаемый на тяжелом грейдере.

Планировщик откосов монтируют с правой стороны грейдера ДЗ-1 (Д-20БМ) (рис. 75). Отвал *10* планировщика соединен со щитом *14* отвала шарнирно (осью *9*) и может поворачиваться от горизонтального положения вниз на 45° и вверх на 6°.

Таблица 11

Рекомендуемые углы установки отвала прицепных грейдеров

Рабочая операция	α	β	γ
Резание грунта:			
разрыхленного плугом	До 30	До 11	До 40
разрыхленного кирковщиком	30—35	» 13	» 40
разрыхленного легкого	До 45	» 15	» 35
Перемещение грунтов:			
тяжелых	40—50	» 11	» 35
легких	35—45	» 13	40—45
Отделочные работы:			
планировка	45—55	До 18	40—50
разравнивание с уплотнением	55—90	» 3	40—60
срезка откосов	60—65	» 65	35
Перемешивание добавок:			
сухой смеси	35	До 3	45
грунта с вяжущими смесями	35—40	» 2	45

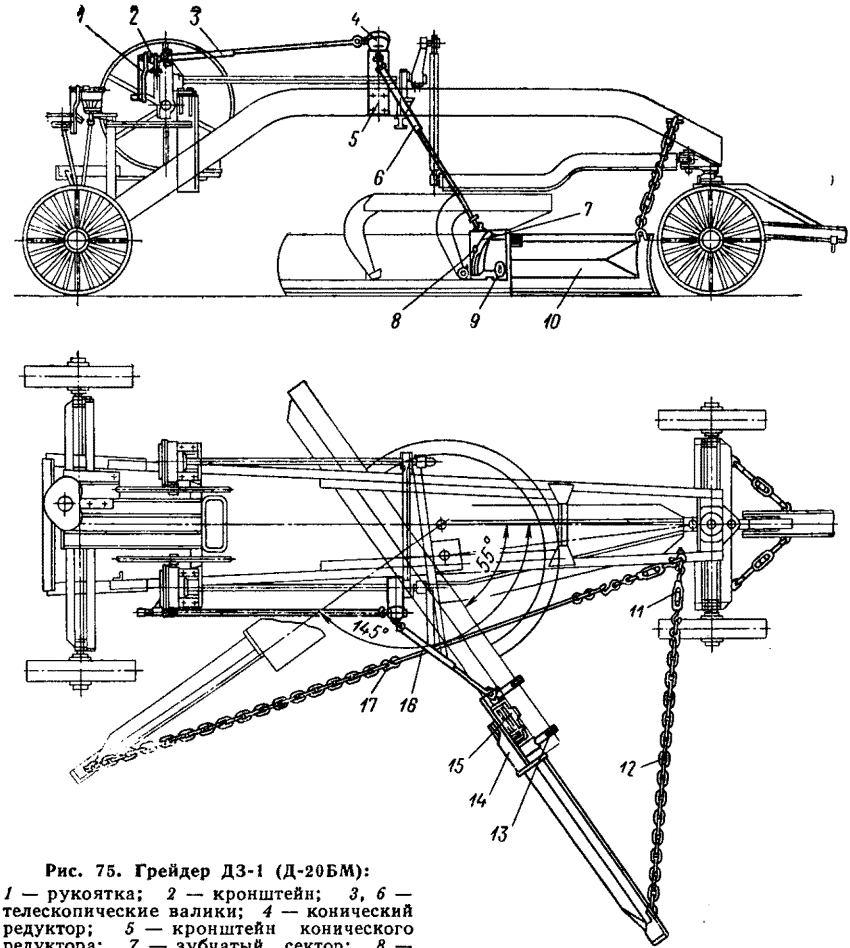


Рис. 75. Грейдер ДЗ-1 (Д-20БМ):
1 — рукоятка; *2* — кронштейн; *3, 6* — телескопические валики; *4* — конический редуктор; *5* — кронштейн конического редуктора; *7* — зубчатый сектор; *8* — вал-шестерня; *9* — ось отвала; *10* — отвал с ножом; *11* — стяжка; *12* — транспортная цепь; *13* — крюк; *14* — щит; *15* — червячный редуктор; *16* — длиннозвенная цепь; *17* — крюк цепи

На отвале планировщика установлен нож. Изменяют углы резания планировщика изменением углов резания отвала грейдера. Планировщик откосов позволяет планировать насыпи высотой до 1,7 м с максимальным углом откоса до 45° при движении грейдера по верху насыпи. Длина откоса по скату может доходить до 4 м. При этом верхняя часть откоса разравнивается планировщиком откосов, а нижняя — движущимся по дну выемки грейдером с отвалом, установленным под углом вверх.

Современные автогрейдеры (табл. 12) выпускают трех типов: легкие — мощностью двигателя 90 л. с. и массой до 10 000 кг; средние (рис. 76) — мощностью двигателя 110—130 л. с. и массой до 13 000 кг и тяжелые мощностью 250 л. с., массой до 19 500 кг.

Автогрейдеры различают по колесным схемам ($А \times Б \times В$), где $А$ — число осей с управляемыми колесами; $Б$ — число осей с ведущими колесами и $В$ — общее число осей.

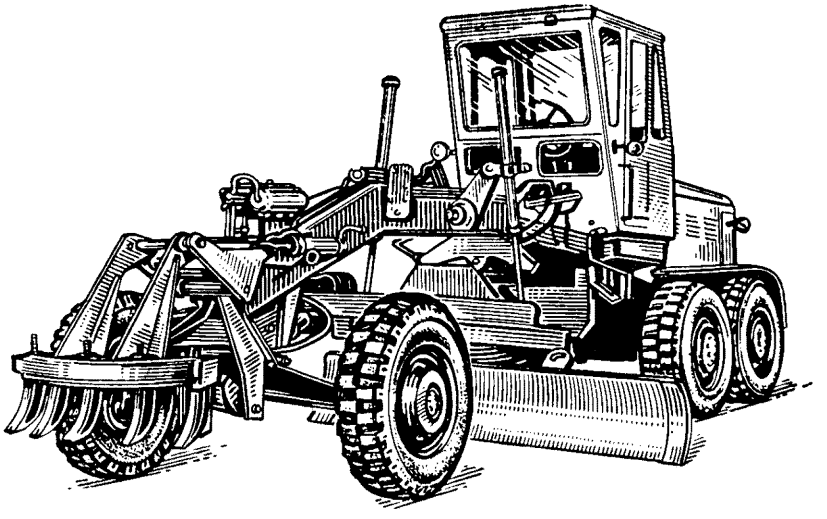


Рис. 76. Автогрейдер среднего типа ДЗ-31-1 (Д-557-1)

Таблица 12

Техническая характеристика автогрейдеров

Показатель	ДЗ-99-1-4 (Д-710Б)	ДЗ-31-1 (Д-557-1)	ДЗ-98
Размер отвала, мм:			
длина	3 040	3 700	3 700
высота	500	600	700
Угол резания, град	30—70	30—70	30—80
Заглубление отвала, мм	250	250	500
Скорость движения, км/ч:			
вперед	4,1—38,1	4,0—37,7	3,5—34,4
назад	4,2—16,4	4,2—16,3	4,22—41,4
Мощность двигателя, л. с.	90	130	250
Размер шин, дюймы	12,00—20	16,00—20	16,00—24
База, мм	5 200	5 800	6 000
Колея, мм:			
передних колес	1 850	2 070	2 340
задних колес	1 850	2 000	2 340
Габаритные размеры, мм:			
длина	8 650	9 260	10 300
ширина	2 300	2 650	2 800
высота	2 985	3 475	3 570
Масса, кг	9 850	13 100	19 500

Примечания: 1. Выпускают также модификации автогрейдера ДЗ-99-1-4 (Д-710Б): автогрейдер ДЗ-99-1-1 с автоматизированной системой управления отвалом «Профиль-2», автогрейдер ДЗ-99-1-2 с автоматизированной системой управления отвалом «Профиль-1» и автогрейдер ДЗ-99А с гидромеханической трансмиссией.

2. Выпускают также модификации автогрейдера ДЗ-31-1 (Д-557-1): автогрейдер ДЗ-31-1ХЛ (Д-557-1ХЛ) в северном исполнении; автогрейдер ДЗ-31-1-2 (Д-557-1-2) с автоматизированной системой управления отвалом «Профиль-1»; автогрейдер ДЗ-31-1-1 (Д-557-1-1) с автоматизированной системой управления отвалом «Профиль-2» и автогрейдер ДЗ-31-2 с гидромеханической трансмиссией.

3. Выпускается также модификация автогрейдера ДЗ-98 — автогрейдер ДЗ-98-1-1 с автоматизированной системой управления отвалом «Профиль-2».

Легкие автогрейдеры ДЗ-99 (Д-710) и средние автогрейдеры ДЗ-31 (Д-557), ДЗ-31С (Д-557С) и ДЗ-31-1 (Д-557-1) выполнены по колесной схеме 1×2×3. Тяжелый автогрейдер ДЗ-98 выполнен по колесной схеме 1×3×3.

Автогрейдеры тяжелого типа применяют при выполнении особо энергоемких земляных работ большого объема.

Современные автогрейдеры выпускают с гидравлической системой управления рабочими органами. Возможность устанавливать рабочий орган — отвал под различными углами в вертикальной и горизонтальной плоскостях и выносить его в сторону обеспечивает высокую точность выполнения планировочных и профилировочных работ.

Автогрейдер состоит из следующих основных узлов (рис. 77): двигателя с трансмиссией, рамы, переднего ведущего или ведомого моста, карданной передачи переднего моста, тяговой рамы с отвалом и поворотными устройствами в сборе, кирковщика, гидрооборудования, заднего моста.

Автогрейдеры выполнены по единой принципиальной схеме, по которой рама машины одним концом опирается на передний ведущий или ведомый мост, а вторым, подмоторным — на задний мост. Тяговая рама с основным рабочим оборудованием — отвалом, в свою очередь, шарниром с поворотным устройством связана с рамой машины.

Рама автогрейдера ДЗ-31-1 (Д-557-1) сварной конструкции, состоит из основной балки коробчатого сечения и подмоторной задней части, которая включает в себя два лонжерона, связанных сзади поперечной балкой, а впереди — трубой (она же масляный бак гидросистемы). Поперечная балка имеет усиливающие растяжки.

К передней части основной балки приварена головка рамы, к которой шарнирно прикреплены передний мост и тяговая рама с отвалом. Для ограничения качания переднего моста на заднем листе головки приварен упор, а для крепления тяговой рамы — гнездо шкворня. В средней части основной балки приварены два листовых кронштейна и рычаги подвески гидроцилиндров подъема отвала, которые позволяют выносить отвал в обе стороны и располагать его под углом 40—90% к горизонтальной плоскости.

Механизм фиксации рычага с кронштейном представляет собой зубчатую муфту. Одна зубчатая полумуфта приварена к рычагу, вторая — к кронштейну. Перестановка рычага на один зуб изменяет угол установки рычага на 15°. Рычаг в нужное положение устанавливают с помощью гидроцилиндра.

Для навески гидроцилиндра выноса тяговой рамы к основной балке приварен кронштейн с тремя шаровыми пальцами. Крайние пальцы предназначены для выноса тяговой рамы, средний палец — для перестановки гидроцилиндра выноса тяговой рамы с одного крайнего пальца на другой.

На подмоторной раме размещены кабина, силовой агрегат, коробка передач. К нижней части лонжеронов приварены кронштейны крепления задней тележки. На головке рамы закреплен передний мост и кирковщик или бульдозер, как, например, на автогрейдере ДЗ-98.

Тяговая рама *2* (рис. 78) с отвалом *7* автогрейдера ДЗ-98 впереди через шкворень *3* присоединена к раме машины. Задняя часть тяговой рамы подвешена на трех гидроцилиндрах, с помощью которых устанавливают отвал в необходимое положение. Отвал *7* коробчатого сечения со сменными ножами *5* и *6* подвижно соединен с кронштейнами *8*, в направляющих которых он может смещаться в сторону с помощью гидроцилиндра. Кронштейны *8* подвижно соединены с другими кронштейнами, которые жестко соединены с поворотным кругом *1*. При повороте кронштейнов *8* (по длине паза) изменяется угол резания отвала. С помощью поворотного круга отвал поворачивается в плане в любую сторону, совершая полный оборот. Поворотный круг с кронштейнами и отвалом присоединен к тяговой раме *2* с помощью направляющих накладок *4* и *9*. Поворотный круг с отвалом вращается в направляющих накладках с помощью механизма поворота отвала. Механизм поворота отвала установлен на тяговой раме и состоит из поворотного круга, редуктора управления и гидромотора. При включении рычага управления гидроусилителем масло под давлением поступает в гидромотор. Далее вращение передается через червяк, червячное колесо, вал-шестерню к поворотному кругу. Направление вращения изменяют включением рычага управления распредели-

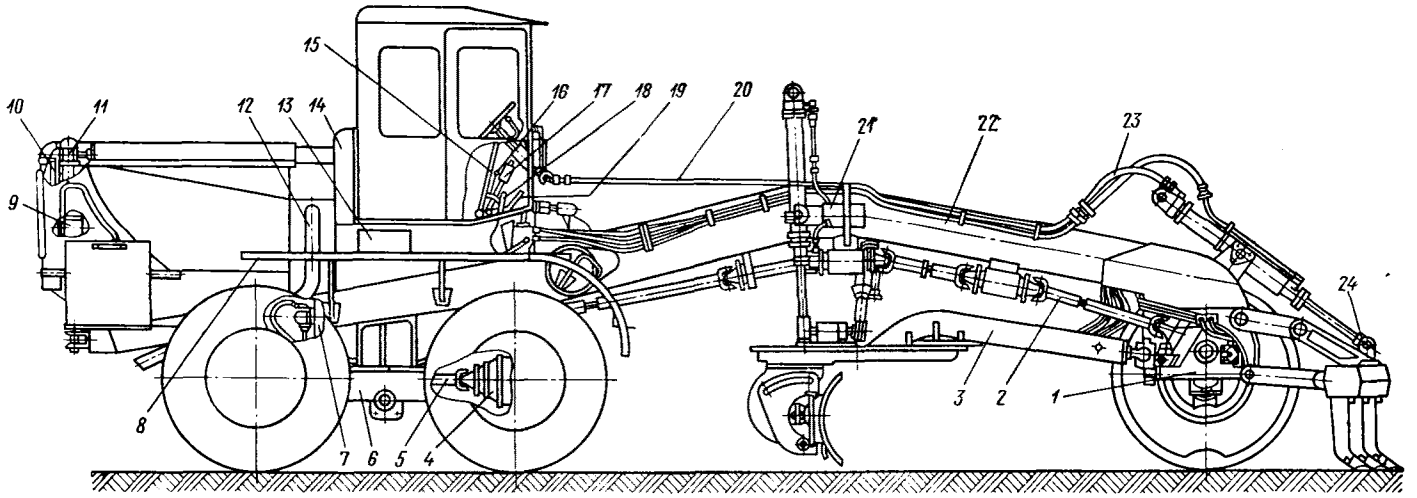


Рис. 77. Основные узлы автогрейдера:

1 — передний ведущий мост; *2* — карданная передача переднего моста; *3* — тяговая рама с отвалом; *4* — задний ведущий мост; *5* — карданный вал заднего моста; *6* — подвеска задних колес; *7* — двигатель с трансмиссией; *8* — площадка; *9* — компрессор; *10* — система смазки двигателя; *11* — системы охлаждения и разогрева двигателя; *12* — система всасывания и выхлопа; *13* — инструмент и приспособления; *14* — топливная система; *15* — рычаги управления мультипликатором; *16* — механизм включения переднего моста; *17* — управление ручным тормозом; *18* — управление колесными тормозами; *19* — управление акселератором; *20* — рулевое управление с гидроусилителем; *21* — кронштейн; *22* — рама; *23* — гидрооборудование; *24* — кирковщик

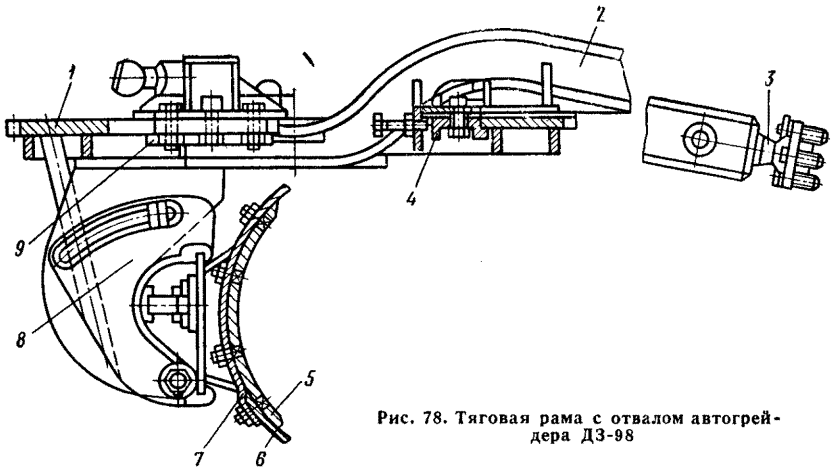


Рис. 78. Тяговая рама с отвалом автогрейдера ДЗ-98

телем в противоположную сторону. Отвал автогрейдера устанавливают с углом резания 30—80° и углом срезаемого откоса 25—90°. Угол установки в горизонтальной плоскости обеспечен в пределах 0—360°, а сдвиг отвала в направляющих до 800 мм. Наибольшее заглубление отвала составляет 500 мм.

Кирковщик автогрейдера ДЗ-98 (рис. 79, *а*) состоит из сварной стальной рамы *3*, в гнезда которой вставлены пять зубьев *4* с наконечниками *5* и закреплены клиньями *2*. С помощью тяг *1* кирковщик присоединен к раме автогрейдера. Управляют кирковщиком с помощью гидроцилиндра. Наибольшая глубина киркования 250 мм. Угол рыхления при этом 40° (в начале заглубления угол рыхления составляет 45°). Такие углы обеспечивают оптимальные режимы работы при заглублении зубьев в твердый грунт и наименьшую энергоемкость при рыхлении. При работе на тяжелых грунтах число зубьев уменьшают до трех.

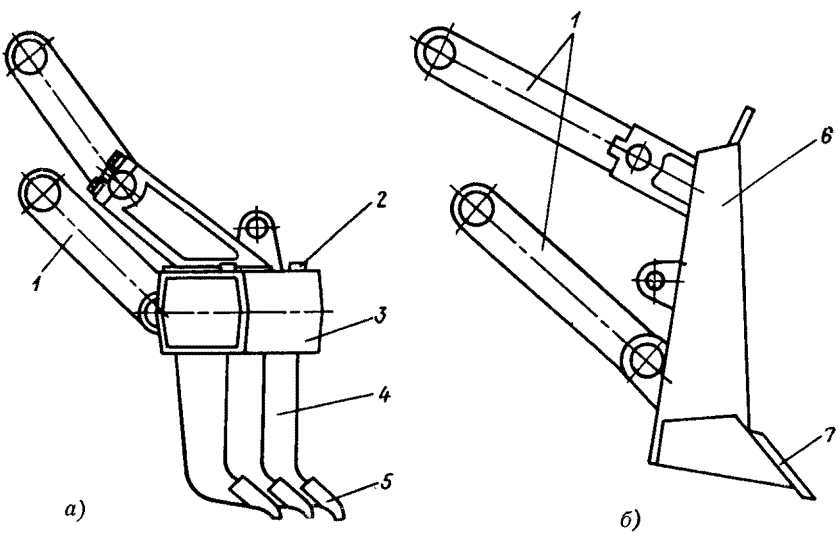


Рис. 79. Рабочие органы автогрейдера ДЗ-98:
а — кирковщик; *б* — бульдозер

Бульдозерный отвал *6* (рис. 79, *б*) с ножом *7* автогрейдера ДЗ-98 устанавливают вместо кирковщика на тех же тягах *1*. Применять его рекомендуется на вспомогательных работах, не требующих использования полной мощности автогрейдера (например, засыпке траншей, перемещении сыпучих материалов, очистке дорог от снега и др.).

Ходовая часть автогрейдера состоит из переднего моста, двух задних мостов и пневмоколес. Задний мост автогрейдера ДЗ-98 (рис. 80) представляет собой стальную балку, к средней части которой прикреплен кронштейн главной передачи с установленными на нем коническими шестернями, а к фланцам крепятся бортовые редукторы.

Полуоси полностью разгруженного типа соединяют главную передачу с бортовыми редукторами. Бортовой редуктор представляет собой цилиндрическую передачу с внутренним зацеплением. Малая ведущая шестерня каждого бортового редуктора посредством ведущей втулки и фланца соединена с соответствующей полуосью.

Каждый задний мост прикреплен к двум балансирам при помощи шарового и цилиндрического пальцев. Такое крепление обеспечивает легкую установку мостов.

Передний мост автогрейдера ДЗ-98 (рис. 81) является ведущим и управляемым. Все основные детали его аналогичны деталям задних мостов за исключением элементов, обеспечивающих поворот колес и крепление к основной раме.

Литая балка переднего моста имеет на концах приваренные литые головки. В середине балки вдоль продольной оси машины закреплены два пальца, расположенные на одной оси. На этих пальцах передний мост может качаться относительно основной рамы в поперечной плоскости.

Полуоси полностью разгруженного типа. На концах полуосей прикреплены вилки двойного карданного шарнира, через которые крутящий момент передается бортовому редуктору, имеющему поворот в горизонтальной плоскости. Бортовые редукторы аналогичны редукторам, устанавливаемым на задних мостах, и отличаются только отсутствием колесных тормозов и возможностью поворота относительно балки моста в горизонтальной плоскости.

В каждом бортовом редукторе заднего моста смонтирован колесный дисковый тормоз с пневматическим управлением. Пневматический привод тормозов включает в себя компрессор, регулятор давления, предохранительный клапан, тормозной кран, включатель стоп-сигнала, два манометра, трубопроводы и воздушный ресивер. Пневматический привод помимо привода колесных тормозов обеспечивает централизованную подкачку шин, работу стеклоочистителей и управление защелками рычагов механизма подвески тяговой рамы.

На автогрейдере ДЗ-98 установлена реверсивная коробка передач, которая обеспечивает рабочий и транспортный режим вперед и назад (шесть передач). К корпусу коробки передач прикреплен передний редуктор, который предназначен для передачи вращения от раздаточного редуктора к переднему ведущему мосту. Карданная передача переднего моста состоит из четырех карданных валов и трех промежуточных опор. К задним мостам автогрейдера крутящий момент передается через раздаточный редуктор от коробки передач.

Современные автогрейдеры могут снабжаться автоматическими системами управления отвалом «Профиль-1» и «Профиль-2». Автогрейдер ДЗ-99-1-1 с системой «Профиль-2» является дальнейшим конструктивным совершенствованием автогрейдеров Д-710А и Д-710Б легкого типа. Система «Профиль-2» для автоматической стабилизации отвала автогрейдера ДЗ-99-1-1 в продольном направлении по жестким направляющим и в поперечном направлении с помощью автономного датчика маятникового типа обеспечивает точность выполнения поперечного и продольного профиля.

Диапазон установки поперечного стабилизированного уклона находится в пределах ±53%, датчика продольного профиля по высоте — в пределах 200 мм.

В системе, устанавливаемой на этом автогрейдере, применено устройство подъема датчика продольного профиля с дистанционным управлением из кабины водителя. Датчик угла поперечного профиля установлен на тяговой раме автогрейдера и позволяет вручную переставлять его в диапазоне свыше 5°, что обеспечивает ступенчатое изменение угла установки в пределах ±48°. Шаг ступенча-

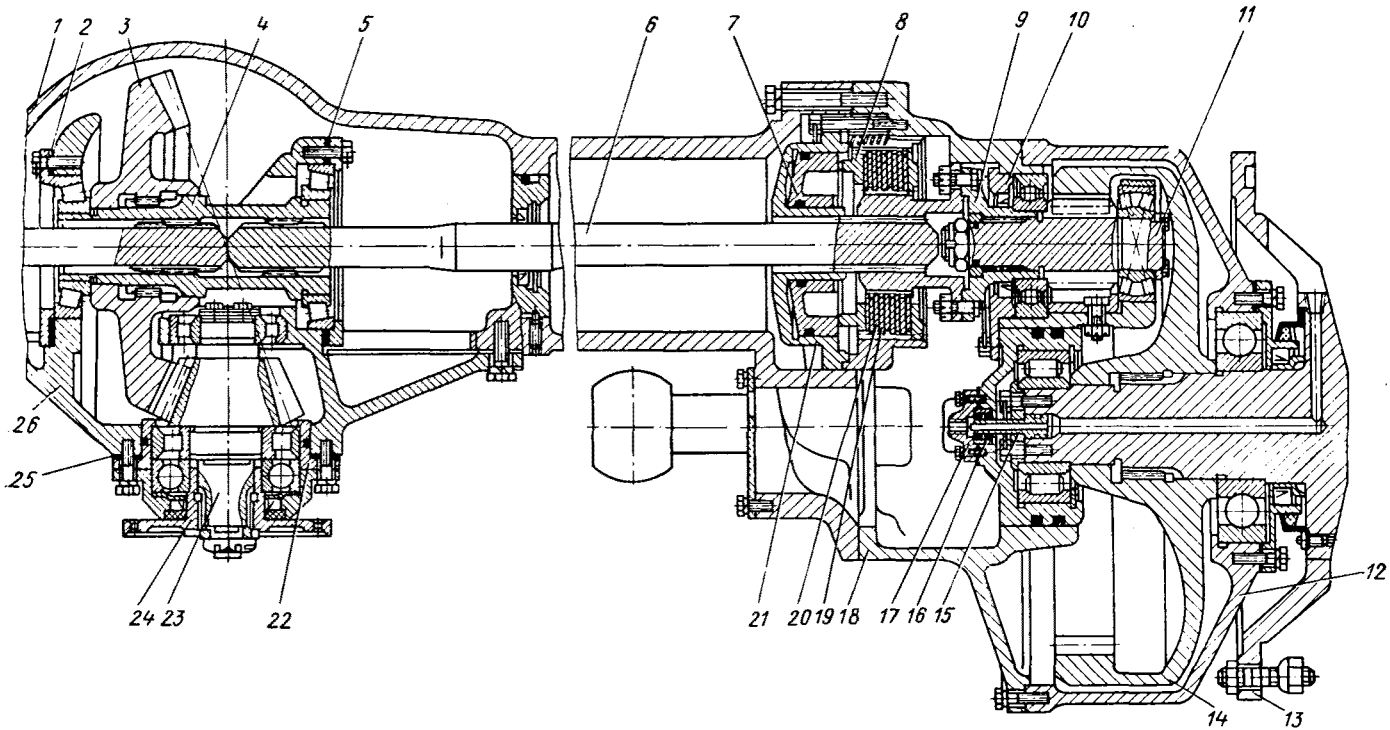


Рис. 80. Задний мост автогрейдера ДЗ-98:

1 — балка; *2* — регулировочные прокладки; *3* — шестерня; *4* — муфта; *5* — регулировочные прокладки; *6* — полуось; *7* — поршень; *8* — нажимной диск; *9* — муфта; *10* — крышка; *11* — вал-шестерня; *12* — корпус; *13* — грибок; *14* — шестерня; *15* — ниппель; *16* — манжета; *17* — крышка; *18* — корпус тормоза; *19* — ведомый диск; *20* — ведущий диск; *21* — цилиндр; *22* — стакан; *23* — вал-шестерня; *24* — фланец; *25* — регулировочные шайбы; *26* — кронштейн главной передачи

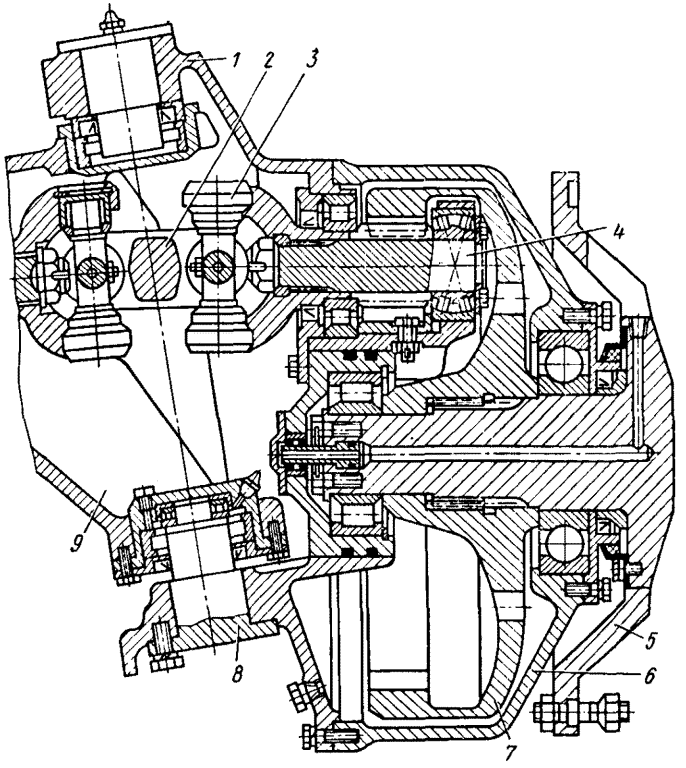


Рис. 81. Передний мост автогрейдера ДЗ-98:
1 — поворотный кронштейн; *2* — промежуточное звено; *3* — вилка кардана; *4* — вал-шестерня; *5* — грибок; *6* — корпус; *7* — шестерня; *8* — палец; *9* — балка моста

того изменения угла установки 8°. Расширение диапазона установки поперечного уклона позволяет автоматически управлять машиной при планировании откосов.

Гидравлическая система «Профиль-2» автогрейдера ДЗ-99-1-1 (рис. 82) является составной частью общей гидросистемы автогрейдера и включает в себя реверсивные золотники *6* марки ЗСУ-5 с электрогидравлическим управлением и дроссели. Дроссели *7* с регуляторами и дроссели *3* с обратным клапаном предназначены для регулировки скорости подъема и опускания отвала.

Работает гидросистема следующим образом: при отсутствии электрического сигнала золотники находятся в среднем положении, магистраль *4* управления имеет свободный выход в бак, клапаны (правый и левый) распределителей *2* открыты и вся рабочая жидкость, нагнетаемая насосом *12* через магистраль *14*, распределители *2*, магистраль *15* и фильтр *10* сливается в бак *11*. Клапаны *8* дросселей с регуляторами закрыты, и через них рабочая жидкость не проходит. При этом имеется возможность управлять рабочими органами автогрейдера при помощи распределителя с ручным управлением.

При подаче электрического сигнала на правый или левый электромагниты золотника *6* плунжер золотника управления перекрывает магистраль *4*, в результате чего клапан распределителя закрывается и рабочая жидкость от насоса *12* по магистрали *13* направляется в канал главных золотников. Одновременно управляющий плунжер обеспечивает подвод жидкости по каналам *5* к соответствующему торцу главного золотника, который перемещается под давлением

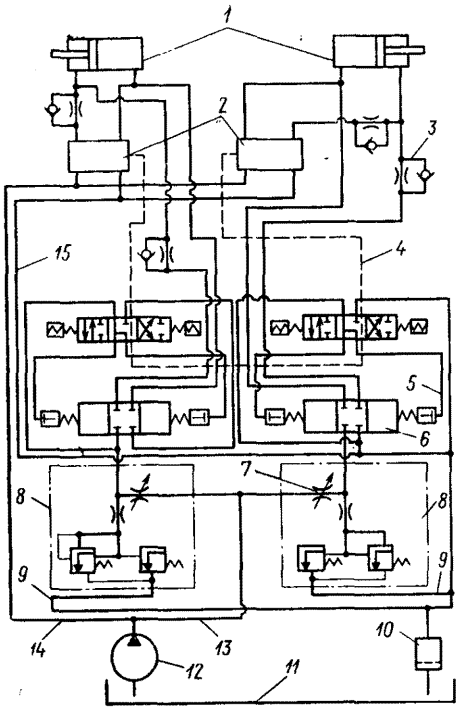


Рис. 82. Гидравлическая схема автогрейдера ДЗ-99-1-1 с системой «Профиль-2»

жидкости и открывает проход масла от насоса в соответствующую полость гидроцилиндра *1*, соединенного с данным золотником. При этом дроссель *7* с регулятором, через который открыт проход жидкости, пропускает количество жидкости, заданное положением дросселя. Излишек жидкости сливается в бак *11* через клапан дросселя с регулятором и магистраль *9*.

Для современных автогрейдеров характерным является:

1) увеличение мощности двигателя с доведением удельной мощности на 1 т массы автогрейдера до 8—13 л. с.;

2) возможность одновременной работы основной гидросистемы, предназначенной для управления рабочими органами машины, и дополнительной, обеспечивающей автоматическую стабилизацию отвала в поперечном и продольном направлении, что в значительной мере облегчает условия труда грейдериста, повышает производительность машины и точность обрабатываемых поверхностей;

3) более совершенная схема электрооборудования, включающая установку переднего и заднего сигналов поворота, указателей габарита, приборов ближнего и дальнего света;

4) наличие системы обогрева кабины и обдува стекол теплым воздухом;

5) введение механизма наклона передних колес, что увеличивает устойчивость автогрейдера, предохраняет его от бокового заноса при работе, а также уменьшает радиус поворота;

6) широкая гамма конструктивных исполнений в зависимости от климатических условий работы машины.

Сопротивления, возникающие при работе грейдера или автогрейдера, зависят от глубины резания, углов установки ножа, дальности перемещения грунта и определяются технологией производства работ. Рассмотрим работу автогрейдера при выполнении одной из наиболее сложных работ — профилировании грунтовой дороги.

Эту работу выполняют за несколько последовательных проходов с вырезкой отвалом грунта и постепенным перемещением его в насыпь. При проходах *1—3* (*рис. 83*) вырезается грунт по внутреннему откосу канавы. За последующие челночные проходы *4—8* (вперед и назад без разворотов) обрабатывают лишь одну сторону дороги, причем срезанный грунт постепенно перемещают на проезжую часть дороги к центру. Аналогичные операции проделывают на противоположной части дороги. Все последующие проходы (с *9* до *24*) выполняют круговыми движениями автогрейдера. Когда проектный профиль дороги достигнут, переходят к профилированию внутренних и внешних откосов канавы и затем окончательно отделывают полотно дороги.

Длина участка для работы автогрейдера меняется в зависимости от условий строительства и в среднем равна 1—1,6 км.

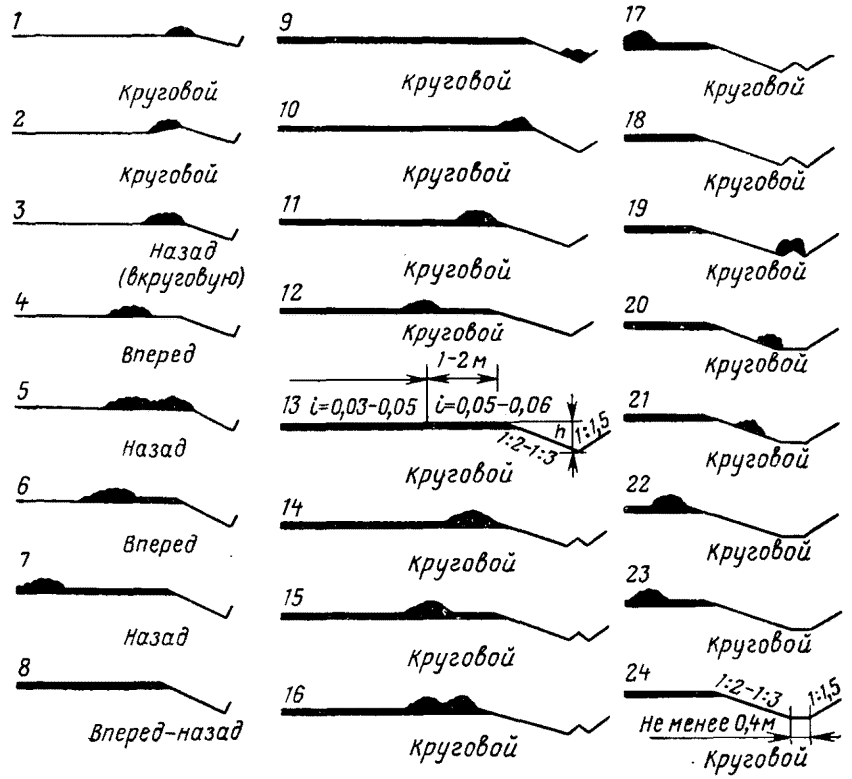


Рис. 83. Схема профилирования грунтовых дорог при последовательных проходах автогрейдера

В зависимости от наладки автогрейдером можно профилировать и разравнивать дороги, передвигать валы, срезать ровные поверхности, нарезать канавы со сдвигом вала, переувлажненные канавы, канавы с плоским дном, резать и перемещать грунт вокруг препятствий.

Каждой из перечисленных операции соответствует определенное положение (установка) рабочего органа—отвала.

Основными характеристиками установки отвала (рис. 84) являются угол α захвата, угол γ резания и угол β наклона.

Параметры этих углов приведены в табл. 13.

Силу тяги, требующуюся для перемещения грейдера при работе, определяют из условия выполнения самых тяжелых операций — резания и перемещения грунта. При выполнении этих работ грейдер должен преодолевать сопротивление вырезанию грунта W_1, перемещению грунта отвалом W_2, перемещению грунта вдоль отвала W_3 (в сторону), подъему грунта вверх по отвалу W_4 и перекатыванию грейдера W_5.

Сопротивление W_1 грунта вырезанию пропорционально площади поперечного сечения стружки и зависит от удельного сопротивления K резанию грунта (величина K изменяется от 0,5 до 1,8—2,0 кгс/см^2 и зависит от категории и состояния грунта),

$$W_1 = F_{стр} K.$$

Таблица 13

Рекомендуемые углы установки отвала автогрейдера

Рабочая операция	α	γ	β
Резание грунта, разрыхленного плугом (без удлинителя отвала)	30—35	40—45	До 11
То же, рыхлителем	30—40	40—45	» 13
Резание грунта неразрыхленного, малосвязанного	40—45	40	» 15
Перемещение грунта:			
сухого легкого	35—45	40—45	» 18
влажного тяжелого	40—50	35—40	» 15
Отделка земляного полотна:			
планировка	45—55	40—45	До 18
разравнивание	55—60	45	» 3
разравнивание с уплотнением	70—90	До 60	» 2
срезка откосов	60—65	40	» 51
Снегоочистка	40—50	50	1—3

Площадь поперечного сечения стружки

$$F_{стр} = \frac{ah}{2} \sin \alpha,$$

где a — длина режущей части ножа, см; h — наибольшая глубина резания по концу отвала, см; α — угол захвата ножа, град.

В табл. 14 приведены средние оптимальные размеры стружки, вырезаемой за один проход прицепным грейдером ДЗ-1 (Д-20БМ) и автогрейдером ДЗ-98 (Д-395В)

Сопротивление перемещению грунта отвалом

$$W_2 = G_{гр} f \sin \alpha,$$

где $G_{гр}$ — вес призмы грунта перед отвалом, кгс; f — коэффициент трения грунта о грунт, $f = 0{,}6 \div 1{,}2$.

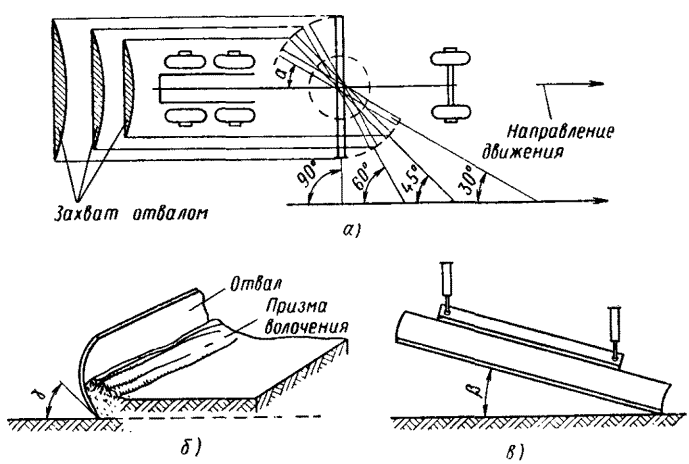


Рис. 84. Углы установки отвала:
а — угол α захвата; *б* — угол γ резания; *в* — угол β наклона

Вес грунта перед ножом

$$G_{гр} = \frac{H^2 L}{2 \operatorname{tg} \rho} \gamma_г,$$

где H — высота отвала и ширина основания призмы волочения, равного высоте отвала, м; L — длина отвала, м; ρ — угол естественного откоса грунта; $\gamma_г$ — объемный вес грунта, кгс/м³.

Сопротивление перемещению грунта вдоль отвала

$$W_3 = G_{гр} f_2 f \cos \alpha,$$

где f_2 — коэффициент трения грунта по отвалу, $f_2 = 0{,}4 \div 0{,}6$.

Сопротивление перемещению грунта вверх по отвалу

$$W_4 = R \cos \gamma \sin \alpha,$$

где γ — угол резания ножа; R — сила трения грунта по отвалу, $R = R_0 f_2$ (R_0 — нормальное давление призмы грунта на отвал, $R_0 = G_{гр} \cos \gamma$).

Сопротивление подъему грунта

$$W_4 = G_{гр} f_2 \cos^2 \gamma \sin \alpha.$$

Сопротивление перекатыванию грейдера

$$W_5 = G (f_1 \pm i),$$

где G — вес грейдера или автогрейдера, кгс; f_1 — коэффициент сопротивления перекатыванию машины (табл. 15); i — уклон пути.

Сила тяги, необходимая для перемещения грейдера,

$$T = \frac{ah}{2} K \sin \alpha + \frac{H^2 L \gamma_г}{2 \operatorname{tg} \rho} (f \sin \alpha + f_2 f \cos \alpha + f_2 \cos^2 \gamma \sin \alpha) +$$

$$+ G (f_1 \pm i).$$

Необходимая мощность двигателя трактора (в л. с.)

$$N = \frac{[T + G_{тр} (f_1 \pm i)] v}{270 \eta},$$

где $G_{тр}$ — вес трактора, кгс; v — скорость движения трактора, км/ч; η — КПД силовой передачи, $\eta = 0{,}75 \div 0{,}85$.

Таблица 14

Средние размеры стружки грунта, вырезаемой грейдером за один проход

Показатель	Грунты		
	легкий	средний	тяжелый
Наибольшая глубина резания по концу отвала, см . . .	20—30/15—25	20—26/15—20	15—25/15—20
Используемая часть высоты отвала, %	40—60/30—50	40—50/30—40	30—50/30—40
Длина стружки, см	80—125/70—125	90—120/80—100	70—120/70—120
Используемая часть длины отвала, %	40—60/35—69	45—55/45—55	35—60/35—60
Сечение стружки, м²	0,20/0,14	0,17/0,13	0,16/0,13

Примечание. В числителе приведены данные по грейдеру ДЗ-1 (Д-20БМ), в знаменателе — по автогрейдеру ДЗ-98 (Д-395В).

Таблица 15

Коэффициент φ сцепления и коэффициент f_1 сопротивления перекатыванию тракторов

Тип дороги	φ	f_1
Асфальт	0,7/—	0,02/0,06
Проселочная дорога укатанная сухая:		
глинистый грунт	0,8/1,0	0,03/0,06
песчаный грунт	0,7/1,1	0,04/0,06
чернозем	0,6/0,9	0,05/0,07
Влажный луг:		
скошенный	0,7/1,2	—/—
нескошенный	0,5/0,6	0,08/0,07
Влажная стерня	0,6/0,9	0,10/0,08
Слежавшаяся пахота	0,5/0,6	0,12/0,08
Свежевспаханное поле	0,4/0,7	0,18/0,10
Песок:		
влажный	0,4/0,5	0,16/0,10
сухой	0,3/0,4	0,20/0,15
Болото	0,1/0,3	0,25/0,15
Укатанная снежная дорога	0,3/0,6	0,03/0,06

Примечание. В числителе данные для колесных машин, в знаменателе — для гусеничных машин.

Мощность двигателя автогрейдера (в л. с.)

$$N_a = \frac{Tv_1}{270\eta},$$

где v_1 — скорость движения автогрейдера, км/ч.

Для движения автогрейдера должно быть соблюдено неравенство

$$T \leqslant G'\varphi,$$

где G' — вес автогрейдера, приходящийся на ведущие колеса, кгс; φ — коэффициент сцепления колес автогрейдера с поверхностью дороги; зависит от протектора шины и давления в ней, а также от типа и состояния дороги.

Для грейдеров и автогрейдеров можно принять значения коэффициента сцепления φ, а также коэффициента сопротивления перекатыванию f_1 такими же, как и для тракторов (см. табл. 15).

Производительность грейдеров (в м³/ч)

$$П = \frac{1000Lk_вF}{2L\left(\frac{n_з}{v_1} + \frac{n_п}{v_п} + \frac{n_о}{v_о}\right) + 2t(n_з + n_п + n_о)},$$

где L — длина участка, км; F — площадь сечения насыпи, м²; $k_в$ — коэффициент использования рабочего времени; $n_з$ — число проходов при резании грунта; $n_п$ — число проходов при перемещении грунта; $n_о$ — число отделочных проходов грейдера; v_1 — скорость движения грейдера при резании, км/ч, $v_1 = 2{,}5$ км/ч; $v_п$ — скорость движения грейдера при перемещении грунта, км/ч, $v_п \approx 2{,}7$ км/ч; $v_о$ — скорость движения грейдера при отделочных проходах, км/ч, $v_о \approx 2{,}8$ км/ч; t — время на развороты грейдера, ч, $t = 0{,}08 \div 0{,}1$ ч.

Число проходов при резании

$$n_з = \frac{FR_{пз}}{2s_з},$$

где $R_{пз}$ — коэффициент перекрытия проходов при резании, $R_{пз} = 1{,}7$; $s_з$ — сечение стружки в плотном теле.

Число проходов при перемещении

$$n_п = n_з \frac{L_0}{L_п} R_{п.\,п},$$

где L_0 — средняя длина перемещения грунта, м; $R_{п.\,п}$ — коэффициент перекрытия проходов при перемещении, $R_{п.\,п} = 1{,}15$; $L_п$ — величина перемещения грунта за один проход: при угле захвата 40° $L_п = 2{,}4$ м; при угле захвата 45° $L_п = 2{,}2$ м (см. рис. 84).

При высоте насыпи более 0,75 м число проходов для перемещения увеличивается на 20%.

5. ГРЕЙДЕР-ЭЛЕВАТОРЫ

Грейдер-элеваторы являются землеройными машинами непрерывного действия с пассивным рабочим органом и отвальным конвейером. В мелиоративном строительстве грейдер-элеваторы применяют для отсыпки дамб обвалования, создания насыпей для прокладки каналов в них, для отрытия каналов с пологим заложением откосов. Кроме того, грейдер-элеваторы успешно применяют для строительства дорог.

Отличительной особенностью грейдер-элеваторов является высокая производительность при малом весе и низкой удельной энергоемкости. Это свидетельствует о целесообразности их применения во всех случаях, когда они могут выполнять необходимые технологические операции.

Отечественная промышленность серийно выпускает грейдер-элеватор ДЗ-501 (Д-437А), техническая характеристика которого приведена ниже.

Тип грейдер-элеватора	Одноосный полуприцепной
Установочная мощность, л. с.	175
Базовый трактор	Т-100М
Двигатель грейдер-элеватора	СМД-14К
Производительность, м³/ч	630
Рабочий орган:	
тип	Дисковый нож
диаметр дискового ножа, мм	800
угол резания, град	20—55
Конвейер:	
длина, м	8,5
ширина ленты, мм	1200
скорость движения ленты, м/с	3,6
дальность отбрасывания грунта, м	До 9,0
наибольшая высота отгрузки, м	3,4
Скорость, км/ч:	
рабочая	3,6
транспортная	До 9
Управление	Электрогидравлическое
Масса, т	8,2

Грейдер-элеватор ДЗ-501 (Д-437А) (рис. 85) представляет собой полуприцепную к трактору Т-1000М машину. Рама *1* машины своим передним концом опирается на сцепное устройство *2* трактора, а задним концом на пневматические колеса *3*. На раме установлен дисковый режущий рабочий орган *4* и конвейер *5*. Поднимают и опускают рабочий орган, верхний и нижний концы конвейера с помощью гидроцилиндров *6* и *7*. Для привода конвейера служит самостоятельный двигатель *8*, установленный на консольной части рамы *1* грейдер-элеватора. Пневматические колеса, расположенные со стороны конвейера, установлены на выдвижной оси; этим достигается необходимая устойчивость машины во время работы.

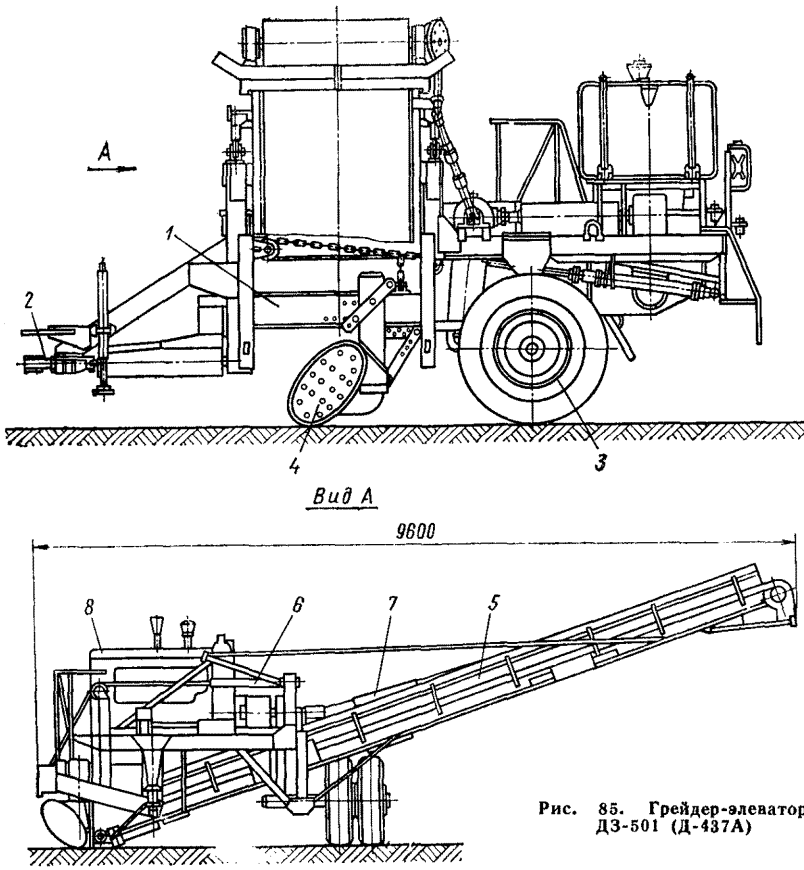


Рис. 85. Грейдер-элеватор ДЗ-501 (Д-437А)

Кинематическая схема грейдер-элеватора представлена на рис. 86. От муфты *2* сцепления двигателя *1* через редуктор *3* движение передается карданному телескопическому валу *5*. Телескопический карданный вал соединен с валом *4*, расположенным вдоль рамы конвейера и приводящим в движение барабан *7* конвейера через конический редуктор *6*. Аналогично приводится в движение очиститель *8*.

Гидросистема грейдер-элеватора питается от гидронасоса. Управляют рабочими гидроцилиндрами подъема рабочего органа и конвейера посредством электрогидравлических золотников с дистанционным управлением, выведенным в кабину грейдериста. Таким образом, управление машиной во время работы может обеспечиваться одним человеком.

Производительность грейдер-элеватора зависит от правильной загрузки грунтом приемной части конвейера. Необходимо, чтобы грунт равномерно сходил с режущего органа на конвейер. Это обеспечивается правильным расположением дискового ножа по отношению к конвейеру; диск установлен на поворотной стойке, наклон которой регулируют тягой. В зависимости от характера и степени влажности грунтов расположение ножа должно обеспечивать угол его наклона в вертикальной плоскости 45—60° и в плане, по отношению к продольной оси машины, 40—60°. Диск должен быть расположен возможно ближе к ленте, но и не касаться ее во избежание порезов.

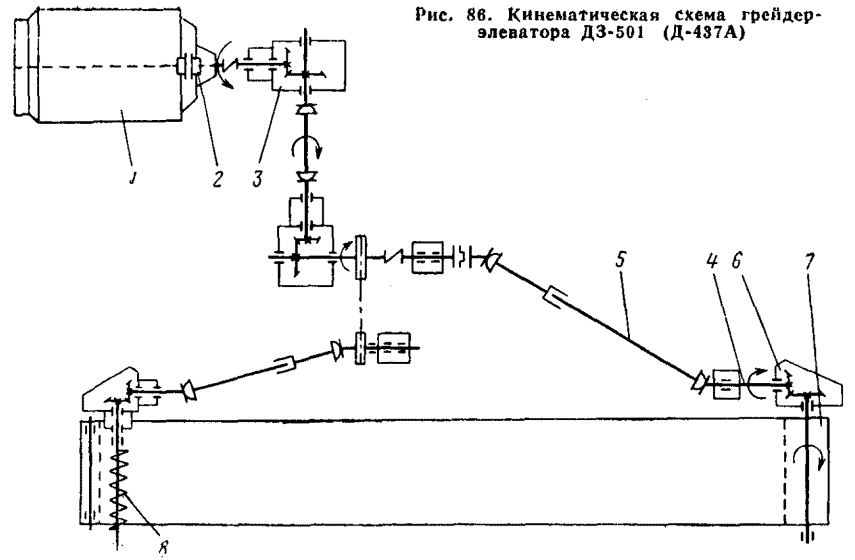


Рис. 86. Кинематическая схема грейдер-элеватора ДЗ-501 (Д-437А)

Производительность грейдер-элеватора (в м³/ч)

$$П = F_1 v k_п,$$

где F_1 — сечение стружки, м²; $F = 0{,}2D^2$ (D — диаметр диска, м); v — рабочая скорость, м/ч; $k_п$ — коэффициент, учитывающий потери грунта при передаче на конвейер, $k_п = 0{,}85 \div 0{,}95$.

Диаметр дискового ножа в зависимости от заданной производительности выбирают из условия

$$D = \sqrt{\frac{5П}{k_п v}}.$$

Высота подачи грунта конвейером (в м)

$$H_г = \Delta H + l \sin \theta + h,$$

где ΔH — высота нижней точки конвейера; l — длина конвейера; θ — угол подъема конвейера; h — высота подъема за счет свободного полета грунта, $h = v \sin^2 \theta / 2g$ (v — скорость ленты конвейера, м/с).

Дальность подачи грунта на уровне максимальной высоты отсыпки (в м)

$$L_г = \Delta L + l \cos \theta + \frac{v^2 \sin 2\theta}{g},$$

где ΔL — вылет нижней точки конвейера.

Производительность конвейера тем выше, чем выше скорость ленты, однако реализоваться эта скорость может только в том случае, если грунт успеет разогнаться на ленте и приобрести скорость, равную скорости ленты. Из условия разгона грунта скорость ленты (в м/с)

$$v \leqslant \sqrt{2lg\,(\mu \cos \theta - \sin \theta)},$$

где μ — приведенный коэффициент трения грунта по ленте конвейера, $\mu = 0{,}4 \div 0{,}6$; $\theta = 20°$ для плоской ленты с жесткими бортами и $\theta = 24°$ для желобчатой ленты.

Производительность конвейера (в м³/ч)

$$П_т = v_0 F_1,$$

где F_1 — площадь сечения грунта на конвейере в конце зоны загрузки, м²; v_0 — средняя скорость движения грунта в конце загрузки, м/с, $v_0 = k_г \sqrt{2 l_0 g (\mu \cos\theta - \sin\theta)}$ (l_0 — длина зоны загрузки, м; $k_г$ — коэффициент, учитывающий неравномерность потока грунта, $k_г = 0{,}4 \div 0{,}6$).

Мощность тягача грейдер-элеватора (в л. с.)

$$N_т = \frac{ПК}{270\,000 \eta_м \eta_т},$$

где $П$ — производительность грейдер-элеватора, м³/ч; K — удельная энергоемкость копания: $K = 10\,000$ кгс/м² для грунтов I категории, $K = 20\,000$ кгс/м² для грунтов II категории; $\eta_м$ — коэффициент потерь мощности на передвижение машины, $\eta_м = 0{,}7 \div 0{,}8$; $\eta_т$ — КПД трансмиссии хода, $\eta_т = 0{,}75 \div 0{,}85$.

Мощность привода конвейера

$$N_{тр} = n \left(\frac{37 П_т H}{10\,000} + \frac{37 w П_т l}{10\,000} + \frac{G_р w l v}{10\,000} + \frac{П_т v^2}{270 \cdot 2g} \right),$$

где $П_т$ — производительность конвейера, т/ч; H — разность уровней концевых барабанов, м; v — скорость ленты конвейера, м/с; w — коэффициент сопротивления движению ленты, для опор на подшипниках качения $w = 0{,}04$; $G_р$ — вес роликоопор на 1 м длины конвейера, кгс; n — коэффициент, учитывающий сопротивления на барабанах, $n = 1{,}2$.

6. ДЛИННОБАЗОВЫЕ ПЛАНИРОВЩИКИ

Планировка сельскохозяйственных земель — одно из важнейших условий эффективного использования сельскохозяйственной техники и обеспечения высоких и устойчивых урожаев. Особенно важное значение имеют планировочные работы в зоне поливного земледелия, где в результате планировки полей обеспечивается равномерное увлажнение почвы при сокращении норм полива.

Различают капитальную (строительную) и текущую (эксплуатационную) планировки. Капитальные планировочные работы выполняют при строительстве или реконструкции оросительных или осушительных систем, при этом существенно изменяется поверхность почв. Текущую планировку производят регулярно перед посевом, как агротехническое мероприятие для поддержания созданной при капитальной планировке поверхности.

Капитальную планировку выполняют в два этапа: грубую (предварительную) и точную (окончательную). Грубую планировку выполняют общестроительные землеройные машины, главным образом, скреперы и бульдозеры. Окончательную планировку производят длиннобазовые планировщики. Эти же машины осуществляют и текущую планировку.

Рабочий процесс длиннобазового планировщика заключается в срезании грунта в повышенных местах рельефа, транспортировке его в ковше и последующей отсыпке в понижениях.

Поскольку ковши планировщиков выполнены бездонными, рабочий процесс осуществляется, как правило, без вмешательства машиниста.

Перед работой длиннобазовых планировщиков сельскохозяйственные земли должны быть соответствующим образом подготовлены. Так, в зоне орошения, сначала осуществляют грубую планировку поля с обеспечением заданного проектного уклона. Эту работу выполняют скреперами и бульдозерами в соответствии с проектом планировочных работ, вынесенным на местность. Кроме того, участок, предназначенный для планировки, должен быть вспахан или обработан рыхлителем.

Протяженность неровностей, подлежащих планировке длиннобазовыми планировщиками, не должна превышать 30 м, а их высота 0,2 м.

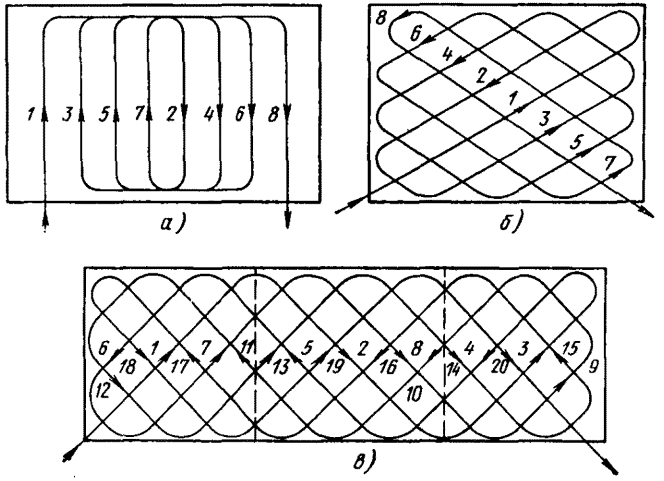


Рис. 87. Способы выполнения планировочных работ:
а — загонный; *б* — планировка диагональными проходами при форме поля, близкой к квадратной; *в* — планировка диагонально-перекрестными проходами при удлиненном поле

В зоне осушения почва содержит значительное количество древесных остатков, которые до работы планировщиков должны быть удалены, а после вспашки поля должны быть тщательно продискованы для размельчения глыб и дерна.

Выполняют планировочные работы путем сплошной планировки поля длиннобазовыми планировщиками. Число проходов устанавливают технологией проведения работ в зависимости от сложности исходного рельефа и требуемой точности.

Применяют следующие способы планировки: загонный (рис. 87, *а*) и диагонально-перекрестный (рис. 87, *б* и *в*). При планировке загонным способом могут быть выполнены один-четыре прохода, причем каждый последующий проход делается под углом 60° к направлению предыдущего прохода. Диагонально-перекрестный способ более производительный, но требует повышенной квалификации машиниста и позволяет планировать в два-четыре прохода. При обоих способах последний проход выполняют загонным способом вдоль длинной стороны поля или в направлении полива в зоне орошения.

Глубину копания в процессе планировки, как правило, не регулируют. Необходимое положение ковша по высоте устанавливают до начала планировочных работ таким образом, чтобы режущая кромка ковша находилась на 3—5 см выше опорной плоскости колес. При необходимости (переполнение ковша грунтом, недостаток силы тяги трактора) ковш в процессе работы можно приподнимать с последующим возвратом в исходное положение.

Для сохранения плодородного слоя почвы в последнее время применяют специальные способы планировки. Хотя объем земляных работ при этом увеличивается, однако повышается и урожайность полей, что в целом окупает произведенные затраты в короткий срок. Существуют следующие способы планировки с сохранением верхнего плодородного слоя: кулисный, способ планировки по полосам с однократным или двукратным перемещением грунта, планировка с буртованием. Особенностью указанных способов планировки является последовательность технологических операций: частичное или полное снятие и транспортировка в сторону верхнего плодородного слоя почвы; планировка нижнего подстилающего слоя; возвращение на поле почвы верхнего слоя и распределение его по полю; планировка верхнего слоя почвы. Таким образом, при планировке полей с сохранением верхнего плодородного слоя длиннобазовые планировщики используют при планировке нижнего подстилающего слоя грунта и затем верхнего, плодородного.

Земляные работы по перемещению плодородного слоя почвы в сторону и обратно выполняют обычно скреперами и бульдозерами, которые осуществляют также грубую (предварительную) планировку подстилающего слоя грунта.

Принимают спланированное поле визуально, с помощью нивелировки или на орошаемых землях — пробным поливом. В большинстве случаев нивелируют около 20% всей площади спланированного участка. При этом прокладывают через все поле несколько поперечных полос так, чтобы они проходили через участки срезок и насыпей в характерных местах.

Отклонения отметок спланированной поверхности участков в зоне орошения допускаются в пределах ±5 см от проектных отметок, пониженных на величину средней осадки поверхности, при условии, что эти отклонения не создают обратных уклонов.

Технические характеристики длиннобазовых планировщиков, выпускаемых промышленностью, приведены в табл. 16.

Таблица 16

Технические характеристики планировщиков

Показатель	Д-719	П-4	П-2,8	ПА-3
Тип машины	Прицепная к трактору Т-100МГС		Прицепная к тракторам ДТ-75	Т-74
Ковш:				
тип	Бездонный			
объем, м³	3,5	3,0	2,2	0,6
Рабочая ширина захвата, м	4,0	4,0	2,8	3,05
Рыхлитель:				
рабочая ширина, м	4,0	—	—	—
глубина рыхления, м, не менее	0,1	—	—	—
Ходовая часть:				
тип колес	Пневматические	Металлические	Пневматические	
Число колес, шт.:				
передних	2			
задних	4		2	
Колея колес, м:				
передних	2,03	1,9	1,5	1,3
задних	2,9	3,0	2,2	2,35
База машины, м:				
в рабочем положении	12,0	15,0	15,0	11,22
в транспортном положении	8,0	8,5	10,78	—
Скорость км/ч:				
рабочая	2,35—4,5		II и III скорости трактора	
передвижения по дороге:				
асфальтированной	20—25		До 25	
грунтовой	15		15	
Минимальный радиус поворота, м:				
в рабочем положении	15	16	16	7,5
в транспортном положении	11	12	12	—
Дорожный просвет, м	0,45	0,38	0,33	0,2
Управление рабочими органами	Гидравлическое			Автоматическое
Габаритные размеры в рабочем положении, м:				
длина	14,66	17,75	17,95	12,1
ширина	4,59	4,37	3,14	3,86
высота	2,43	2,4	2,2	1,35
Масса планировщика (без трактора), кг	6000	3300	2500	1640
Расчетная производительность в один след, га/ч	1,2	1,2	0,8	1,22

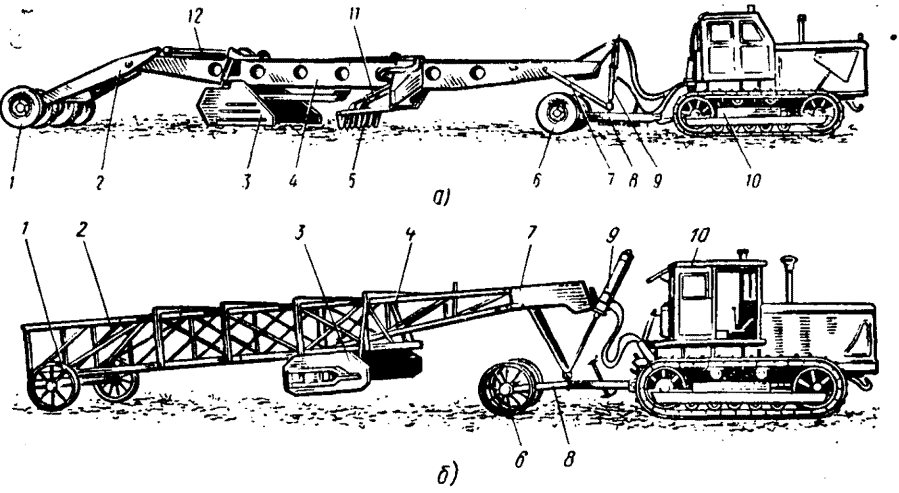


Рис. 88. Длиннобазовые планировщики:
а — Д-719; *б* — П-4

Длиннобазовый планировщик Д-719 (рис. 88, *а*) является прицепной машиной к трактору Т-100МГС, оснащенному гидроприводом. Планировщик состоит из передней и задней рам, ковша, рыхлителя, передней и задней ходовых тележек и гидросистемы.

Передняя рама *4* планировщика выполнена в виде балки коробчатого сечения. В передней части рама опирается посредством гидроцилиндра *9* и тяги *7* на переднюю ходовую тележку *6*. Рама к передней тележке прикреплена с помощью шарового шарнира, расположенного на дышле *8*. Дышло *8* одним концом приварено к поперечной балке, имеющей по концам фланцы для крепления полуосей двух колес с пневматическими шинами 310×406, а на другом его конце находится сцепное устройство для прицепки планировщика к трактору *10*. В нижней части дышла установлена винтовая опора, используемая для подъема его на нужную высоту при прицепке планировщика к трактору. Рама *4* шарнирно соединена с задней рамой *2*, опирающейся на заднюю тележку *1*.

Задняя рама *2* выполнена в виде двух балок, соединенных поперечиной. Верхние концы балок посредством гидроцилиндров *12* соединены с передней рамой *4*, а на поперечине установлены четыре колеса с пневматическими шинами 310×406. Задняя тележка имеет два положения: рабочее и транспортное. В рабочем положении задней тележки штоки гидроцилиндров *12* полностью втянуты, а колеса тележки максимально удалены от ковша *3* планировщика. При этом расстояние между передними и задними колесами планировщика составляет 12 м, что необходимо для повышения планирующей способности машины. Для перевода задней тележки в транспортное положение штоки гидроцилиндров *12* полностью выдвигаются, а колеса тележки максимально приближаются к ковшу. Расстояние между передними и задними колесами при этом составляет 8 м, маневренность машины увеличивается и обеспечивается необходимый клиренс под ковшом. Машина из рабочего положения в транспортное переводится из кабины трактора без выполнения каких-либо монтажных и вспомогательных работ, что является достоинством данной модели.

Рабочими органами планировщика являются рыхлитель и ковш. Рыхлитель *5* выполнен в виде фермы с зубьями и шарнирно подвешен к передней раме *4* планировщика. Заглубляют рыхлитель с помощью гидроцилиндров *11*. Зубья рыхлителя выполнены съемными, подвешены на осях и зафиксированы в вертикальном положении с помощью пальцев, которые являются предохранительными элементами. При превышении допустимой нагрузки на зуб срезается палец с поворотом

зуба, что исключает его поломку. При полном заглублении рыхлителя глубина рыхления составляет 100 мм при горизонтальном положении рамы планировщика.

Ковш *3* состоит из задней стенки с отвалом и двух боковых стенок. Подвешен он шарнирно к раме планировщика, причем ось шарнира совпадает с продольной осью планировщика. Отвал ковша оборудован съемными ножами с двусторонней заточкой. С тыльной стороны задняя стенка ковша усилена ребрами. На боковых стенках в их нижней части смонтированы плужки, предназначенные для разравнивания земляных валиков, остающихся на поле при проходах планировщика вследствие просыпания грунта из ковша.

Фиксирование положения ковша относительно шарнира подвески достигается с помощью двух винтовых стяжек, которыми ковш прикреплен к раме. Регулировка длины стяжек позволяет настроить ковш таким образом, чтобы его режущая кромка была горизонтальной.

Гидравлическая система планировщика служит для управления рабочими органами машины и для перевода планировщика из рабочего положения в транспортное и обратно. Гидросистема планировщика питается от гидропривода трактора.

Гидросистема состоит из гидроцилиндров, дросселей, запирающих клапанов, трубопроводов и рукавов высокого давления. Гидроцилиндры планировщика двойного действия, унифицированы между собой и отличаются только длиной. Глубину копания в процессе планировки изменяют с помощью гидроцилиндра *9*, установленного на передней тележке планировщика. Для удобства управления на гидроцилиндре установлена рейка-указатель с делениями, которые показывают подъем или опускание режущей кромки ковша в сантиметрах относительно опорной поверхности колес. На гидроцилиндре *9*, а также на гидроцилиндрах *11* рыхлителя установлены клапаны, которые предназначены для запирания обеих полостей гидроцилиндров при нейтральном положении рычагов гидрораспределителя или при неработающем насосе.

На магистралях к гидроцилиндрам задней тележки размещены дроссели. Управление гидроцилиндрами — раздельное.

Длиннобазовый планировщик П-4 (рис. 88, *б*) является прицепным к трактору Т-100МГС, оснащенному гидроприводом. Машина состоит из рамы, ковша, передней и задней ходовых тележек и гидросистемы.

Рама планировщика сварная, выполнена в виде пространственной фермы, состоит из двух частей: передней *4* и задней *2*. Обе части соединены между собой болтами, причем сечение задней рамы *2* таково, что в нее может быть вдвинута передняя рама *4*, что необходимо для перевода планировщика из рабочего в транспортное положение. Передней своей частью с помощью балансирного устройства рама опирается на переднюю тележку *6*, которая снабжена дышлом *8* со сцепным устройством и двумя металлическими колесами. На дышле имеется домкрат.

Задняя рама *2* опирается на заднюю тележку *1* с двумя металлическими колесами. Ковш *3* планировщика — бездонный, по своей конструкции аналогичен ковшу планировщика Д-719. Прикреплен ковш к раме планировщика жестко, с помощью болтов и снимается при погрузке машины на железнодорожную платформу. На боковых стенках ковша смонтированы лыжи для облегчения передвижения планировщика через препятствия.

Гидросистема планировщика П-4 включает один гидроцилиндр *9*, установленный в передней части машины. Гидроцилиндр управляется из кабины трактора и позволяет изменять глубину копания. При максимально выдвинутом штоке под режущей кромкой ковша образуется клиренс, необходимый для транспортировки машины. Для повышения маневренности база планировщика может быть уменьшена с 15 до 10 м путем вдвигания передней *4* рамы в заднюю *2*. Для этого необходимо разъединить болты, соединяющие эти рамы, и подать трактор назад, чтобы передняя рама вдвинулась в заднюю, перемещаясь роликами в пазах швеллеров ее нижнего пояса. После этого рамы снова закрепляют болтами. Выпускают также модификацию рассматриваемого планировщика — планировщик П-4А. На этой машине установлены колеса на пневматических шинах.

Для текущей и предпосевной планировки выпускают прицепной П-2,8 и автоматический ПА-3 планировщики. Прицепной планировщик П-2,8 состоит из

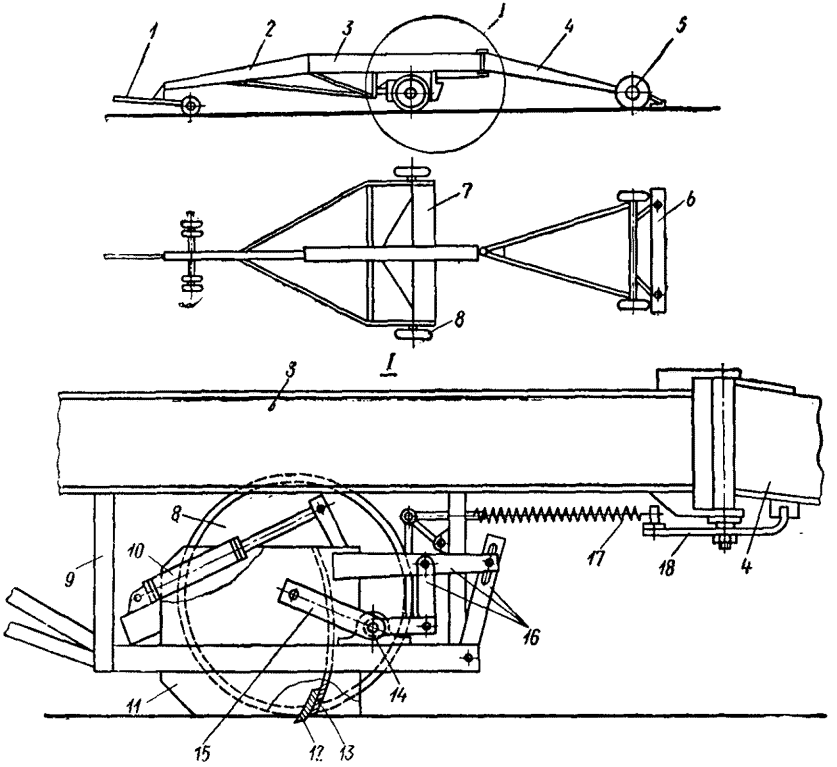


Рис. 89. Автоматический планировщик ПА-3

рамы, бездонного ковша, передней и задней тележек и гидросистемы. Конструкция узлов планировщика аналигична конструкции узлов планировщика П-4.

Автоматический планировщик ПА-3 (рис. 89) предназначен для текущей и предпосевной планировки на предварительно вспаханной почве. Планировщик может быть также использован в качестве скрепера при перемещении взрыхленной почвы и при легких дорожно-строительных работах после предварительного рыхления почвы.

Планировщик ПА-3 работает в сцепе с гусеничными тракторами ДТ-54А, ДТ-75, Т-74 и состоит из следующих основных узлов: рамы, ковша *7*, системы автоматики, гидросистемы, ходовых тележек *1* и *5* и заглаживающего устройства *6*. Рама имеет переднюю *2*, среднюю *3* и заднюю *4* секции. Передняя секция *2* представляет собой балку коробчатого сечения, сваренную из листовой стали. В передней части секции имеются вертикальные направляющие пазы и винтовой механизм для регулировки высотного положения шарового шарнира, которым передняя секция *2* рамы связана с передней ходовой тележкой *1*. Средняя секция *3* состоит из двух боковин, сваренных между собой с помощью ребер жесткости. С передней секцией *2* средняя секция *3* соединена болтами, а с задней секцией *4* — шарниром, ось которого вертикальна, это позволяет повысить маневренность машины, так как на поворотах задняя секция *4* со средней секцией *3* могут образовывать некоторый угол в плане. Снизу к средней секции прикреплен ковш с системой автоматики и гидросистемой.

Задняя секция рамы представляет собой жесткий треугольник, боковыми частями которого являются балки корытообразного сечения, скрепленные бол-

тами, а основанием — задняя ходовая тележка *5*. Колеса задней ходовой тележки *5* установлены на конических роликоподшипниках.

На оси задних колес посредством рычагов установлено заглаживающее устройство в виде доски, которую можно закреплять в трех положениях: транспортном, свободного приглаживания почвы собственным весом доски и принудительного уплотнения с разгрузкой задних колес и передачей части веса планировщика на доску. При транспортировке на большие расстояния заднюю секцию укладывают на среднюю и закрепляют цепью. При этом машина опирается на колеса передней тележки и колеса *8* системы автоматики, расположенные справа и слева от ковша *7*.

Передняя тележка *1* состоит из рамы с установленными на ней металлическими колесами, дышла с прицепной серьгой и кронштейнов для соединения передней тележки с шаровой опорой рамы планировщика. Для предотвращения налипания земли колеса имеют очистители. Ковш *7* планировщика бездонный, имеет отвал *13* с ножом *12* и боковые стенки *11*. С рамой ковш соединен посредством каркаса *9*, который для увеличения жесткости связан раскосами с передней секцией рамы.

Особенностью планировщика ПА-3 является система автоматического управления глубиной копания. Датчиками системы являются два колеса *8*, расположенные по обе стороны ковша и установленные на двуплечих рычагах *15*, закрепленных на валу *14*, вращающемся в подшипниках, закрепленных на каркасе *9* ковша. Двуплечий рычаг *15* через рычаги *16* связан с ковшом. Работа системы автоматики происходит следующим образом. При наезде колес *8* на возвышение они приподнимаются и поворачивают рычаг *15*, который через систему рычагов *16* опускает ковш относительно каркаса *9*. При этом срезается возвышение и набирается грунт в ковш. В дальнейшем, при опускании колес *8* во впадину, автоматически ковш поднимается и впадина заполняется грунтом.

Имеется устройство, регулирующее планирующую способность машины на поворотах. Оно состоит из пружины *17*, один конец которой посредством рычага *18* связан с задней секцией *4* рамы и другой конец посредством цепи и шарнирно-рычажной системы связан с ковшом. Во время поворота машины, когда устойчивость средней секции *3* рамы снижается вследствие поворота относительно нее в плане задней секции *4*, натяжение пружины *17* увеличивается путем поворота рычага *18*. При этом ковш несколько приподнимается над уровнем земли, а собранный грунт равномерно распределяется на участке, облегчая маневрирование.

Гидросистема планировщика ПА-3 включает гидроцилиндр *10* с трубопроводами, который питается от гидросистемы трактора. Гидроцилиндр предназначен для ручного управления глубиной копания. С его помощью можно устанавливать ковш в исходное положение при работе в автоматическом режиме или регулировать высоту положения ковша при использовании планировщика ПА-3 в качестве скрепера.

Производительность планировщика (в га/ч)

$$П = 0{,}1\,\frac{Bv}{z},$$

где B — ширина захвата, м; $v_р$ — рабочая скорость, км/ч; z — число проходов планировщика, на практике планируют в среднем за 2—3 прохода.

Число проходов может быть определено на основании следующих соображений. Показатель, характеризующий планирующую способность планировщика за один проход, определяется согласно выражению

$$A = \frac{h_1}{h},$$

где h и h_1 — средние высоты неровностей, отсчитываемые от средней плоскости до и после одного прохода планировщика.

Чем меньше показатель A, тем выше планирующая способность.

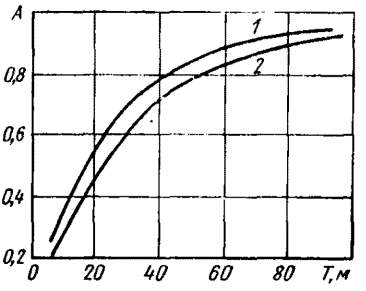


Рис. 90. График зависимости показателя A планирующей способности от длины неровностей:
1 — для планировщика Д-719; 2 — для планировщика П-4

Следовательно, после первого прохода планировщика средняя высота неровностей $h_1 = Ah$. После второго прохода планировщика средняя высота неровностей $h_2 = Ah_1 = A^2h$. При числе z проходов

$$h_z = A^z h.$$

Если требуемая средняя высота неровностей по окончании планировки Δ (для рисовых чеков $\Delta = 5$ см), то из этой формулы получим $\Delta = A^z h$, откуда число проходов планировщика, необходимое для достижения требуемой ровности поля,

$$A^z = \frac{\Delta}{h}; \quad z \lg A = \lg\left(\frac{\Delta}{h}\right),$$

откуда

$$z = \frac{\lg\left(\frac{\Delta}{h}\right)}{\lg A},$$

или, обозначив

$$\frac{\Delta}{h} = [A],$$

где $[A]$ — показатель, характеризующий планирующую способность, при которой требуемая точность планировки может быть достигнута за один проход, получим

$$z = \frac{\lg [A]}{\lg A}.$$

Если точность выполнения предварительной планировки скреперами или бульдозерами находится в пределах ± 20 см, тогда для рисовых чеков $[A] = 0{,}25$.

Планирующая способность данного планировщика определяется его конструкцией и длиной базы, а также зависит от длины планируемых неровностей. Приближенно (без учета переднего балансира)

$$A = \frac{\alpha}{\sqrt{1 + (1-\alpha)^2 - 2(1-\alpha)\cos \nu l}},$$

где $\alpha = l/L$ (l — расстояние от режущей кромки ковша до оси задних колес, м; L — длина базы планировщика, м); $\nu = \pi/s$ (s — длина неровностей, измеряемая как расстояние между двумя ближайшими точками пересечения контура рельефа средней плоскостью). Период неровностей $T = 2s$.

Как следует из формулы для определения показателя A, планирующая способность тем лучше, чем меньше длина неровностей. График зависимостей планирующей способности от длины неровностей представлен на рис. 90.

Поскольку значения высоты и длины неровностей для различных конкретных условий могут существенно отличаться одно от другого, в технической характеристике планировщиков приводится производительность при планировке в один след.

Сила тяги, необходимая для перемещения планировщика (в кгс),

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4,$$

где W_1 — сопротивление перемещению; W_2 — сопротивление резанию; W_3 — сопротивление перемещению призмы волочения; W_4 — сопротивление рыхлению.

Сопротивление перемещению

$$W_1 = f_1 G,$$

где f_1 — коэффициент сопротивления перекатывания колес планировщика, $f_1 = 0{,}1 \div 0{,}15$ (меньшее значение принимают при капитальной планировке, большее — при текущей); G — вес планировщика, кгс.

Сопротивление резанию

$$W_2 = \frac{2\pi K^2 Bh\,(1 - A)}{Tf_{\text{пр}}\gamma_{\text{р}} \sqrt{1 + \left(\frac{2\pi K}{Tf_{\text{пр}}\gamma_{\text{р}}}\right)^2}},$$

где K — удельное сопротивление резанию, средние значения которого составляют для планировки грунтов I категории — 15 000, II категории без рыхления 20 000, с рыхлением 15 000 кгс/м^2; h — высота срезаемых неровностей, м, для предварительных расчетов $h = 0{,}2$ м; T — период неровностей (суммарная длина срезки и засыпки), м, для предварительных расчетов $T = 60$ м; $f_{\text{пр}}$ — приведенный коэффициент сопротивления перемещению призмы волочения, $f_{\text{пр}} = f + f_2 \cos^2 \gamma$ (f — коэффициент трения грунта о грунт; f_2 — коэффициент трения грунта о металл; γ — угол резания отвала планировщика); $\gamma_{\text{р}}$ — объемный вес разрыхленного грунта, $\gamma_{\text{р}} = \gamma_{\text{п}}/k_{\text{р}}$ кгс/м^3 ($\gamma_{\text{п}}$ — объемный вес плотного грунта, принимаем $\gamma_{\text{п}} = 1700 \div 1850$ кгс/м^3; $k_{\text{р}}$ — коэффициент разрыхления, принимаем $k_{\text{р}} = 1{,}2 \div 1{,}3$).

Сопротивление перемещению призмы волочения

$$W_3 = BH\,(1 - A)\,\frac{f_{\text{пр}}\gamma_{\text{р}}}{2\pi}\left[1 + \frac{1}{\sqrt{1 + \left(\frac{2\pi K}{Tf_{\text{пр}}\gamma_{\text{р}}}\right)^2}}\right].$$

Сопротивление рыхлению

$$W_4 = \psi nhbK' \text{ кгс},$$

где ψ — коэффициент, учитывающий расширение площади скола на одном зубе; n — число зубьев; h — средняя глубина рыхления, м; b — ширина зуба, м; K' — удельное сопротивление рыхлению, принимаемое в среднем $K' = 20\,000$ кгс/м^2.

МАШИНЫ ДЛЯ НАРЕЗКИ КАНАЛОВ

1. ПЛУЖНЫЕ КАНАЛОКОПАТЕЛИ

Машины непрерывного действия для нарезки водоподводящих и водоотводящих каналов называют каналокопателями. Каналокопатели различают по типам рабочих органов, средствам образования отвалов и способам навески на тягачах.

Схема классификации выпускаемых каналокопателей представлена на рис. 91.

По типам рабочих органов различают каналокопатели плужные, плужно-роторные, двухроторные и многоковшовые. Последние могут быть цепными или роторными с ножевыми, фрезерными и шнековыми откосообразователями.

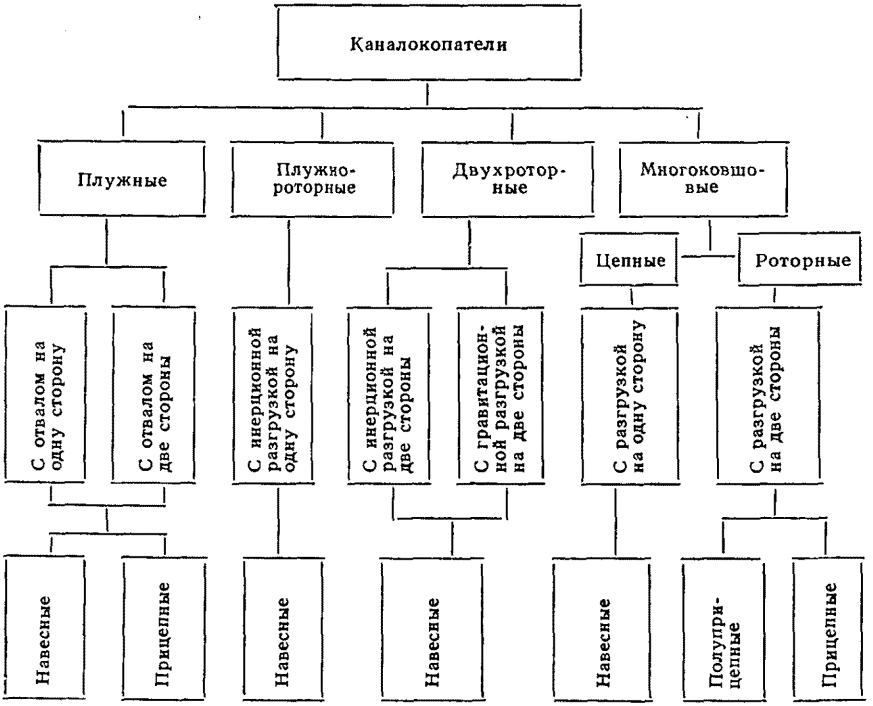


Рис. 91. Классификация выпускаемых каналокопателей

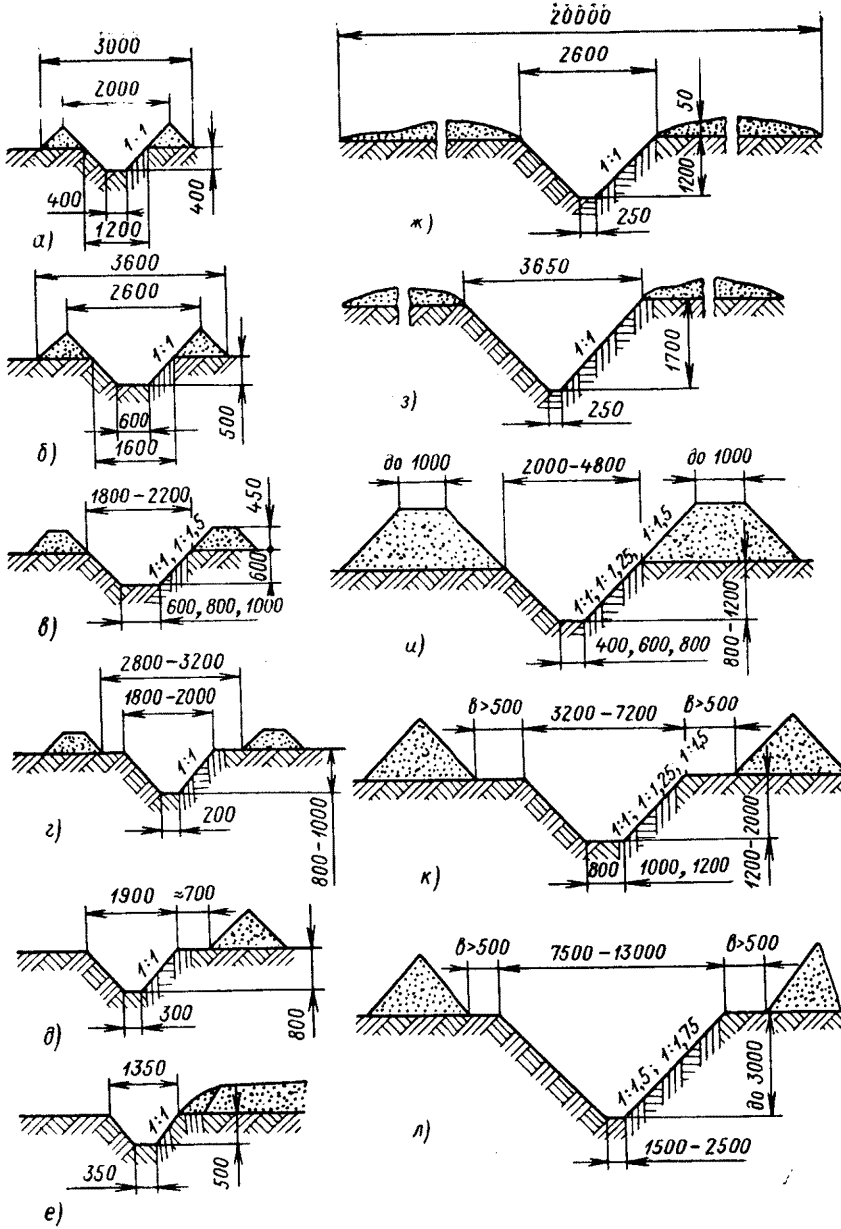


Рис. 92. Профили каналов, отрываемых каналокопателями:

а — МК-12 (МК-19); *б* — Д-716 (МК-16); *в* — Д-267А (МК-13-I); *г* — КМ-1400М (МК-13-II); *д* — НОК-800; *е* — МК-17; *ж* — КФН-1200А; *з* — ЭТР-172; — *и* ЭТР-122; *к* — ЭТМР-201А (Б); *л* — ЭТР-301

Грунт каналокопателями может отваливаться на одну или обе стороны пассивными отвалообразователями, роторами с гравитационной и инерционной нагрузкой или ленточными конвейерами. По способам навески различают каналокопатели навесные, полунавесные и прицепные.

Каналокопатели, как правило, образуют канал за один проход. Профили каналов, отрываемых каналокопателями, показаны на рис. 92. На том же рисунке показаны формы отвалов, образуемых различными каналокопателями.

Тип каналокопателя для выполнения работ выбирают в зависимости от зоны применения, необходимых сечений и расположения отвалов. При этом следует иметь в виду, что каналокопатели как машины, выполняющие строго определенные операции, применяют, как правило, в комплексе с другими машинами. Так, например, каналокопатели в зонах осушения применяют совместно с кавальероразравнивателями, распределяющими отвалы по всей площади; каналокопатели в зонах орошения применяют в комплексе с машинами, подготовляющими «подушки» для прокладки канала в полунасыпи или насыпи, а также с машинами, выполняющими облицовку канала.

К плужным каналокопателям относят землеройные машины непрерывного действия с пассивным рабочим органом в виде двух симметрично расположенных отвалов.

Плужные каналокопатели предназначены для прокладки каналов в зонах осушения и орошения. Они укладывают вынутый грунт в отвалы, расположенные вдоль отрываемого канала по обеим его сторонам; некоторые виды плужных каналокопателей имеют приспособления в виде бермообразователей, формирующих отвалы и образующих бермы.

Плужные каналокопатели выполняют навесными или прицепными к тракторам.

Технические характеристики плужных каналокопателей представлены в табл. 17.

Рассмотрим характерные конструкции плужных каналокопателей.

На рис. 93 представлен навесной плужный каналокопатель Д-716.

Каналокопатель имеет следующие основные элементы: лемех *1*, подъемные рабочие поверхности *2*, отвалообразователи *5*, заглаживающие открылки *4*, раму *6*, опорную лыжу *3* и навеску *7*. Глубина копания определяется положением опорной лыжи, которое регулируют винтовой опорой. Одновременно должно регулироваться положение заглаживающих открылков.

Для правильной работы плужного каналокопателя важна регулировка навески. Тяги навески должны быть расположены таким образом, чтобы пересечение их осей, соответствующее мгновенному центру вращения навесной части каналокопателя, было расположено в центре опорного контура трактора. Такое расположение тяг навески соответствует равномерному распределению давления гусениц на грунт и устойчивому движению плужного каналокопателя без выглубления или самопроизвольного заглубления при передвижении трактора по неровностям местности.

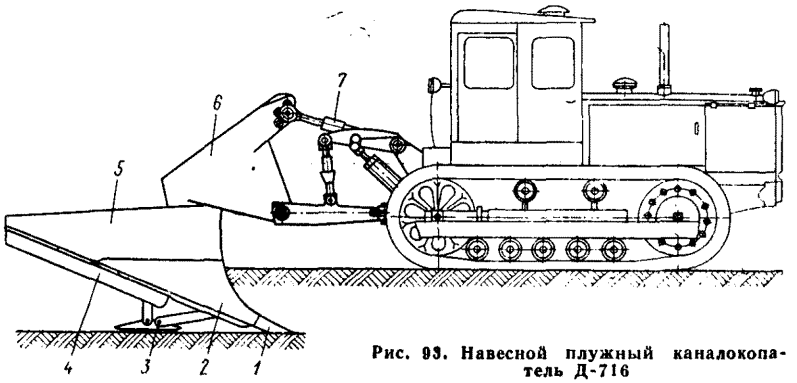


Рис. 93. Навесной плужный каналокопатель Д-716

Таблица 17

Технические характеристики плужных каналокопателей

Показатель	КМ-1400М	Д-267А	МК-13	МК-12	МК-19	Д-716	МК-16	НОК-800
Базовый тягач	2—3 трактора Т-100МБ (Т-130)	2 трактора Т-100М (Т-130)	1—3 трактора Т-130 или Т-130Б	Т-1000МГС (Т-4А-С4)	Т-4А-С4 Т-130.1.Г-3 (Т-100МГС)	Т-100МГС (Т-130.1.Г-3)	Т-130.1.Г-3 (Т-100МГС)	ДЭТ-250
Параметры отрываемого канала:								
глубина, м	До 1,0 (торфяной грунт) 0,8 (минеральный грунт)	До 0,6	0,6—0,8 (минеральный грунт) 1,0 (торфяной грунт)	0,4	До 0,5	0,5	0,5	0,8
ширина по дну, м	0,2	0,4; 0,6; 0,8; 1,0	0,2; 0,3; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0	0,4	0,4	0,6	0,6	0,3
заложение откосов	1 : 1	1 : 1; 1 : 1,5	Рабочие органы сменные, 1 : 1; 1 : 1,5	1 : 1	0,75 : 1; 1 : 1; 1 : 1,1	1 : 1	0,75 : 1; 1 : 1; 1 : 1,1	1 : 1
Техническая производительность в зависимости от категории грунта, км/ч	1,4—2,5	1,4—1,8	1,4—2,5	До 2,9	До 3,4	До 2,0	До 3,2	1 500—2 000 м³/ч
Установочная мощность, л. с.	200—300	200	200—300	100 (130)	160 (100)	100 (160)	160 (100)	250
Рабочие скорости, км/ч	2,2	2,2	2,2—3,5	2,2—3,0	2,2—3,5	2,2	2,2—3,5	2,3
Транспортные скорости, км/ч	3,5—5,4	3,5—5,4	До 10	3,5—5,4	3,5—5,4	3,5—5,4	3,5—5,4	До 20,5
Масса трактора, кг	13 400 (16 740)	11 400 (13 680)	11 400 (16 740)	12 400 (7 780)	13 680 (12 400)	12 400 (13 680)	13 680 (12 400)	25 000
Масса рабочего оборудования, кг	4 650	3 640	4 500 (для зон орошения), 5 500 (для зон осушения)	680	800	1 016	1 100	4 840

Примечания: 1. У каналокопателя НОК-800 рабочий орган одноотвальный, у остальных — двухотвальный. 2. Рабочим органом каналокопателей КМ-1400М и Д-267А управляют с помощью лебедки Д-269, остальными гидравлически. 3. Каналокопатель МК-13 может работать на тяге лебедок.

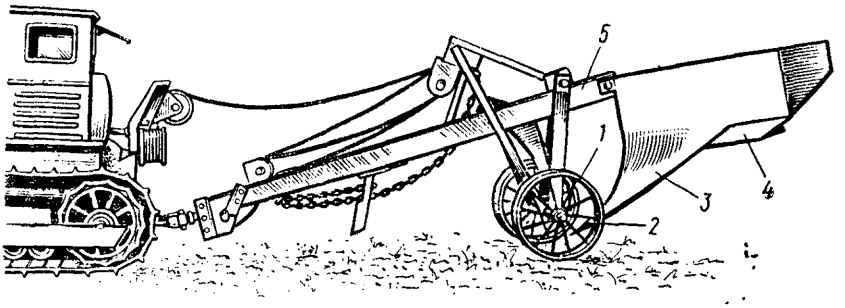


Рис. 94. Прицепной плужный каналокопатель Д-267А

На рис. 94 представлен прицепной плужный каналокопатель Д-267А. Рабочая часть каналокопателя состоит из лемеха *2*, подъемных поверхностей *3*, отвалообразователей *4* и не отличается от рабочей части навесного плужного каналокопателя. Отличие заключается в том, что рама *5* каналокопателя опирается одним концом на сцепное устройство трактора, а вторым — на ходовые колеса *1*. Заглубление каналокопателя для работы осуществляется опусканием рамы по отношению к колесам, которое осуществляется канатным полиспастом, а в новейших конструкциях (например, в каналокопателе МК-13) заменяющим его гидроцилиндром.

Производительность плужного каналокопателя (в м³/ч)

$$П = 1000Fvk_{п},$$

где F — площадь поперечного сечения канала, м²; v — рабочая скорость трактора, км/ч; $k_{п}$ — коэффициент пробуксовки трактора, $k_{п} = 0{,}8 \div 0{,}9$ (более низкие значения при более тяжелых грунтах).

Как правило, каналокопатель работает на первой передаче трактора и соответственно в расчет должна включаться первая скорость трактора.

Площадь поперечного сечения канала (в м²)

$$F = h\,(b + hi),$$

где h — глубина канала, м; b — ширина канала по дну, м; i — коэффициент заложения откосов канала.

Рабочая часть каналокопателя с известным приближением представляет собой косой клин, расположение которого в пространстве определяется углом наклона к горизонту и углом наклона в плане: угол наклона к горизонту (угол подъема) $\alpha = 20 \div 35°$; угол наклона в плане по отношению к продольной оси каналокопателя $\gamma = 35 \div 45°$. В некоторых современных моделях плужных каналокопателей предусмотрена возможность регулировки углов наклона рабочих элементов в зависимости от свойств грунтов.

Мощность, затрачиваемая при работе плужного каналокопателя (в л. с.),

$$N = (N_{коп} + N_{под} + N_{сд} + N_{пер})\frac{1}{\eta_{тр}},$$

где $N_{коп}$ — мощность, затрачиваемая на копание; $N_{под}$ — мощность, затрачиваемая на подъем грунта; $N_{сд}$ — мощность, затрачиваемая на сдвиг грунта бермообразователями; $N_{пер}$ — мощность, затрачиваемая на передвижение самой машины; $\eta_{тр}$ — КПД передвижения трактора на рабочей скорости.

После подстановки значений составляющих расхода мощности получим

$$N = \frac{П}{270\,000\eta_{тр}}\left[\left(K + \frac{\gamma(h+H)}{2\eta_{\alpha}} + \frac{\gamma Bf}{\eta_{\beta}}\right)(1 + f_2E) + \frac{G_{т}f_1 + G_{к}f_2}{F}\right],$$

где $П$ — производительность каналокопателя, м³/ч; K — удельная энергоемкость копания, принимают $K = 10\,000$ кгс·м/м³ для грунтов I категории, $K = 20\,000$ кгс·м/м³ для грунтов II категории и $K = 30\,000$ кгс·м/м³ для грунтов III категории; γ — удельный вес грунта, кгс/м³; h — глубина канала, м; H — высота отвала, м; η_α — КПД рабочей плоскости отвала, $\eta_\alpha = \operatorname{tg}\alpha/\operatorname{tg}(\alpha + \rho)$ [α — угол подъема рабочей плоскости отвала; ρ — угол трения грунта о поверхность отвала]; B — дальность перемещения грунта в горизонтальном направлении (из канала в отвал), м; f — коэффициент трения грунта по грунту, $f \approx 1$; η_β — КПД отвала бермообразователя, $\eta_\beta = \operatorname{tg}\beta/\operatorname{tg}(\beta + \rho)$ [β — угол наклона в плане отвала бермообразователя]; f_2 — коэффициент трения опоры каналокопателя о грунт, $f_2 \approx 0{,}7$; $E = p_z/p_x \approx 0{,}4$ — соотношение между вертикальной и горизонтальной составляющими усилия копания; $G_т$ — вес трактора, кгс; $G_к$ — вес каналокопателя, кгс; f_1 — приведенный коэффициент сопротивления передвижению трактора, $f_1 \approx 0{,}2$; F — площадь поперечного сечения канала, м².

2. ПЛУЖНО-РОТОРНЫЕ И ДВУХРОТОРНЫЕ КАНАЛОКОПАТЕЛИ

К плужно-роторным каналокопателям относят землеройные машины непрерывного действия с комбинированным рабочим органом в виде наклонного ротора и отвала. Наклонный ротор разрабатывает грунт и выносит его за пределы канала. Пассивный отвал разрабатывает часть сечения канала и отваливает разрабатываемый грунт на вращающийся ротор.

Кроме режущих элементов ротор имеет выносные лопатки. Для инерционного выброса грунта ему сообщают достаточно высокую частоту вращения. Схема действия плужно-роторного каналокопателя показана на рис. 95, *а*.

Характерной особенностью плужно-роторного каналокопателя является относительно низкая энергоемкость процесса копания, так как только часть сечения траншеи разрабатывается активным рабочим органом в условиях блокированного забоя; основная часть забоя разрабатывается пассивным рабочим органом в условиях полусвободного резания. По той же причине полусвободного резания плужно-роторные каналокопатели при равных сечениях канала требуют значительно более низких тяговых усилий по сравнению с плужными каналокопателями. Одновременно, по сравнению с плужными каналокопателями, они обеспечивают отрытие более ровных каналов с гладкими стенками без местных уплотнений и вырывов. Ротор *2* образует опережающую щель в грунте. Отвал *1* вырезает грунт и направляет его на ротор *2*. Грунт, выброшенный ротором, располагается вдоль трассы канала в виде кавальера *3*.

К двухроторным (двухфрезерным) экскаваторам-каналокопателям относят землеройные машины непрерывного действия с рабочим органом в виде двух наклонных роторов (фрез). Каждый из роторов оснащен режущими элементами и выбросными лопатками. В зависимости от частоты вращения роторов обеспечивается гравитационная разгрузка с расположением отвалов непосредственно вдоль канала или инерционная разгрузка с выбросом грунта на значительное расстояние и распределением его относительно тонким слоем по полю.

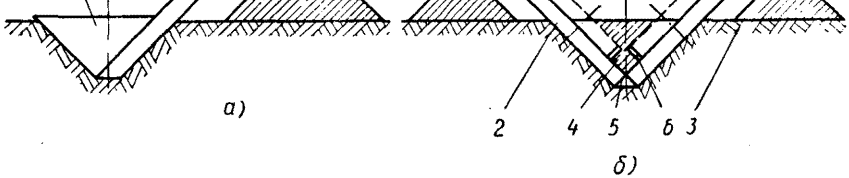


Рис. 95. Схемы действия каналокопателей:
а — плужно-роторного; *б* — двухроторного (двухфрезерного); *1* — отвал; *2* — ротор; *3* — кавальер; *4* — целик грунта; *5* — средний нож; *6* — рушители

Двухроторные экскаваторы-каналокопатели, так же как и плужно-роторные каналокопатели, обеспечивают отрытие гладких каналов с ровными стенками и не требуют значительных тяговых усилий. Схема действия двухроторного каналокопателя показана на рис. 95, *б*. Роторы *2* прорезают две наклонные опережающие щели. Грунт целика *4* разрушается средним ножом-отвалом *5* и специальными рушителями *6*, падает на роторы и выносится ими в кавальеры *3*, располагающиеся вдоль трассы канала. Следует отметить важное значение рушителей в рабочем процессе двухроторного экскаватора: они обеспечивают относительно равномерное обрушение целика грунта, без их воздействия грунт обрушается крупными порциями, создавая пульсирующую нагрузку, приводящую к периодическим перегрузкам приводов роторов.

Технические характеристики плужно-роторных и двухроторных экскаваторов-каналокопателей приведены в табл. 18.

Конструкция плужно-роторного каналокопателя показана на рис. 96. Рабочий орган машины навешен на тракторе *1* при помощи стандартной навесной системы *2*. Ротор *8* приводится во вращение от вала отбора мощности трактора телескопическим карданом *11*. На роторе расположены режущие элементы *10* и выбросные лопатки *9*. Дальность отброса грунта регулируется поворотным открылком *5* направляющего кожуха при помощи гидроцилиндра *6*. Отвал *7* жестко закреплен на раме *4* рабочего органа. Рама соединена с навесной системой трактора при помощи дополнительного гидроцилиндра *3*, регулирующего положение рабочего органа и переводящего его в транспортное положение.

Конструкции двухроторных (двухфрезерных) экскаваторов-каналокопателей рассмотрим на примере навесного на тракторе каналокопателя КФН-1200А с механическим приводом и экскаватора-каналокопателя ЭТР-172 с гидравлическим приводом на специальном шасси высокой проходимости.

Каналокопатель КФН-1200А (рис. 97) является навесным на тракторе Т-100МБГС. Навесная система *10* переводится из рабочего положения в транспортное гидроцилиндрами *1*. Дополнительный подъем рабочего органа *3* в транспорт-

Таблица 18

Техническая характеристика плужно-роторных и двухроторных экскаваторов-каналокопателей

Показатель	МК-17	КФН-1200А	ЭТР-122	ЭТР-172
Тип рабочего органа	Плужно-роторный	Двухроторный инерционный	Двухроторный гравитационный	Двухроторный инерционный
Базовый тягач	ДТ-75	Т-100МБГС	Т-180Г	—
Параметры отрываемых каналов:				
глубина, м	0,5	1,2	1,2	1,7
ширина по дну, м	0,3	0,25	0,4; 0,6; 0,8	0,25
заложение откоса	1 : 1	1 : 1	1 : 1; 1 : 1,25; 1 : 1,5	1 : 1
Техническая производительность, м³/ч	120	300	400	400
Установочная мощность, л. с.	75	100	180	170
Рабочие скорости, м/ч	320—940	33—270	100—400	30—580
Транспортные скорости, км/ч	До 10,85	2,36—5,4	2,4—8	1,42; 4,54
Управление	Гидравлическое			Гидравлическое с системой автоматики
Масса машины, т	8 (с противовесом)	20,0	28,0	23,0

Примечание. Производительность каналокопателей МК-17 и ЭТР-122 дана по грунту II категории, а каналокопателей КФН-1200А и ЭТР-172 — по грунту I категории.

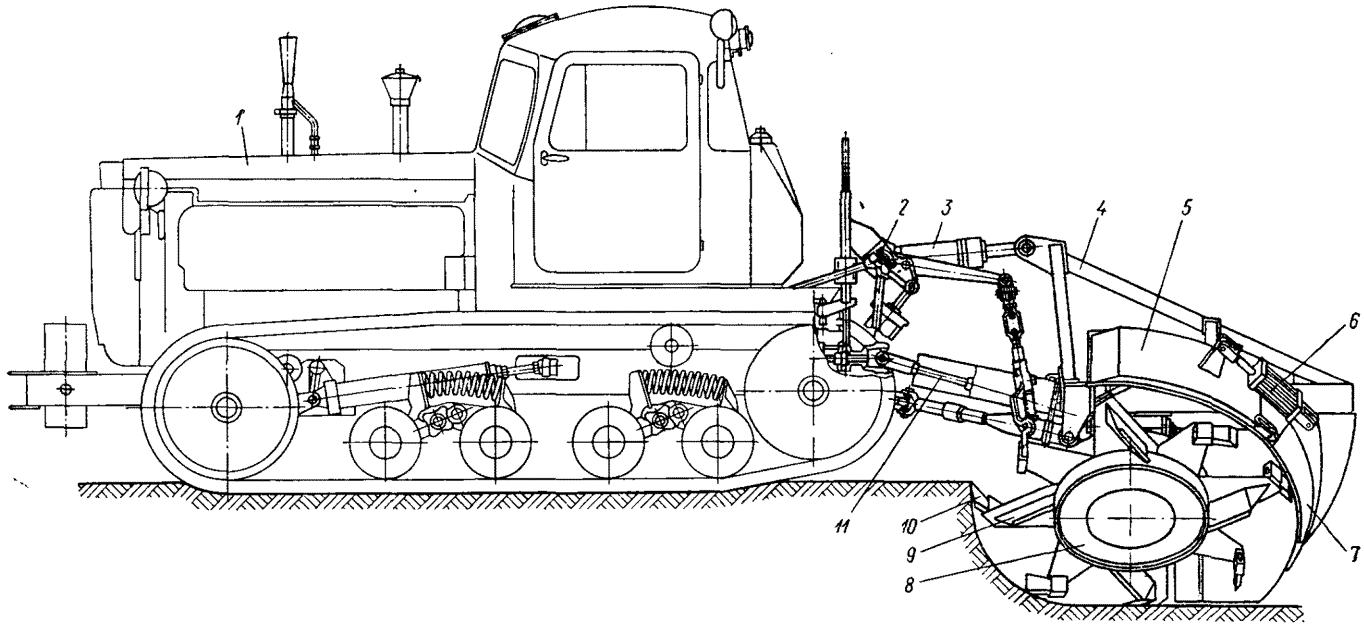


Рис. 96. Плужно-роторный каналокопатель МК-17

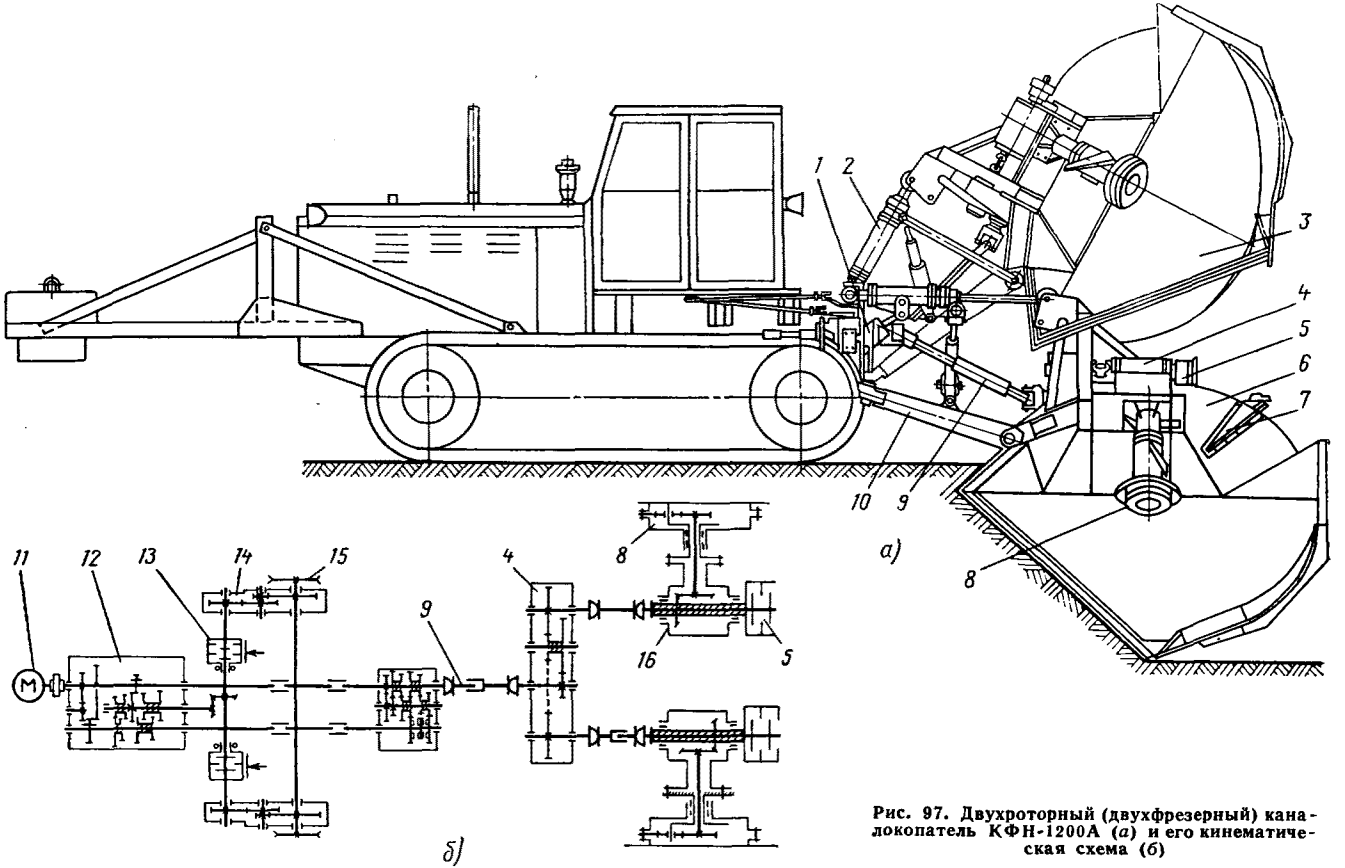


Рис. 97. Двухроторный (двухфрезерный) канало-копатель КФН-1200А (*а*) и его кинематическая схема (*б*)

ном положении, а также выравнивание его расположения по отношению к горизонту в рабочем положении осуществляются гидроцилиндрами *2*. Роторы *6* приводятся во вращение от вала отбора мощности трактора через карданный вал *9*, раздаточный редуктор, конические редукторы *16* и планетарные редукторы *8*, встроенные в корпуса роторов. Крутящий момент, передаваемый при встрече роторов с труднопреодолимыми препятствиями во время работы, ограничивается муфтами предельного момента *5* на коническом редукторе *16*. Роторы оснащены режущими элементами, расположенными по периферии каждого ротора, и выбросными лопатками *7*.

Кинематическая схема каналокопателя КФН-1200А представлена на рис. 97, *б*. От двигателя *11* трактора через коробку передач *12*, фрикционы *13* и бортовые редукторы *14* движение передается звездочкам *15* гусеничного хода трактора. Роторы приводятся во вращение от вала отбора мощности через карданный вал *9*, раздаточный редуктор *4*, конические редукторы *16* с муфтами предельного момента *5* и планетарные редукторы *8*.

В каналокопателе ЭТР-172 (рис. 98) применен объемный гидропривод всех механизмов, включая механизмы рабочего и транспортного хода машины. В передней части машины, вынесенной вперед для уравновешивания рабочего органа, расположена силовая станция *1*. Силовая станция включает двигатель ЯМЗ-238, раздаточный редуктор и насосную станцию, питающую все исполнительные механизмы. Двухместная кабина *2* имеет круговое остекление. В ней расположены все золотники управления гидросистемой и приборы наблюдения за работой двигателя и гидросистемы. Сзади машины при помощи навески *4* закреплен двухроторный рабочий орган *5*. Поднимают и опускают рабочий орган гидроцилиндром *3*, а изменяют его положение по отношению к навеске гидроцилиндром *6*. Такая система позволяет устанавливать рабочий орган в необходимом положении при любой заданной глубине копания. Гусеничный ход *8* машины многоопорного жесткого типа с приводом от гидромоторов через планетарные редукторы *7*.

Кинематическая схема экскаватора показана на рис. 98, *б*. Двигатель *9* с раздаточным редуктором *10* и насосами *12* выполнен в виде одного блока. Двигатель соединен с раздаточным редуктором при помощи эластичной муфты *11*. Ходовой механизм приводится в движение гидромоторами *14* через двухступенчатый планетарный редуктор *13*, что обеспечивает два диапазона рабочих и транспортных скоростей. В пределах рабочего диапазона скорость изменяется бесступенчато регулированием количества масла, подаваемого гидромоторам. Привод роторов осуществляется от гидромоторов *15* через двухскоростную коробку *16* и планетарный редуктор, встроенный в корпус ротора. Привод ротора обеспечивает две скорости: более высокая предназначена для разработки торфянистых грунтов с разбросом грунта по полю; более низкая скорость — для разработки минеральных грунтов с укладкой их на небольшом расстоянии от бровки канала.

Производительность плужно-роторных и двухроторных экскаваторов-каналокопателей может ограничиваться выносной способностью или мощностью привода. Как правило, на слабых грунтах производительность ограничивается выносной способностью, а на тяжелых грунтах — мощностью машины.

Производительность плужно-роторного каналокопателя по выносной способности ротора (в м³/ч)

$$П_в = 45 n b_р (D_р^2 - d_р^2) k_н,$$

где n — частота вращения ротора, об/мин; $b_р$ — ширина активной части ротора, м; $D_р$ — наружный диаметр активной части ротора, м; $d_р$ — внутренний диаметр активной части ротора, м; $k_н$ — коэффициент наполнения активной части ротора, зависящий от формы режущих элементов и выбросных лопаток, $k_н = 0{,}4 \div 0{,}6$.

Производительность двухроторного каналокопателя по выносной способности роторов (в м³/ч)

$$П_в = 90 n b_р (D_р^2 - d_р^2) k_н.$$

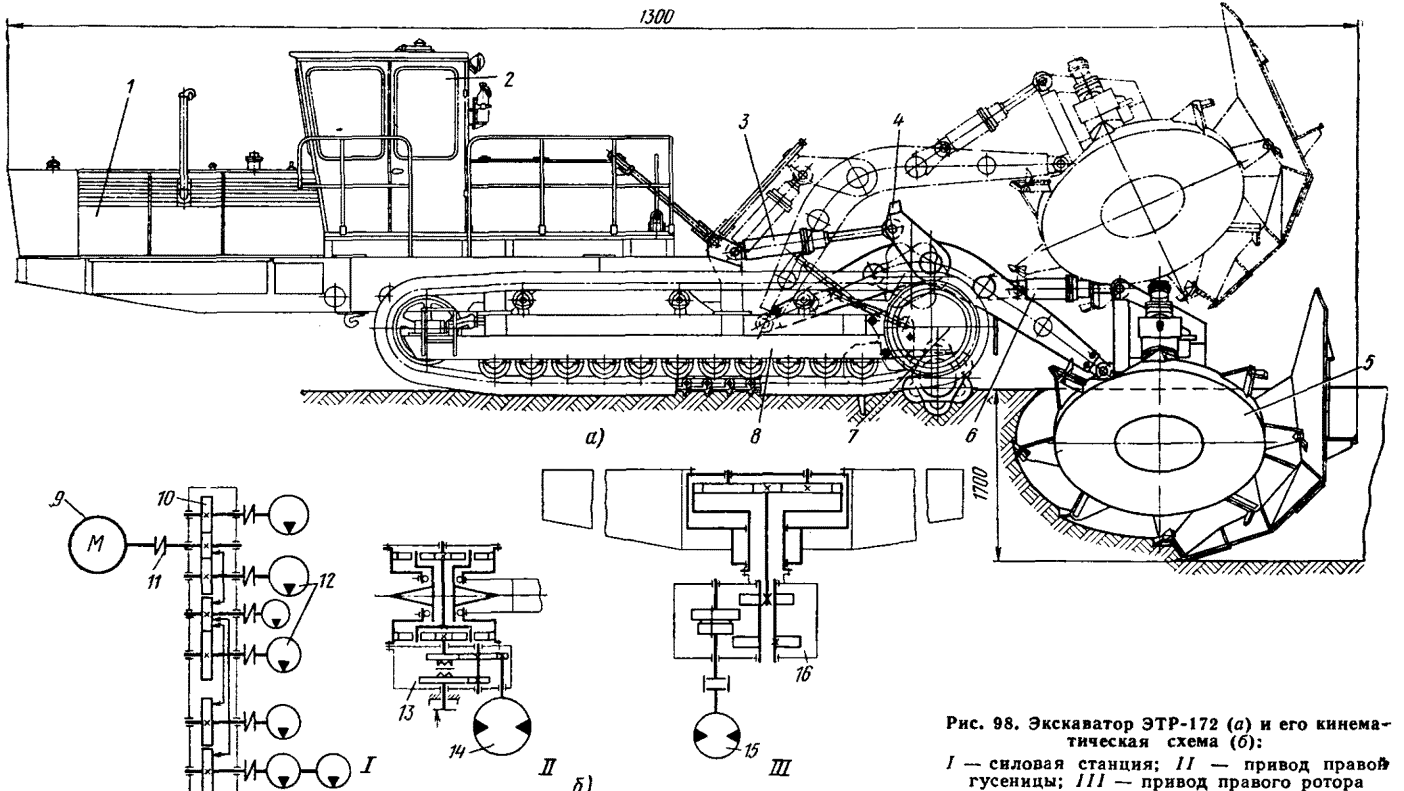


Рис. 98. Экскаватор ЭТР-172 (*а*) и его кинематическая схема (*б*):

I — силовая станция; *II* — привод правой гусеницы; *III* — привод правого ротора

Плужно-роторные и двухроторные экскаваторы-каналокопатели работают с гравитационной и инерционной нагрузкой. При частоте вращения ротора ниже критической происходит гравитационная разгрузка; при частоте вращения ротора выше критической — инерционная разгрузка.

Критическая скорость (в м/с)

$$v_{кр} = \sqrt{gR_р \sin \beta},$$

где g — ускорение свободного падения, м/с^2; $R_р$ — радиус активной части ротора (радиус крайних точек выбросных лопаток или лопастей), м; β — угол наклона ротора, определяемый заложением откоса.

При гравитационной разгрузке для улучшения условий выноса грунта и обеспечения нужного расположения его на берме канала скорость ротора принимают равной $v_р = 1{,}1 \div 1{,}25 v_{кр}$, при инерционной разгрузке минимальная скорость ротора должна быть не менее $v_р = 2v_{кр}$.

Максимальная скорость ротора ограничивается динамическими нагрузками и износом режущих элементов, составляя для работы на минеральных грунтах $v_р = 6 \div 7$ м/с, для работы на торфянистых грунтах $v_р = 9 \div 12$ м/с.

Диаметр ротора (в м) при гравитационной разгрузке определяется условиями размещения отвалов

$$D_р = (h + H)\sqrt{1 + i},$$

где h — глубина канала, м; i — коэффициент заложения откоса канала; H — высота отвала, м.

Для плужно-роторного каналокопателя

$$H_{пр} = \sqrt{h(b + hi) \operatorname{tg} \varphi_0 k_р};$$

для двухроторного каналокопателя

$$H_{др} = H_{пр}/\sqrt{2},$$

где b — ширина отрываемого канала по дну, м; $k_р$ — коэффициент разрыхления грунта, $k_р = 1{,}2 \div 1{,}3$; φ_0 — угол естественного откоса грунта.

Диаметр ротора при инерционной разгрузке определяется условиями выброса: верхняя бровка канала должна располагаться вблизи диаметральной плоскости ротора во избежание обратного заброса грунта в канал.

При коэффициенте заложения $i = 1 \div 1{,}5$ и обычно встречающейся ширине канала по дну $b = 0{,}25 \div 0{,}8$ м для предварительных расчетов можно принимать: при гравитационной разгрузке $D = (3 \div 4)\,h$, при инерционной разгрузке $D = (2 \div 2{,}5)\,h$.

Производительность плужно-роторных и двухроторных экскаваторов-каналокопателей (в м^3/ч) можно определять по рабочей скорости и сечению отрываемого канала

$$П = 1000vF.$$

где v — рабочая скорость, км/ч; F — площадь поперечного сечения канала, м^2.

Площадь поперечного сечения канала является заданной для данного строящегося канала, а рабочая скорость v изменяется в зависимости от категории грунта и поперечного сечения канала.

Мощность привода плужно-роторного или двухроторного экскаватора-каналокопателя (в л. с.)

$$N = N_{коп} + N_{под} + N_{разг} + N_{тр} + N_{пер},$$

где $N_{коп}$ — мощность, затрачиваемая на копание; $N_{под}$ — мощность, затрачиваемая на подъем грунта; $N_{разг}$ — мощность, затрачиваемая на разгон грунта; $N_{тр}$ — мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения при перемещении грунта; $N_{пер}$ — мощность, затрачиваемая на передвижение машины.

После подстановки значений составляющих расхода мощности получаем с достаточным приближением

$$N = \frac{П}{270\,000}\left\{\frac{1}{\eta_р}\left[\frac{K}{F}\left(F_р + \varepsilon F_0\right) + \frac{\gamma(h+H)}{2} + \frac{\gamma v_р^2}{2g}(1+\pi f) + \right.\right.$$

$$\left.\left. + \frac{\gamma f \pi D_р \cos\beta}{2}\right] + \frac{1}{F\eta_{пер}}\left[KF_0(1 + f_2\cos\delta_1) + G_т f_1 + G_к f_2\right]\right\},$$

где $П$ — производительность каналокопателя, м³/ч; K — удельная энергоемкость копания, кгс·м/м³; F_0—площадь сечения канала, разрабатываемая отвалом, м²; F — площадь поперечного сечения канала, м²; $F_р$ — площадь сечения канала, разрабатываемая ротором, м²; $\eta_{пер}$ — КПД привода передвижения машины; $\eta_р$ — КПД привода ротора; $\delta_1 \approx \delta_2 \approx 45°$ — угол наклона к вертикали результирующих усилий, действующих на ротор и на отвал; f_2 — коэффициент сопротивления передвижению каналокопателя; γ — удельный вес грунта, кгс/м³; $v_р$ — окружная скорость ротора, м/с; f — коэффициент трения грунта по грунту; g — ускорение свободного падения, $g = 9{,}81$ м/с²; $D_р$—диаметр ротора, м; β— угол наклона ротора по отношению к горизонту; h — глубина канала, м; H — высота отвала, м; $G_т$ — вес тягача, кгс; f_1 — коэффициент сопротивления передвижению тягача; $G_к$ — вес каналокопателя, кгс; ε — соотношение между энергоемкостями копания разрыхленного и плотного грунта, $\varepsilon \approx 0{,}3 \div 0{,}4$.

3. ШНЕКОРОТОРНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ-КАНАЛОКОПАТЕЛИ

Шнекороторные экскаваторы представляют собой землеройные машины непрерывного действия с рабочим органом в виде ротора и двух наклонных шнеков, оснащенных режущими элементами.

Ротор *1* (рис. 99) образует опережающую выемку в грунте. Шнеки *2* разрабатывают боковые стороны канала в условиях полублокированного копания и подают разработанный грунт вниз вдоль откоса к ротору *1*. Ротор поднимает весь разработанный грунт вверх и выгружает его на отвальные конвейеры *3*. Часть сечения канала, расположенная под шнеками, подрезанная со всех сторон, обрушивается вниз и также выносится в отвал. Для обеспечения равномерного обрушения на наиболее крупных шнекороторных экскаваторах установлены дополнительные фрезы-рушители *4*.

Технические характеристики выпускаемых шнекороторных экскаваторов ЭТР-201Б и ЭТР-301 приведены в табл. 19.

Конструкция шнекороторного экскаватора ЭТР-201Б с механическим приводом рабочих органов показана на рис. 100. Машина состоит из двух основных частей: тягача *1* и полуприцепной части *6*. Тягач выполнен на базе трактора Т-100М с удлиненной опорной базой *12* и вынесенным вперед двигателем *2*.

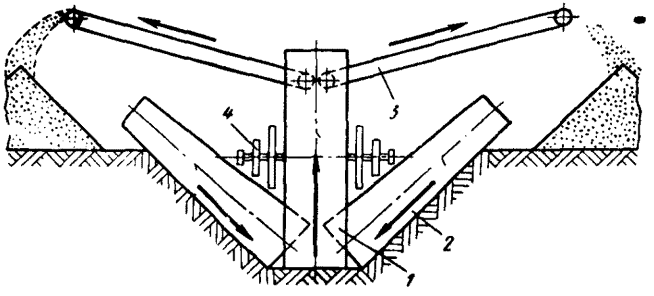
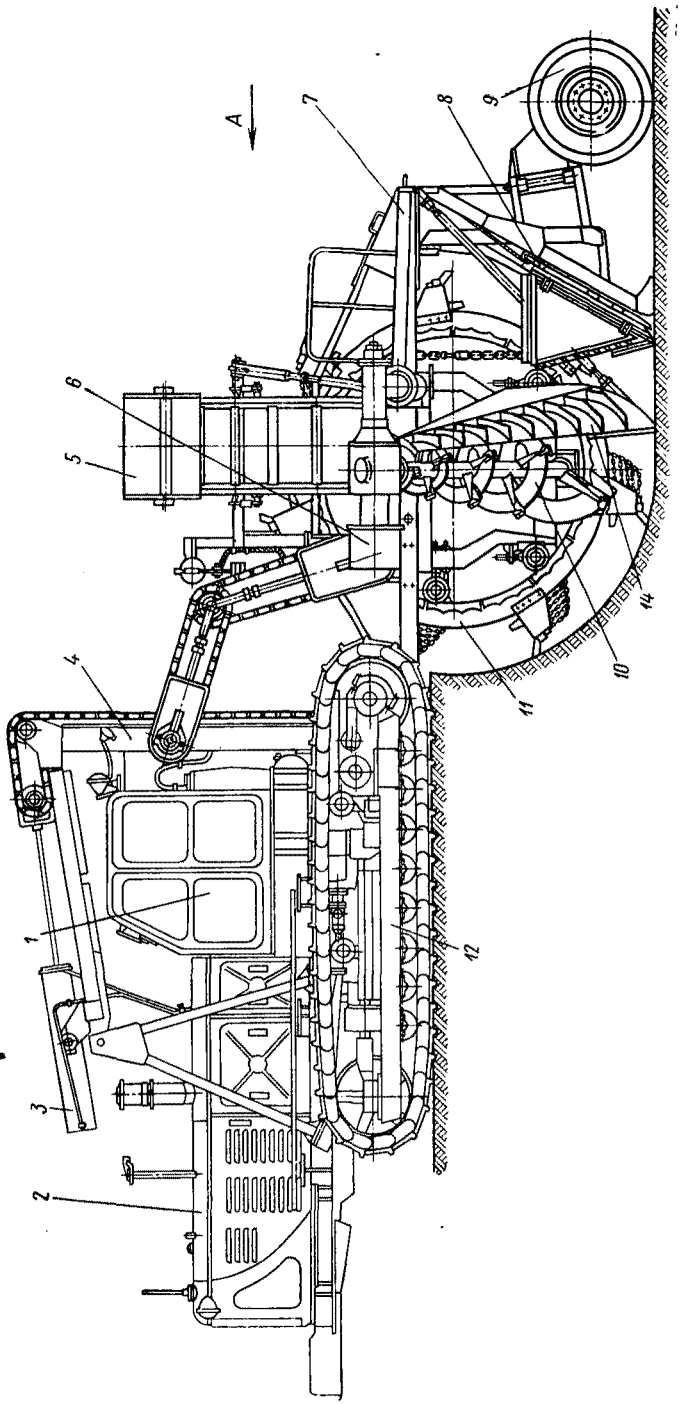


Рис. 99. Схема действия шнекороторного экскаватора


A
1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
14

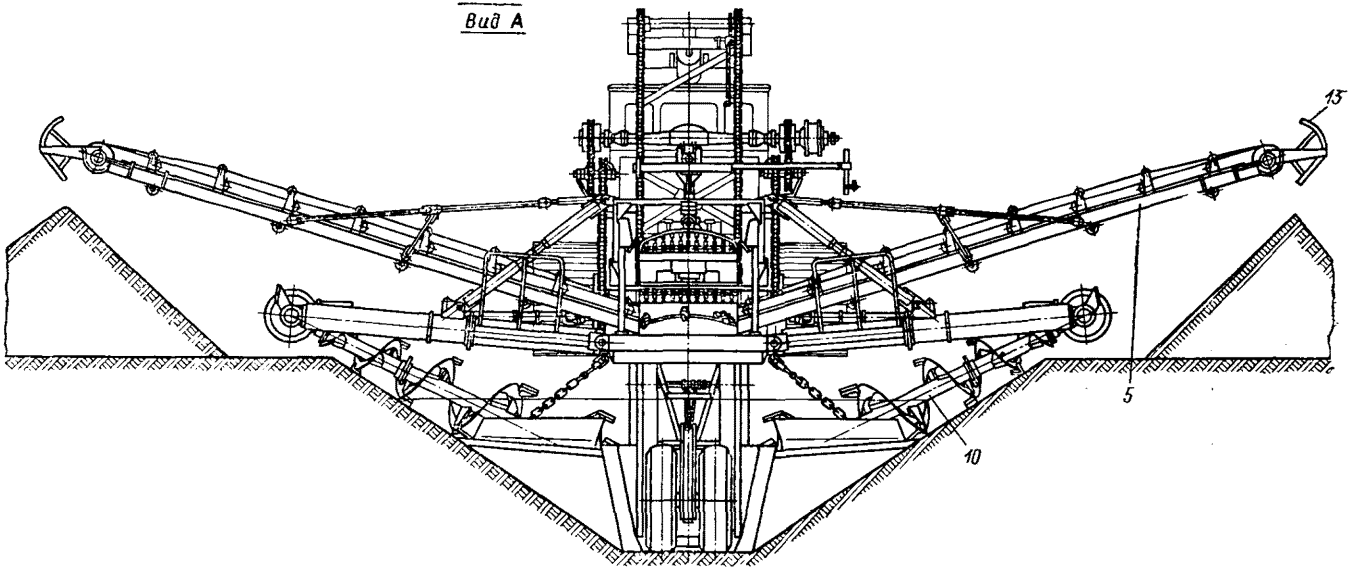


Рис. 100. Шнекороторный экскаватор ЭТР-201Б

Таблица 1

Техническая характеристика шнекороторных экскаваторов-каналокопателей

Показатель	ЭТР-201А, ЭТР-201Б	ЭТР-301
Размеры отрываемых каналов:		
глубина наибольшая, м	2,0	3,0
ширина по дну, м	0,8; 1,0; 1,2; 1,5	1,5; 2,0; 2,5
заложение откосов	1 : 1; 1 : 1,25; 1 : 1,5	1 : 1,5; 1 : 1,75
Базовый трактор	Трактор Т-100М с использованием узлов экскаватора ЭР-7АМ	Перекомпонованный трактор Т-180Г
Мощность силовой установки	108 л. с.	200 кВт
Тип навески рабочего оборудования	Полуприцепное	Прицепное
Техническая производительность, м³/ч		
в грунтах I категории	350	1 000
» » II »	250	750
» » III »	180	550
Трансмиссия	Механическая	Электрическая
Ротор:		
вместимость ковша, л	90	190
диаметр, м	3,5	5,09
скорость по окружности, м/с	1,75	1,21; 1,67
Шнеки:		
наибольший диаметр, м	1,15	1,4
скорость на наибольшем диаметре, м/с	1,89	2,19
Конвейеры:		
длина, м	6,0	8,0
ширина ленты, м	650	800
скорость, м/с	3,48	5,25
Скорости передвижения:		
рабочие, м/ч	19,4—195 (12 скоростей)	5—123 (бесступенчато)
транспортные, км/ч	0,89—3,43	3,0—4,8
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:		
длина	11 500	22 600
ширина	12 300	20 000
ширина без шнеков и конвейеров	3 220	5 160
высота	4 200	6 100
Общая масса машины, кг	35 000	76 000
Обслуживающий персонал	2	3

Полуприцепная часть машины опирается на тягач и на поворотные колеса *9*. Полуприцепная часть с тягачом соединена при помощи ползунов, передвигающихся по направляющим *4* при помощи цепей гидроцилиндрами *3*. Такое соединение дает возможность переводить машину из транспортного положения в рабочее с постепенным заглублением рабочего органа в забой. На раме *7* полуприцепной части экскаватора размещен ротор *11*, шнеки *10* и конвейеры *5*. На концах конвейеров установлены отбойные щиты *13*, регулирующие дальность отвала грунта. Позади роторов и шнеков установлены зачистные устройства *8* и *14*, окончательно профилирующие сечение канала.

Кинематическая схема экскаватора ЭТР-201Б показана на рис. 101.

От двигателя *1* движение передается коробке *3* передач напрямую или через дополнительную коробку *2*. От коробки *3* передач через дополнительные бортовые редукторы *4* приводятся в движение звездочки *18* гусеничного хода. Одновременно от первичного вала коробки передач через коробку *5* и карданный вал *6* приводятся в действие рабочие органы экскаватора. Для равномерной передачи крутящего момента на приводные звездочки *11* ротора *14* они соединены с карданным валом *6* через дифференциальный редуктор привода ротора *8* и две пары цепных передач *9*. Цепные передачи *9* установлены на шарнирно-сочлененных роликах, что позволяет передавать движение ротору при его подъеме или опускании. От вала *10* приводных звездочек *11* движение передается конвейерам *15* через раздаточный редуктор *17* и шнекам *13* через телескопические карданные валы *16*. Между карданными валами *16* и шнеками *13* установлены поворотные

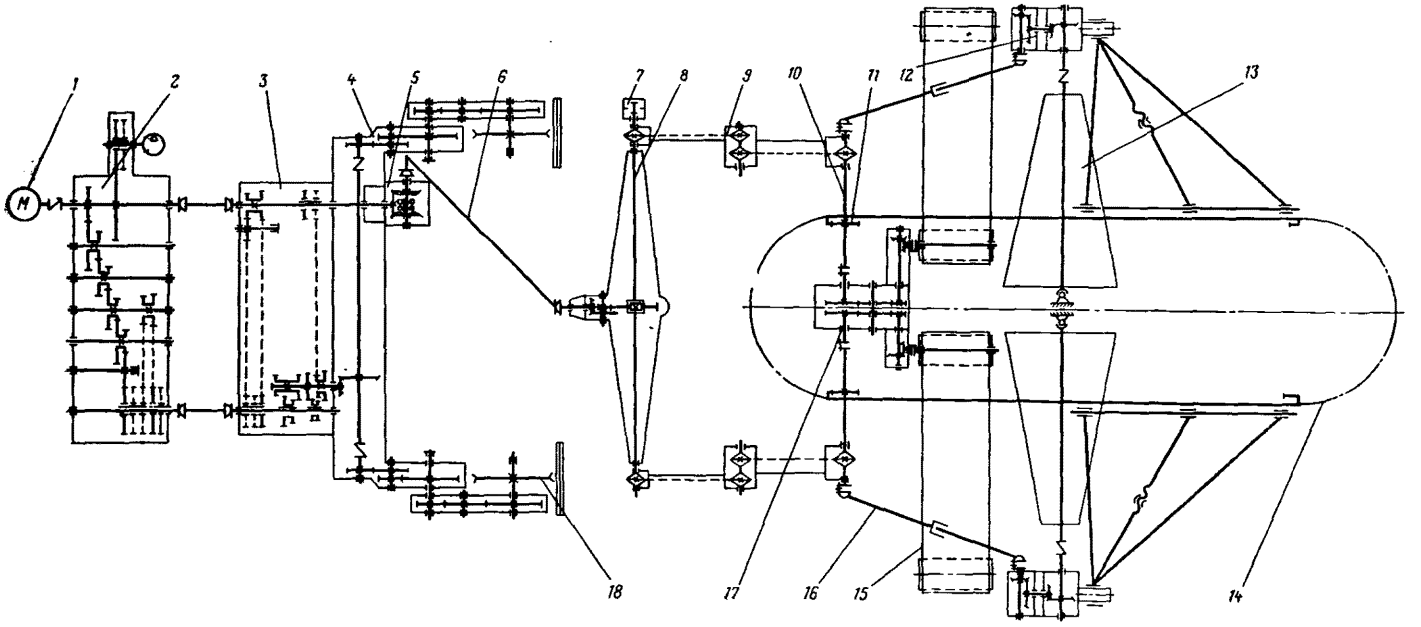


Рис. 101. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-201Б

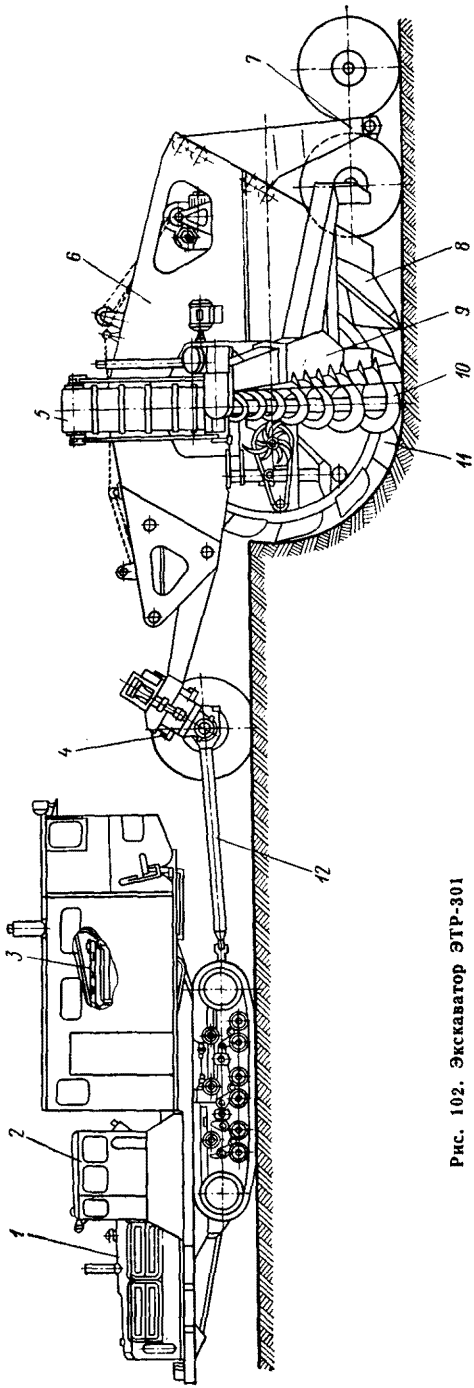


Рис. 102. Экскаватор ЭТР-301

конические редукторы *12*, позволяющие изменять наклон шнеков по отношению к ротору, что обеспечивает отрытие каналов с различным заложением откосов. На одной из полуосей дифференциального редуктора *8* установлена предохранительная муфта *7*, которая срабатывает при встрече рабочих органов с труднопреодолимыми препятствиями.

Экскаватор ЭТР-301 (рис. 102) с дизель-электрическим приводом выполнен прицепным к тягачу *2* и перемещается на передней колесной опоре *4* и задней балансирной колесной опоре *7*. Передние колеса машины разнесены и вместе с балансирной задней опорой образуют трехточечный опорный контур. Ось передних колес соединена с рамой *6* машины шарнирно, причем положение рамы по отношению к оси колес регулируется специальным механизмом с приводом от электродвигателя, который включается автоматической системой стабилизации, обеспечивающей постоянное вертикальное положение оси машины независимо от неровностей местности, по которой она перемещается.

На тягаче *2* установлен двигатель *1* транспортного передвижения машины и дизель-электрическая станция *3* мощностью 200 кВт. Рабочая часть экскаватора соединена с тягачом дышлом *12*. На раме *6* установлен ротор *11*, шнеки *10* и отвальные конвейеры *5*. Положение шнеков и конвейеров регулируется системой навески. Рама *6* может подниматься или опускаться при помощи полиспастов по отношению к передней колесной опоре *4* и задней балансирной опоре *7*, чем обеспечивается заглубление в забой и выглубление рабочей части машины. Сечение отрываемого канала профилируется зачистными устройствами *8* и *9*. Дальность отвалов регулируется отбойными щитами на концах конвейеров.

Кинематическая схема экскаватора ЭТР-301 представлена на рис. 103. Двигатель *5* тягача соединен при помощи промежуточного редуктора *4* с коробкой *3* передач, а от нее с задним мостом *9* и гусеничным ходом *8*. Промежуточный редуктор *4* может также приводиться в действие гидромотором *10*, питаемым гидронасосом *7* переменной подачи. Гидронасос *7* вращается электродвигателем *6* при рабочем ходе машины. Таким образом, тягач может перемещаться на транспортном ходу от собственного двигателя с различными скоростями, соответствующими передачам коробки передач, а при рабочем ходе — от электродвигателя (получающего энергию от дизель-электрической станции) с бесступенчатым изменением скоростей.

От электродвигателя *1* приводится в действие насос *2* смазки трансмиссии трактора в рабочем режиме. Основной рабочий орган машины — ротор *20* вращается электродвигателем *17* мощностью 100 кВт. От двигателя *17* вращение передается раздаточному редуктору *16* со встроенным дифференциалом, чем обеспечивается передача равных крутящих моментов на левое и правое цевочное зацепления. Питатели *26* и отвальные конвейеры *24* приводятся в движение электродвигателями *25* через раздаточные редукторы. Передняя опора рамы экскаватора поднимается при помощи полиспастов, лебедкой, состоящей из электродвигателя *30*, редукторов *28* и *29* и барабана *27*.

Задняя опора рамы машины соединена с балансирными задними колесами *36* полиспастом *35* и поднимается лебедкой, состоящей из электродвигателя *34*, редукторов *32* и *33* и барабана *31*.

Шток *12* механизма стабилизации соединен с передней осью *11* и приводится в движение электродвигателем через редукторы *14* и *15*. Рушители *21* вращаются от редуктора *16*, шнеки *22* от электродвигателя *18* через редуктор *19*.

Производительность шнекороторных экскаваторов-каналокопателей по выносной способности ротора (в м³/ч)

$$П_в = 0{,}06nmq\frac{k_н}{k_р},$$

где n — частота вращения ротора, об/мин; m — число ковшей ротора; q — вместимость ковша, л; $k_н$ — коэффициент заполнения с учетом частичного использования подковшового объема, $k_н = 0{,}9 \div 1{,}1$; $k_р$ — коэффициент разрыхления, $k_р = 1{,}1 \div 1{,}4$.

Производительность шнекороторных экскаваторов по рабочей скорости (в м³/ч)

$$П = 1000Fv,$$

где v — рабочая скорость, км/ч; F — площадь поперечного сечения канала, м², $F = (B + b)\,h/2 = h\,(b + hi)$ (B — ширина канала поверху, м; b — ширина канала по дну, м; h — глубина канала, м); i — коэффициент заложения откоса канала.

Общая мощность привода шнекороторного экскаватора (в л. с.)

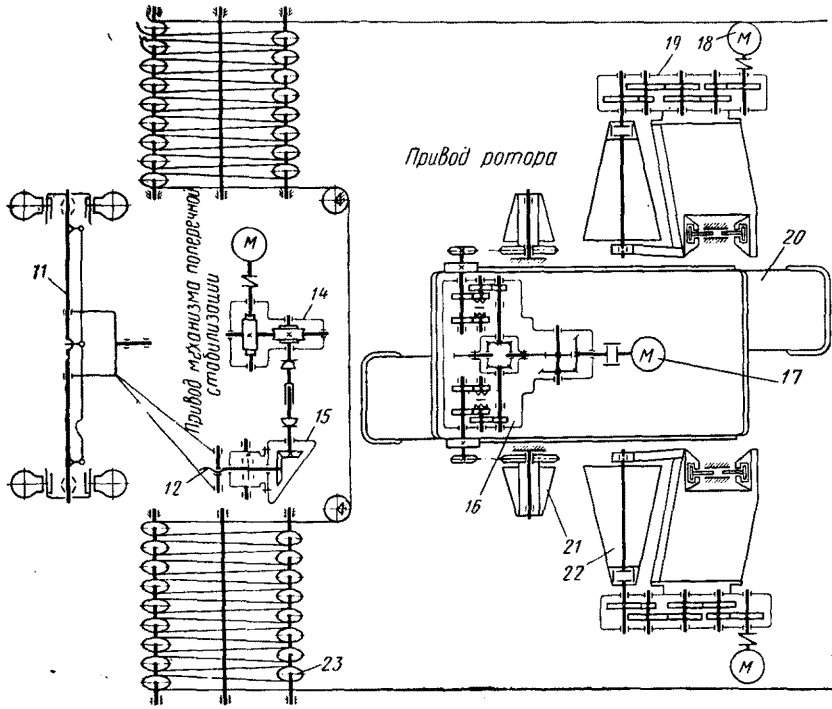
$$N = N_{к.\,р} + N_{к.\,ш} + N_{т.\,ш} + N_п + N_р + N_{тр} + N_{пер},$$

где $N_{к.\,р}$ — мощность, затрачиваемая на копание ротором; $N_{к.\,ш}$ — мощность, затрагиваемая на копание шнеками; $N_{т.\,ш}$ — мощность, затрачиваемая на транспортирование грунта шнеками; $N_п$ — мощность, затрачиваемая на подъем грунта ротором; $N_р$ — мощность, затрачиваемая на разгон грунта до скорости ротора; $N_{тр}$ — мощность, затрачиваемая конвейерами на разгон грунта, его подъем и перемещение в отвал; $N_{пер}$ — мощность, затрачиваемая на передвижение машины.

Подставляя значения составляющих мощностей, после преобразований получаем

$$N = \frac{П}{270\,000}\left[K\left(\frac{F_1}{F\eta_р} + \frac{F_2}{F\eta_{пр.\,ш}} + \frac{F - F_1}{F\eta_р}\varepsilon\right) + \frac{\gamma\left(\frac{h}{2} + h_0\right)}{\eta_р} + \frac{\gamma v_р^2}{2g\eta_р} + \right.$$

$$\left. + \frac{\gamma(F - F_1)}{F\eta_ш}(\operatorname{tg}\rho\operatorname{ctg}\beta - 1)\frac{h}{3} + \frac{\gamma v_к^2}{2g\eta_к} + \frac{\gamma\,(l_к\omega + h_к)\,m_х}{\eta_к} + \frac{G_т f_1 + G_к f_2}{F\eta_{пер}}\right],$$



где $П$ — производительность экскаватора-каналокопателя, м³/ч; K — удельная энергоемкость копания, в зависимости от категорий грунта, $K = 10\,000 \div 40\,000$ кгс·м/м³; F — площадь поперечного сечения отрываемого канала, м²; F_1 — площадь сечения, разрабатываемая ротором, м², $F_1 = bh$; F_2 — площадь сечения, разрабатываемая откосниками (шнеками), м², $F_2 = ih^2$ (h — глубина канала, м; i — коэффициент заложения откосов); $\eta_р$ — КПД привода ротора; $\eta_{пр.\,ш}$ — КПД привода шнека; γ — удельный вес грунта, кгс/м³; $\eta_ш$ — КПД винтовой поверхности шнека; ρ — угол внутреннего трения грунта; $v_р$ — скорость ротора, м/с; $l_к$ — длина конвейера, м; w — приведенное сопротивление движению ленты конвейера, $w = 0{,}05 \div 0{,}08$; ε — соотношение между энергоемкостями копания разрыхленного и плотного грунта, $\varepsilon = 0{,}3 \div 0{,}4$; $v_к$ — скорость ленты конвейера; h_0 — вы-

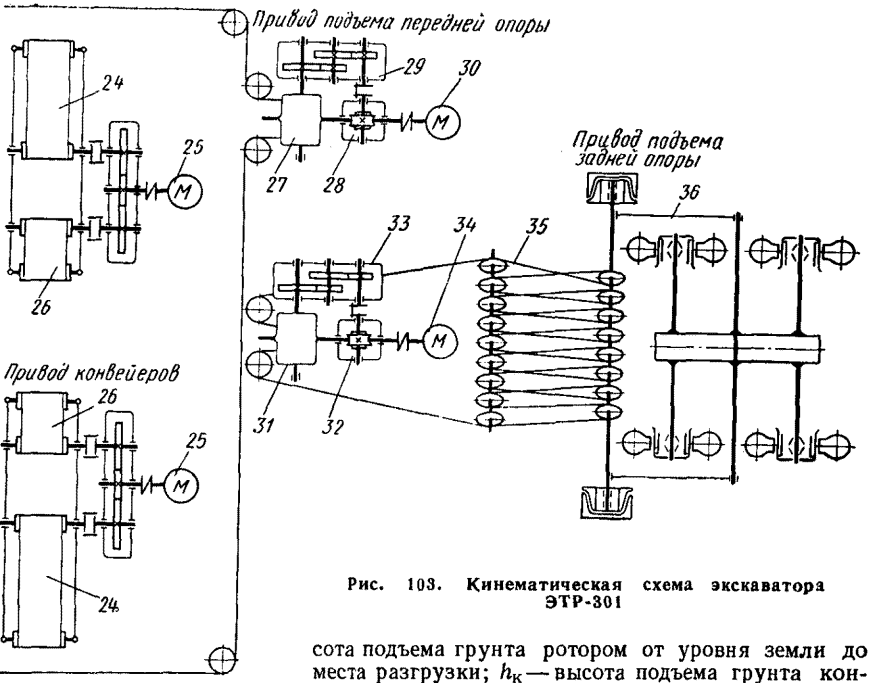


Рис. 103. Кинематическая схема экскаватора ЭТР-301

сота подъема грунта ротором от уровня земли до места разгрузки; $h_к$ — высота подъема грунта конвейером, м; m_x — коэффициент, учитывающий сопротивления холостого хода конвейера, $m_x = 1{,}5$; $\eta_к$ — КПД привода конвейера; $\eta_{пер}$ — КПД привода передвижения; $G_т$ — вес тягача, кгс; f_1 — приведенный коэффициент сопротивления перемещению тягача, $f_1 = 0{,}1 \div 0{,}2$; $G_к$ — вес прицепной части экскаватора, кгс; f_2 — приведенный коэффициент сопротивления перемещению колесной опоры, $f_2 = 0{,}08 \div 0{,}1$; β — угол наклона шнеков к горизонту.

Рассмотренные выражения при известной мощности привода, категории разрабатываемого грунта и сечении отрываемого канала дают возможность определить ожидаемую производительность $П$ для данных условий.

Выражение для определения мощности может быть представлено в упрощенном виде, т. е.

$$N = \frac{ПK_0}{270\,000},$$

где K_0 — приведенная удельная энергоемкость работы шнекороторного экскаватора в данных производственных условиях.

Если известно распределение объемов работ по категориям грунтов и сечениям отрываемых каналов, могут быть определены производительности экскаваторов на отдельных участках с приведенными удельными энергоемкостями K_{01}, K_{02}, ..., K_{0l}:

$$П_1 = \frac{270\,000N}{K_{01}}, \quad П_2 = \frac{270\,000N}{K_{02}}, \ldots, \quad П_l = \frac{270\,000N}{K_{0l}}$$

и ожидаемая средняя производительность машин на данном объекте

$$П_{ожид} = \frac{Q}{\frac{Q_1}{П_1} + \frac{Q_2}{П_2} + \cdots + \frac{Q_i}{П_i}},$$

где Q — объем работ на объекте, м³, $Q = \sum (Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_l)$ [Q_1, Q_2, Q_3, ..., Q_i—объемы работ на отдельных участках].

МАШИНЫ ДЛЯ СТРОИТЕЛЬСТВА МЕЛИОРАТИВНЫХ ТРУБОПРОВОДОВ

1. ЦЕПНЫЕ ТРАНШЕЙНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Одними из важнейших гидротехнических мероприятий мелиорации являются осушение и орошение земель, требующие строительства сложных инженерных систем и сооружений.

Мелиоративные системы ближайшего будущего проектируют с применением закрытых трубопроводов для большей части оросительной, коллекторно-дренажной и осушительной сети. Применение закрытых систем устраняет потери 4—6% площади, создает наилучшие условия для выращивания высоких урожаев сельскохозяйственных культур, обеспечивает предпосылки широкой механизации и автоматизации полевых работ, способствует борьбе с сорняками, резко снижает потери воды на фильтрацию и испарение, предопределяет значительное уменьшение затрат на эксплуатацию систем.

Мелиоративные трубопроводы можно разделить на три группы:

1) напорные трубопроводы (водоводы) для подачи воды на орошаемые и обводняемые земли;

2) дренажные трубопроводы в зоне осушения;

3) дренажные трубопроводы в зоне орошения.

Напорные трубопроводы укладывают из железобетонных, асбестоцементных, чугунных, стальных и пластмассовых труб различного диаметра. В настоящее время прокладывают напорные трубопроводы в основном траншейным способом. Разрабатывают средства и способы бестраншейного строительства трубопроводов из пластмассовых и стальных труб, почти полностью исключающие применение ручного труда.

При строительстве напорных мелиоративных трубопроводов широкое распространение получили роторные и цепные траншейные экскаваторы, а при строительстве дренажных линий специальные траншейные экскаваторы — дреноукладчики.

Цепные траншейные экскаваторы предназначены для отрывки траншей в грунтах I—III категорий. Траншейные экскаваторы отрывают траншеи с ровными стенками и дном, поэтому перед укладкой трубопроводов не требуются дополнительные планировочные работы. Разработанный грунт укладывается в отвалы, расположенные в непосредственной близости от бровки траншеи, что удобно для последующей засыпки.

Рабочий орган цепных траншейных экскаваторов состоит из одной или нескольких цепей, на которых укреплены ковши, ножи или скребки, расположенные на определенном расстоянии один от другого. Цепи получают движение от приводных звездочек. Ковши, открытые спереди и сверху, срезают слой грунта и поднимают его на высоту приводных звездочек. При огибании приводных звездочек ковши разгружаются и грунт поступает на отвальные устройства. У экскаваторов, оборудованных скребками, скребки срезают слой грунта, транспортируют его по забою на поверхность земли, где грунт сдвигается в одну или обе стороны шнековыми или скребковыми конвейерами.

Во время работы экскаваторы и рабочая цепь передвигаются в одной плоскости, поэтому траншейные экскаваторы называют экскаваторами продольного копания.

Отечественная промышленность выпускает цепные траншейные экскаваторы различные как по компоновке, так и по конструкции рабочего оборудования. Экскаваторы на пневмоколесном ходу выпускают на базе колесных тракторов «Беларусь», экскаваторы на гусеничном ходу имеют собственное гусеничное шасси (табл. 20). Рабочее оборудование экскаваторов ЭТЦ-161, ЭТЦ-165, ЭТЦ-252 и ЭТЦ-354А — скребковое, а экскаватора ЭТУ-354 — ковшовое.

Цепные траншейные экскаваторы с скребковым рабочим органом на пневмоколесном ходу (ЭТН-123, ЭТН-124, ЭТЦ-161, ЭТЦ-165) предназначены для рытья узких траншей под укладку кабеля и водопровода в талых грунтах I и II категорий без каменистых включений. Экскаваторы снабжены бульдозерным отвалом для засыпки траншей и планировочных работ небольшого объема. В некоторых экскаваторах предусмотрена возможность навески барового рабочего органа для разработки мерзлых грунтов.

Экскаваторы на пневмоколесном ходу обладают хорошей маневренностью и мобильностью, что дает возможность использовать их при выполнении рассредоточенных объемов работ.

Конструкцию машин этого класса рассмотрим на примере экскаватора ЭТЦ-161 (рис. 104), выполненного на базе трактора МТЗ-50. Основной особенностью конструкции экскаватора перед ранее выпускавшимися (ЭТН-123 и ЭТН-124) является то, что рабочее оборудование и другие узлы и механизмы монтируются без каких-либо существенных переделок базового трактора.

Рабочее оборудование экскаватора ЭТЦ-161 состоит из цепного рабочего органа скребкового типа и шнекового конвейера (рис. 104, *б*). Скребковая цепь *6* установлена на ведущей *3* и ведомой *7* звездочках и опирается на поддерживающие ролики *4*, размещенные на сварной раме *1*. Натяжение скребковой цепи регулируется натяжным устройством *8*.

В зависимости от ширины отрываемой траншеи скребковую цепь *6* оснащают определенным комплектом резцов *9* и скребков *10*; для рытья траншеи шириной 0,4 м на цепь устанавливают резцы трех размеров и скребки, при ширине траншеи 0,2 м — резцы двух размеров и скребки. Для обеспечения равномерной нагрузки на цепь в процессе резания грунта резцы располагают по цепи в определенной последовательности.

Механизм подъема рабочего оборудования обеспечивает его заглубление с принудительным напором в процессе копания, а также подъем в транспортное положение. Управляют рабочим оборудованием с помощью гидроцилиндра, корпус которого прикреплен к корпусу редуктора привода, а шток через рычажную систему соединен с рабочим оборудованием. Поднимают и опускают рабочее оборудование путем его поворота вокруг оси ведомого вала редуктора привода.

На раме рабочего оборудования установлены шнеки *2*, которые выдают грунт в отвалы и очищают бермы. Кронштейн шнеков зафиксирован планкой, позволяющей изменять в зависимости от глубины копания положение шнеков относительно рамы рабочего органа с шагом 40 мм. В транспортном положении шнеки закреплены специальными планками для разгрузки гидроцилиндра подъема рабочего оборудования.

Для зачистки дна отрываемой траншеи рабочий орган имеет дополнительную раму *5* со сменным зачистным башмаком в зависимости от ширины траншеи.

В передней части машины установлен бульдозер, рама которого прикреплена к переднему брусу, лонжеронам и нижней части рамы трактора. Управление бульдозером гидравлическое с помощью одного гидроцилиндра.

Привод рабочего оборудования предусмотрен от вала отбора мощности трактора через трехступенчатый редуктор с муфтой предельного момента. Через редуктор приводится в движение скребковая цепь рабочего органа, а также обеспечиваются две ее рабочие скорости и реверс.

В трансмиссию трактора для обеспечения бесступенчатого регулирования рабочими скоростями встроен гидромеханический ходоуменьшитель.

Таблица 2

Технические характеристики цепных траншейных экскаваторов

Показатель	ЭТЦ-161	ЭТЦ-165	ЭТЦ-252	ЭТУ-354	ЭТУ-354А	ЭТЦ-235С	ЭТЦ-208
Базовая машина	МТЗ-50	Трактор МТЗ-82	ТТ-4	Специальное самоходное гусеничное шасси Д-54А		Бульдозер Д-687С	Трактор Т-130.1.Г
Двигатель	Д-50Л	Д-240	АМ-01МЛ	СМД-14Б	СМД-14Б	Д-108-1	Д-130
Размеры отрываемой траншеи, м: глубина	1,6	1,6	2,5; 3,5	2,5; 3,5	2,5; 3,5	2,0	2,0
ширина	0,2; 0,4	0,2; 0,4; 0,27	1,0; 0,8/2,8	0,8; 1,1/2,8	0,8; 1,1/2,8	0,65	0,6
Категория разрабатываемого грунта	I—II	I—III	I—III	I—III	I—III	Мерзлые грунты при глубине промерзания до 2,0 м	
Рабочие скорости, м/ч	10—400	20—1 400	5—150	12,5—114/14—135		До 100	До 215
Регулирование рабочих скоростей	Бесступенчатое			Ступенчатое, восемь скоростей		Бесступенчатое	
Техническая производительность на грунтах I категории, м³/ч	60	80	220	130	150	35 в мерзлых грунтах	55
Транспортные скорости, км/ч	1,6—25,8 (9 скоростей)	1,47—33,4 (12 скоростей)	2,25—9,75 (8 скоростей)	0,46—4,34 (8 скоростей)		2,36—10,12 (5 скоростей)	3,1—5,0 (4 скорости)
Управление	Гидравлическое			Механическое		Гидравлическое	
Рабочий орган: тип	*Скребковый*			Ковшовый	Скребковый	Цепной бесковшовый	
шаг цепи, мм	78,1	100	190	190	190	203	203
число ковшей (скребков)	7/5	(14)	(17)/(21)	11/14	(17)/(21)	(36)	(36)
шаг ковшей (скребков)	781/1 093	(400)	(760)	1 140	(760)	(203)	(203)
скорость цепи, м/с	0,64; 1,16	0,66; 1,19; 1,22; 2,21	0,8; 1,25	1,1/1,17		1,30; 1,55	1,40; 1,63
Конвейер: тип	*Отвальный, шнековый*		Ленточный, дугообразный	Ленточный		Цепной, скребковый	

Продолжение табл. 20

Показатель	ЭТЦ-161	ЭТЦ-165	ЭТЦ-252	ЭТУ-354	ЭТУ-354А	ЭТЦ-205С	ЭТЦ-208
ширина ленты, мм	—	—	650	650		Ширина скребка 350	
скорость ленты (цепи), м/с	—	—	2,5—4,5	4,36/4,6		(1,47)	(1,76)
Бульдозер:							
ширина отвала, мм	1 980	2 240	—	—	—	3 200	—
высота отвала, мм	660	625	—	—	—	1 200	—
заглубление ножа, мм	125	125	—	—	—	850	—
подъем ножа, мм	290	500	—	—	—	390	—
угол установки отвала в плане, град	90	90 ±45	—	—	—	90	—
Ходовое оборудование:							
тип	Колесное				Гусеничное		
база, мм	2 360	2 450	2 720	3 150	3 150	2 770	2 480
колея, мм	1 800	1 800	2 000	2 025	2 025	1 880	1 880
ширина гусеничной ленты, мм	7,5× ×20/12×38	8,0× ×20/12×38	530	430	430	500	500
дорожный просвет, мм	450	450	490	—	—	280	390
среднее давление на грунт, кгс/см²	—	—	0,65/0,69	0,57	0,58	1,0	1,05
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:							
длина	4 830	6 000	970/11 000	9 750/11 050	9 900/11 200	8 850	7 920
ширина	2 130	2 240	3 400	3 100	3 100	3 800	2 650
высота	3 500	3 370	3 150	3 460	3 460	3 080	3 480
Масса, кг	4 800	5 800	18 600/19 700	12 050/13 000	12 260/13 250	22 000	23 700

Примечания: 1. По экскаваторам ЭТЦ-252, ЭТУ-354, ЭТУ-354А в числителе дана ширина траншеи по дну, в знаменателе — ширина траншеи по верху.

2. По экскаваторам ЭТУ-354 и ЭТУ-354А в числителе даны рабочие скорости экскаватора, рабочего органа и конвейера при установке двигателя Д-54А, в знаменателе — двигателя СМД-14.

3. По экскаватору ЭТЦ-161 в характеристике рабочего органа в числителе приведены данные для рытья траншей шириной 0,2 м, в знаменателе — шириной 0,4 м; по ходовому оборудованию размеры шин даны в дюймах, в числителе — передних колес, в знаменателе — задних.

4. По экскаваторам ЭТЦ-252, ЭТУ-354 и ЭТУ-354А в числителе приведены число ковшей (скребков), среднее давление на грунт и длина при глубине копания 2,5 м, в знаменателе — при глубине копания 3,5 м.

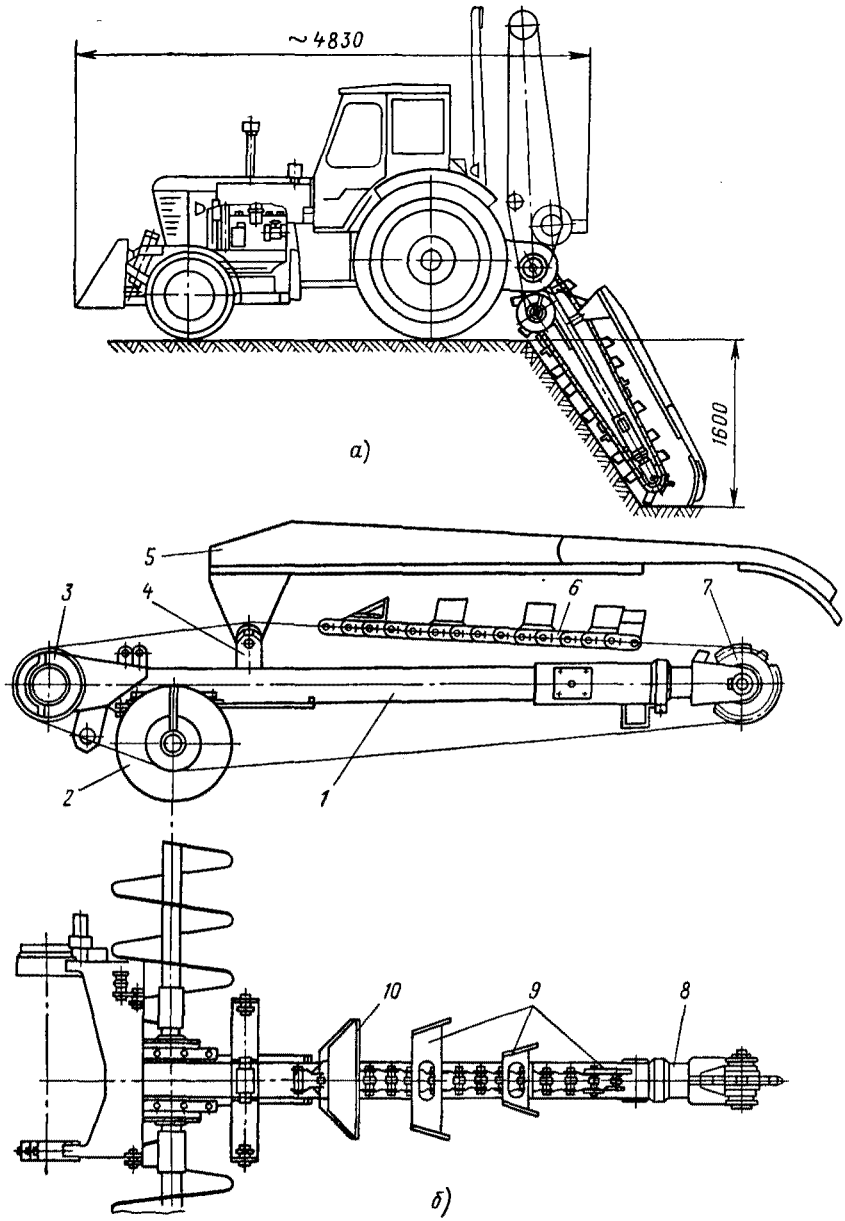


Рис. 104. Траншейный экскаватор ЭТЦ-161 (*а*) и его рабочее оборудование (*б*)

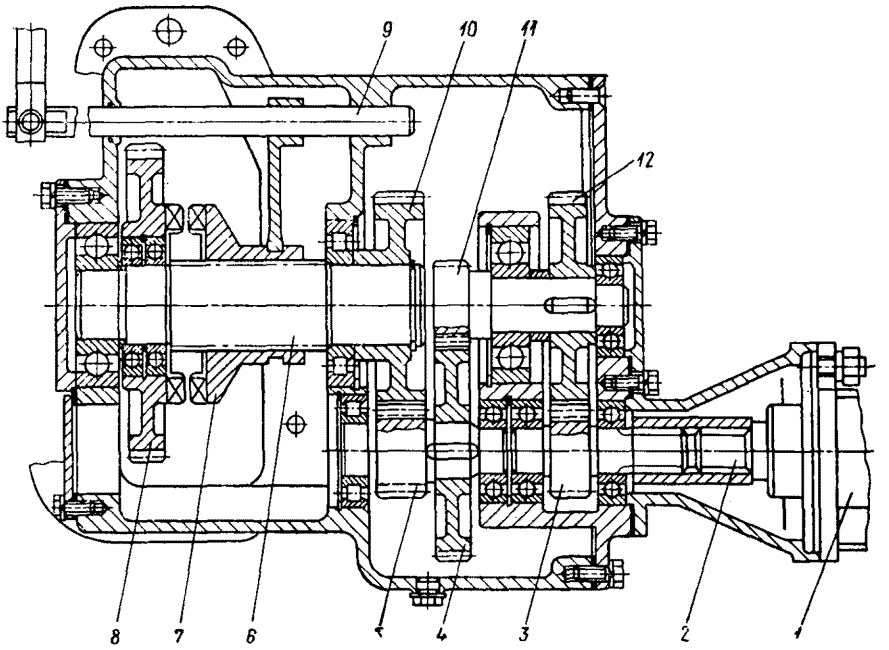


Рис. 105. Гидромеханический ходоуменьшитель

Ходоуменьшитель (рис. 105) с приводом от гидромотора НПА-64 встроен в коробку передач трактора. Гидромотор *1* питается от насоса НШ-32 и передает вращение входному валу *2* с шестерней *3*. От вала *2* движение передается выходному валу *6* через шестерни *3*, *12*, *11*, *4*, *5* и *10* и далее кулачковой муфтой *7* на шестерню *8*, а от нее на привод хода через зубчатые передачи коробки передач базового трактора. Ходоуменьшитель и коробка передач трактора имеют блокировочный механизм, исключающий их одновременное включение. Переключать рычаг коробки передач можно лишь тогда, когда рычаг ходоуменьшителя находится в выключенном положении. При этом специальным рычагом вал *9* блокировки должен быть перемещен вправо так, чтобы он вошел в отверстие ушка, которое приварено к рычагу ходоуменьшителя. Для включения ходоуменьшителя рычаг переключения передач трактора ставят в нейтральное положение, переводят рычаг блокировки влево и переключением рычага ходоуменьшителя «Вперед» включают ходоуменьшитель.

Рабочие скорости экскаватора регулируют с помощью дросселя Г55-24 путем дросселирования потока жидкости, подаваемой к гидромотору.

Повышенная проходимость экскаватора обеспечивается при блокировании дифференциала заднего моста трактора.

Экскаватор ЭТЦ-165 выполнен на базе универсального колесного трактора «Беларусь» МТЗ-82. В комплект рабочего оборудования экскаватора входят скребки и резцы трех типоразмеров, что позволяет разрабатывать траншеи шириной 0,2 и 0,4 или 0,27 и 0,4 м. Схема расстановки резцов и скребков на цепи способствует равномерному распределению нагрузки на цепь при экскавации грунта, для снижения динамических нагрузок на раме рабочего органа установлены резиновые амортизаторы. Скребковая цепь имеет четыре скорости, что в сочетании с бесступенчатым регулированием скорости рабочего передвижения позволяет эффективно использовать машину в различных грунтовых условиях и получать высокую производительность. Автоблокировка дифференциала заднего моста снижает буксование и улучшает прямолинейность движения машины

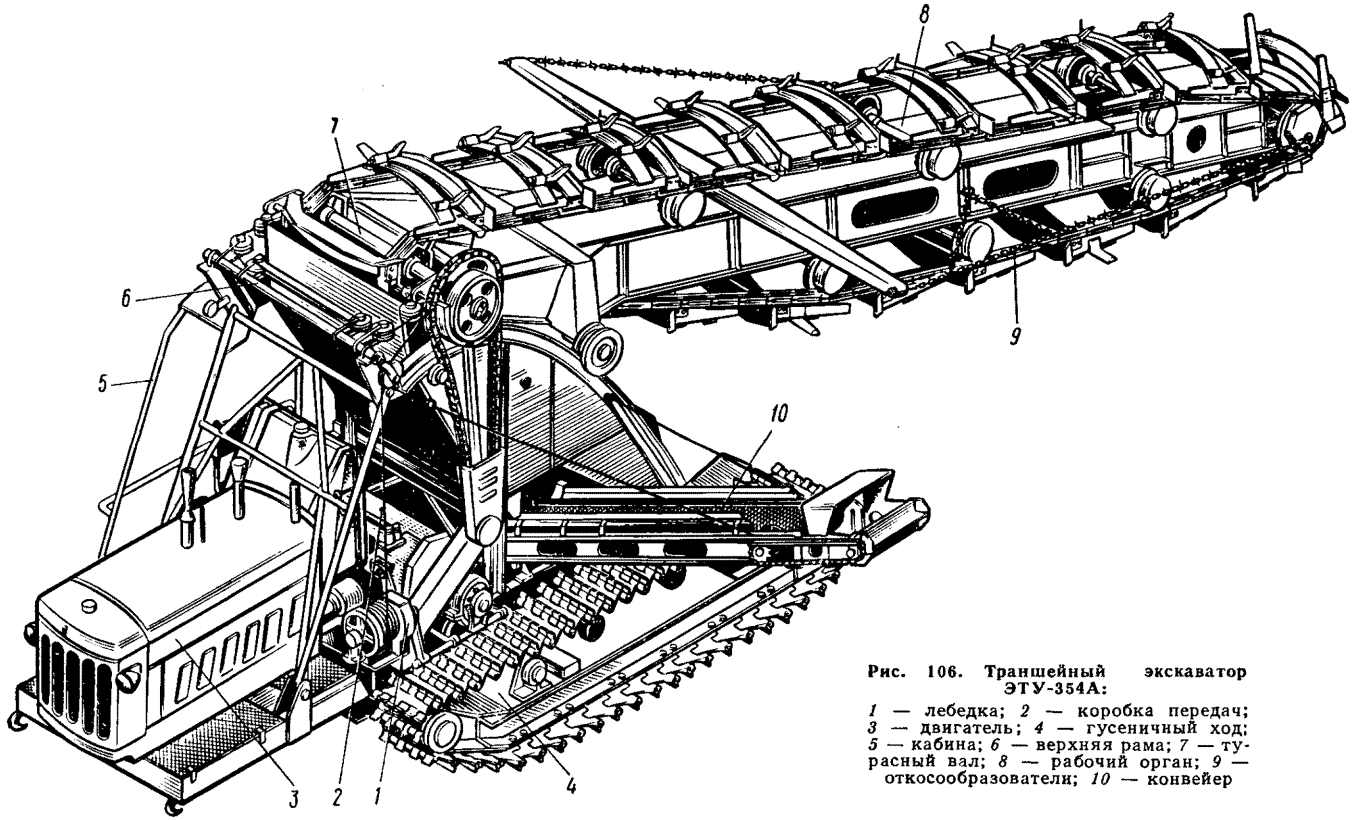


Рис. 106. Траншейный экскаватор ЭТУ-354А:

1 — лебедка; *2* — коробка передач; *3* — двигатель; *4* — гусеничный ход; *5* — кабина; *6* — верхняя рама; *7* — турасный вал; *8* — рабочий орган; *9* — откосообразователи; *10* — конвейер

при работе экскавационным и бульдозерным оборудованием. Два ведущих моста базового трактора обеспечивают высокие тягово-сцепные качества экскаватора.

Бульдозерный отвал крепят к специальной раме спереди трактора. Возможность поворота бульдозерного отвала в плане и выдвижение его в сторону за колею трактора позволяют засыпать траншею при движении параллельно ей, что резко повышает производительность при засыпке.

Экскаваторы ЭТУ-354, ЭТУ-354А (рис. 106) и ЭТЦ-252 предназначены для отрывки траншей прямоугольного и трапецеидального сечения глубиной до 3,5 м, шириной по дну 0,8 и 1,1 м и шириной по верху до 2,8 м в грунтах I—III категорий с каменистыми включениями размером до 200 мм.

Рабочим оборудованием экскаватора ЭТУ-354 является цепной ковшовый рабочий орган, а на экскаваторах ЭТУ-354А и ЭТЦ-252 — скребковый рабочий орган, оснащенный режущими элементами скребкового типа и транспортирующими лопатками.

Установленные на машине откосообразователи представляют собой наклонно установленные цепи с резцами, совершающие возвратно-поступательное движение. Грунт, отделяемый цепями от целика, обрушивается на дно траншей, откуда выносится ковшами или лопатками. Цепные откосообразователи экскаватора ЭТУ-354А оснащены поперечными цепями, что обеспечивает более эффективное обрушение грунта.

На экскаваторах ЭТУ-354 и ЭТУ-354А имеется сменное оборудование, предназначенное для разработки мерзлых грунтов с глубиной промерзания до 1 м.

Силовая установка экскаваторов представляет собой дизель Д-54 или СМД-14, который размещен в передней части экскаватора. Силовая передача состоит из коробки передач, бортовых фрикционов, цепных передач на рабочий орган и гусеничный ход, а также механизмов подъема и опускания рабочего органа.

Рассмотрим привод основных механизмов экскаваторов ЭТУ-354 и ЭТУ-354А (рис. 107).

На вал *I* движение передается от двигателя *6* через муфту сцепления и карданный вал и далее парой шестерен *7* и *8*, находящихся в постоянном зацеплении, на вал *III* шестернями *37* и *23* (*24*) и конической парой шестерен *9*. На турасный вал *VII* движение передается с вала *III* цепными передачами через промежуточный вал *VI*. Звездочки *27* турасного вала приводят в движение ковшовую или скребковую цепь.

Цепные откосообразователи *25* приводятся от направляющего колеса, к пальцам которого прикреплены концы цепей с резцами. Другие концы этих цепей прикреплены к балансиру *26*.

Поднимается и опускается рабочий орган лебедкой *2*, вращение барабану передается от вала *II* через кулачковую муфту *3* и червячный редуктор.

Ленточный конвейер *22* и метатель *19* приводятся цепной передачей *21*, движение на которую передается от двигателя *6* на вал *I* и далее с него шестернями *32*, *33* и *34* на вал *V*.

Движение гусеничному ходу передается от двигателя *6* через муфту сцепления, валы *I*, *II* и *III* и далее блоками шестерен *10*, *11*, *12*, *13*, *14*, *15* и *20* и шестернями *16*, *17* на вал *IV*, а с него через бортовые фрикционы *18* и цепные передачи на ведущие звездочки *1* гусеничных цепей. Блоки шестерен обеспечивают восемь рабочих и восемь транспортных скоростей экскаваторов.

Для управления ходом экскаватора на концах выходных валов коробки передач установлены дисковые бортовые фрикционы *18*, корпуса которых одновременно являются тормозными шкивами.

Рабочее оборудование экскаваторов (рис. 108) — навесное со сложным движением рабочего органа по криволинейным направляющим *9* верхней рамы экскаватора. В процессе работы рабочий орган находится в плавающем положении, поэтому давит на грунт только за счет собственного веса. Рама рабочего органа состоит из основной рамы *8* и вставки длиной 1,4 м, что позволяет собирать рабочее оборудование для копания на глубину 2,5 и 3,5 м. На одном конце рамы рабочего органа расположен турасный вал *1*, на противоположном — натяжное устройство тяговой цепи. Тяговая цепь *2* несет на себе режущие элементы *3* скребкового типа с зубьями и заслонками (у экскаватора ЭТУ-354А)

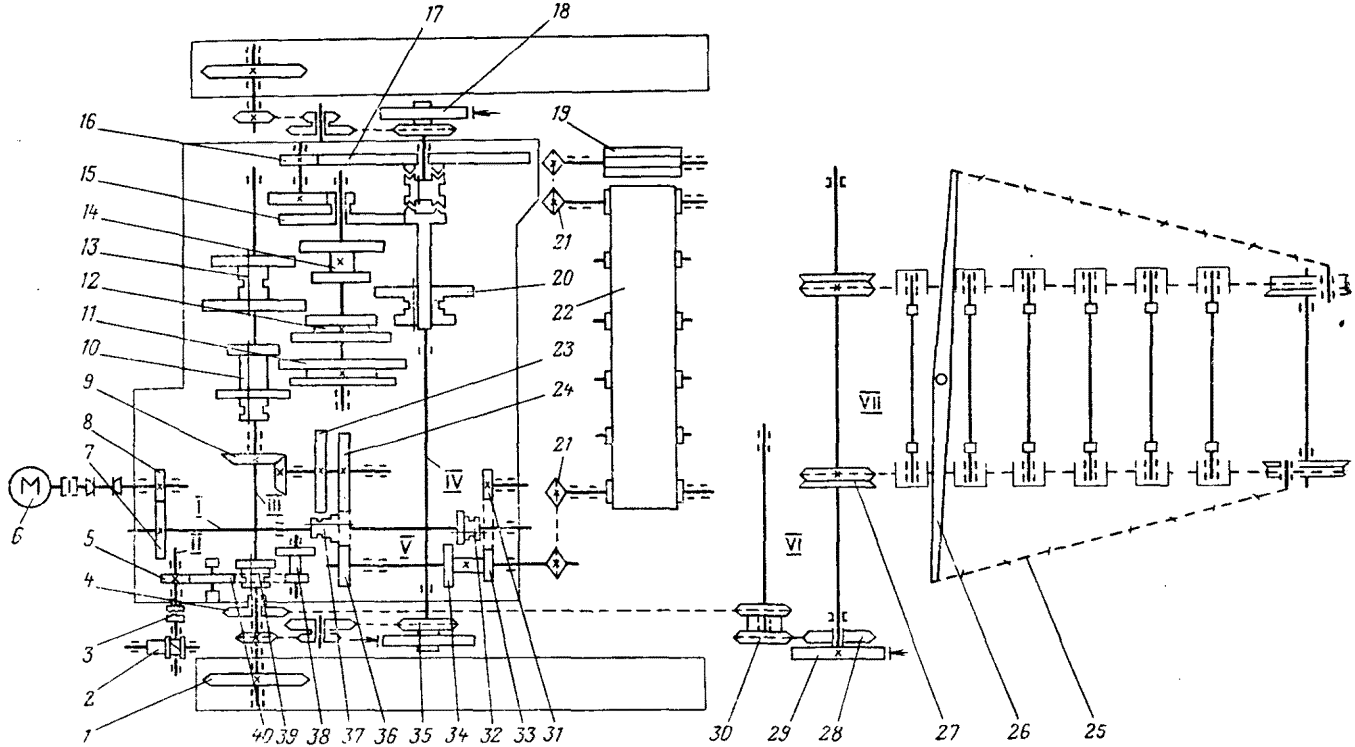


Рис. 107. Кинематическая схема экскаватора ЭТУ-354А:

1 — звездочка гусеничной цепи; *2* — лебедка; *3* — кулачковая муфта; *4, 27, 28, 30* — звездочки привода рабочего органа; *5, 38—40* — шестерни привода лебедки; *6* — двигатель; *7—17, 20, 23* (*24*) и *37* — шестерни привода гусеничного хода; *18* — бортовой фрикцион; *19* — метатель; *21* — звездочки; *22* — конвейер; *31—34* — шестерни привода конвейера; *25* — цепной откосообразователь; *26* — балансир; *29* — предохранительная муфта; *35* — звездочка привода хода; *I—VII* — валы

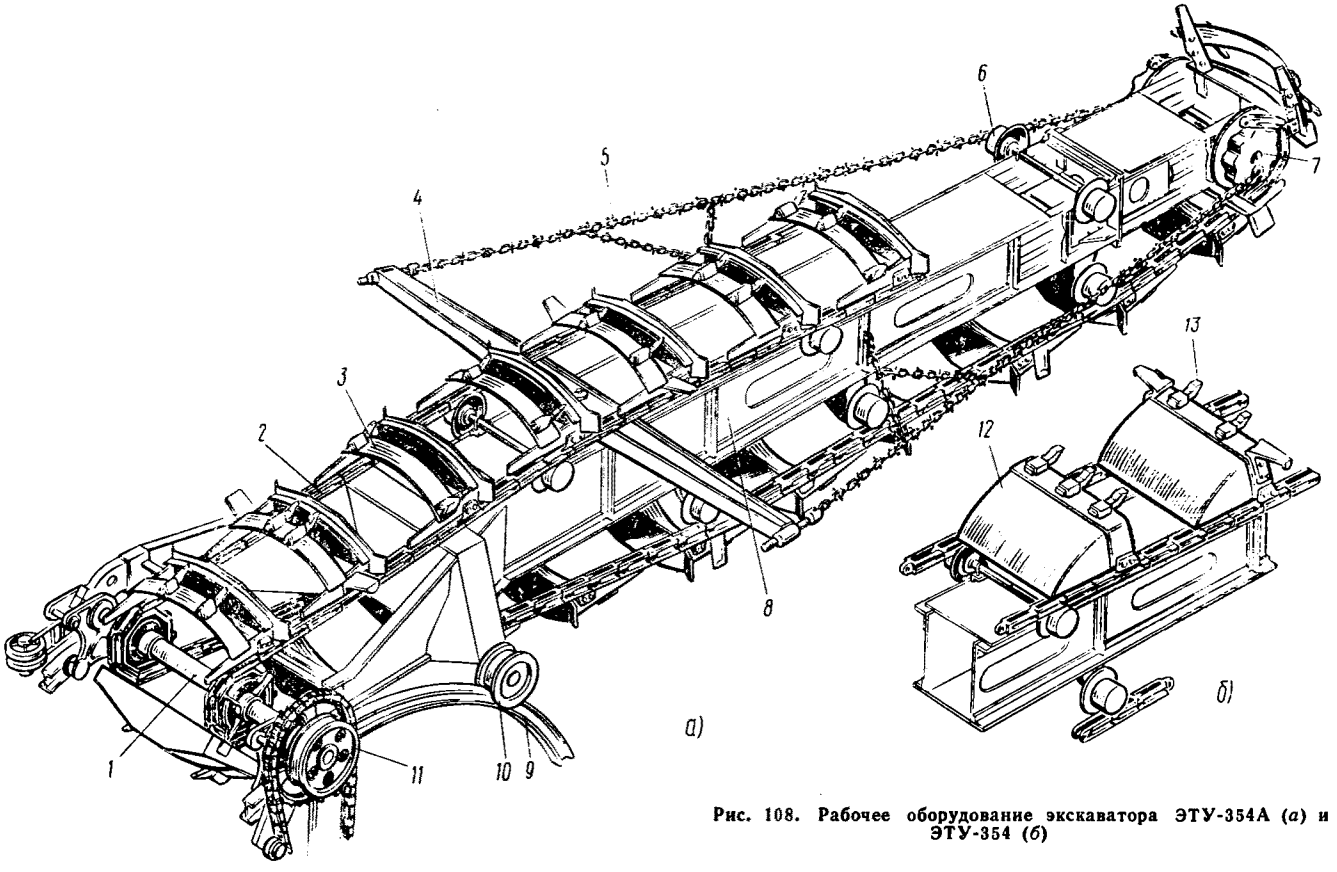


Рис. 108. Рабочее оборудование экскаватора ЭТУ-354А (*а*) и ЭТУ-354 (*б*)

или ковши *12* с зубьями *13* (у экскаватора ЭТУ-354), холостая ветвь тяговой цепи поддерживается роликами *6* со сквозными осями. Рабочий орган опирается на раму экскаватора двумя опорными катками *10*, свободно насаженными на ось.

На турасном валу *1* на шпонках насажены две приводные звездочки со сменными венцами, а на конце — также на шпонке — шкив *11* с тормозной лентой плавающего типа и свободно вращающейся приводной звездочкой. Шкив, лента и звездочка составляют муфту предельного момента, предохраняющую трансмиссию от перегрузок.

Натяжные колеса *7* посажены на концы оси на шпонках и закреплены болтами с торцовыми шайбами. Ось вращается в роликоподшипниках, установленных в ползунах. С помощью винтов, заделанных в ползунах, натягивают тяговую цепь *2*.

Цепные откосообразователи *5* позволяют отрывать траншеи трапецеидальной формы шириной по дну 0,8—1,1 м и по верху до 2,8 м. Откосообразователи *5* приводятся от эксцентрично расположенных пальцев натяжных колес *7*. Для обеспечения возвратно-поступательного движения цепных откосообразователей цепи в верхней части прикреплены к качающемуся балансиру *4* через натяжные винты.

Ленточный отвальный конвейер состоит из рамы, двух барабанов, поддерживающих роликов, очистного ножа, ограждения, бункера, ленты, лебедки и метателя. Рама конвейера состоит из двух одинаковых секций сварной конструкции, соединенных между собой шарнирно. Шарнирное соединение дает возможность легко переводить конвейер в транспортное положение. Барабан вращается в подшипниках, установленных в подвижных корпусах, приводит в движение ленту конвейера и служит также для ее натяжения. На один конец барабана насажена звездочка, получающая вращение от коробки передач.

К раме конвейера прикреплены очиститель, очищающий барабан от налипшего грунта, и винты натяжного устройства конвейерной ленты. Метатель прикреплен к верхней части рамы конвейера и состоит из лопастного барабана, вращающегося на подшипниках в корпусе. Метатель служит для отбрасывания грунта при рытье траншей большого сечения.

Ходовое устройство (рис. 109) экскаваторов включает две сварные гусеничные рамы *6*. Передняя часть рам приподнята и развита для установки на них вала приводного колеса *1*, на заднем конце установлено натяжное колесо *5*. Гусеничные рамы *6* в передней части соединены между собой приводной осью *3*. На оси на втулках установлены блоки приводных звездочек, от которых приводной цепью *2* движение передается на приводное колесо *1*. Задние части гусеничных рам *6* шарнирно опираются на балансир *4*, представляющий собой балку, также шарнирно прикрепленную к нижней и гусеничным рамам. Такая установка гусеничных рам дает возможность независимого подъема или отпускания каждой гусеницы при переездах через препятствия.

Натяжное колесо *5* вращается на конических роликоподшипниках, установленных на оси, которая закреплена в ползунах, передвигающихся в направляющих гусеничных рам. Гусеничную цепь *9* натягивают вращением винтов.

Опорные ролики *8* через конические роликоподшипники опираются на ось и свободно вращаются на них. Ось прикреплена двумя дуговыми болтами к гусеничным рамам. Роликоподшипники закрыты с двух сторон крышками с уплотнениями и лабиринтами. Поддерживающие ролики *7*, несущие верхнюю холостую ветвь гусеничной цепи, свободно вращаются на шарикоподшипниках, установленных на оси, которая приварена к кронштейну, прикрепленному двумя болтами к гусеничным рамам.

Экскаватор ЭТЦ-252 заменит экскаватор ЭТУ-354А. Экскаватор ЭТЦ-252 имеет ряд преимуществ перед ним: более мощный двигатель, наличие кабины машиниста, бесступенчатое регулирование скоростей рабочего хода, рациональная навеска рабочего органа, гидропривод конвейера. Все это позволяет улучшить условия труда обслуживающего персонала, резко повысить производительность, улучшить приспособляемость экскаватора к грунтовым условиям.

Цепные траншейные экскаваторы обычного исполнения не могут разрабатывать прочные и мерзлые грунты, поэтому для выполнения этих работ создают специальные машины.

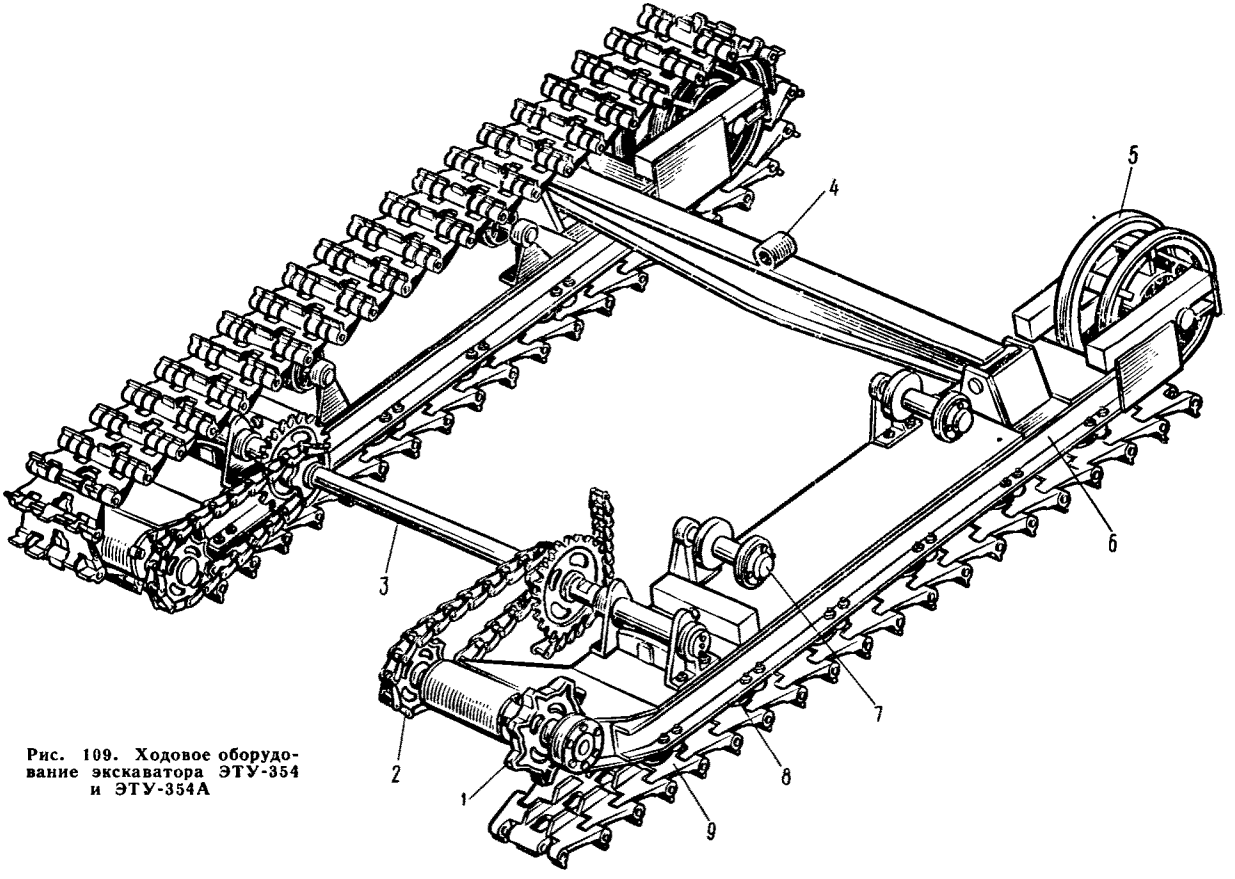


Рис. 109. Ходовое оборудование экскаватора ЭТУ-354 и ЭТУ-354А

Специальный цепной экскаватор ЭТЦ-205С выпускают на базе бульдозера Д-687С. Рабочее оборудование этой машины представляет собой гусеничную цепь трактора Т-100М, оснащенную резцами и скалывающими клиньями. Рабочее оборудование и поперечный конвейер приводятся от вала отбора мощности трактора через специальный редуктор. Привод рабочего хода обеспечивается гидромеханическим ходоуменьшителем с дроссельным регулированием. На базе трактора Т-130 спроектирован новый специальный цепной траншейный экскаватор ЭТЦ-208, имеющий в качестве сменного двухбаровое оборудование.

Производительность цепных траншейных экскаваторов на легких грунтах ограничивается выносной способностью рабочего органа, а на тяжелых грунтах — мощностью привода.

Производительность по выносной способности (в м³/ч)

$$П_в = 0{,}06nq\frac{k_н}{k_р},$$

где n — число ссыпок в минуту, $n = 60v_ц/T$; ($v_ц$ — скорость движения ковшовой цепи, м/с; T — расстояние между ковшами, м); q — вместимость ковша, л; $k_н$ — коэффициент заполнения, $k_н = 0{,}9 \div 1{,}1$; $k_р$ — коэффициент разрыхления, $k_р = 1{,}1 \div 1{,}4$.

Производительность траншейного экскаватора по рабочей скорости (в м³/ч)

$$П_п = 1000Fv,$$

где F — площадь поперечного сечения траншеи, м²; $F = bh$ (b — ширина траншеи, м; h — глубина траншеи, м); v — рабочая скорость, м/с.

Общая мощность привода цепного траншейного экскаватора (в л. с.)

$$N = N_к + N_п + N_{тр} + N_{пер},$$

где $N_к$ — мощность, затрачиваемая на копание; $N_п$ — мощность, затрачиваемая на подъем грунта; $N_{тр}$ — мощность, затрачиваемая конвейерами на подъем грунта и его перемещение в отвал; $N_{пер}$ — мощность, затрачиваемая на передвижение экскаватора.

Подставляя значения составляющих мощностей, получим (в л. с.)

$$N = \frac{П}{270\,000}\left[\frac{K}{\eta_ц} + \frac{\gamma\left(\frac{h_0}{2} + h_0\right)}{\eta_ц} + \frac{\gamma\,(l_т w + h_т)\,m_х}{\eta_к} + \frac{Gf_1}{F\eta_{пер}}\right],$$

где K — удельная энергоемкость копания, $K = 10\,000 \div 40\,000$ кгс·м/м³ в зависимости от категории грунта; $\eta_ц$ — КПД цепного рабочего органа, $\eta_ц = 0{,}5$; γ — удельный вес грунта, кгс/м³; h — глубина траншеи, м; h_0 — высота подъема грунта от уровня грунта до уровня верхнего турасного вала, м; $l_т$ — дальность транспортировки грунта по горизонтали ленточным конвейером, м; w — приведенное сопротивление движению ленты конвейера, $w = 0{,}05 \div 0{,}08$; $h_т$ — высота подъема грунта ленточным конвейером, м; $m_х$ — коэффициент, учитывающий сопротивление холостого хода конвейера, $m_х = 1{,}5$; $\eta_к$ — КПД привода конвейера, $\eta_к = 0{,}8$; G — общий вес машины, кгс; f_1 — приведенный коэффициент сопротивления передвижению машины, $f_1 = 0{,}2 \div 0{,}4$ с учетом преодоления горизонтальной составляющей усилия копания; F — площадь поперечного сечения траншеи, м²; $\eta_{пер}$ — КПД привода передвижения, $\eta_{пер} = 0{,}7 \div 0{,}8$.

При известной установленной мощности привода можно определить производительность траншейного экскаватора в тех или иных производственных условиях:

$$П_i = \frac{N \cdot 270\,000}{K_i},$$

где K_i — приведенная удельная энергоемкость экскаватора в данных условиях.

Ожидаемая средняя производительность экскаватора на данном объекте (в м³/ч)

$$П_{ожид} = \frac{Q}{\frac{Q_1}{П_1} + \frac{Q_2}{П_2} + \dots + \frac{Q_i}{П_i}},$$

где Q — объем работы на данном объекте, м³, $Q = \sum (Q_1 + Q_2 + \dots + Q_i)$; Q_1, Q_2, ..., Q_i — объемы работ на отдельных участках объекта, м³; $П_1$, $П_2$, ..., $П_i$ — производительности машины на отдельных участках объекта с приведенными удельными энергоемкостями K_1, K_2, ..., K_i, м³/ч.

2. ЭКСКАВАТОРЫ-ДРЕНОУКЛАДЧИКИ

Экскаваторы-дреноукладчики предназначены для строительства закрытого горизонтального дренажа траншейным способом. Они представляют собой цепной траншейный экскаватор со специальным оборудованием и системами для строительства дренажа.

В зонах избыточного увлажнения используют экскаваторы-дреноукладчики ЭТН-171, ЭТЦ-202, ЭТЦ-202А и ЭТЦ-163 (табл. 21). Экскаваторы ЭТН-171, ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А отрывают траншею шириной 0,5 м в грунтах I—II категорий с наличием отдельных камней размером до 35 см, экскаватор ЭТЦ-163 отрывает траншею шириной 0,25 м в грунтах I—II категорий с наличием камней размером до 10 см.

Экскаваторы оснащены системами автоматического выдерживания заданного уклона дна траншеи и позволяют укладывать дренаж как на ровной местности, так и на трассах с поперечным уклоном до 3°, с продольным уклоном до 5° и при наличии местных неровностей до 15 см, При бо́льших отклонениях трассы от прямолинейности точность выдерживания заданного уклона дна траншеи не гарантируется.

Схема навески рабочего оборудования у всех экскаваторов одинакова. Рабочий орган через турасный вал шарнирно прикреплен к пилону или дополнительной раме экскаватора. Поднимают и опускают рабочий орган гидроцилиндрами.

При работе в грунтах с большим числом каменистых включений рабочий орган опирается только на базу машины, при работе в легких грунтах нижняя часть рабочего органа через дреноукладочное оборудование опирается на дно траншеи, а поддерживающие гидроцилиндры находятся в плавающем положении.

Экскаваторы ЭТН-171, ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А имеют ковшовое рабочее оборудование и ленточный отвальный конвейер. Выпускавшийся ранее экскаватор-дреноукладчик ЭТН-171 имел механическую трансмиссию рабочего и транспортного передвижения и обеспечивал разгрузку грунта только на левую сторону. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202 во многом унифицирован с экскаватором ЭТН-171, но имеет гидромеханическую трансмиссию рабочего передвижения, обеспечивает разгрузку грунта на любую сторону. Экскаваторы различаются также установкой рамы на ходовом устройстве и электрогидравлической системой выдерживания заданного уклона.

Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А является модернизированной моделью экскаватора ЭТЦ-202. Он оборудован универсальным трубоукладчиком и барабаном для пластмассовых труб, что позволяет укладывать как керамический, так и пластмассовый дренаж.

Экскаваторы ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А (рис. 110) представляют собой самоходную машину на гусеничном ходу. На раме *7* экскаватора в передней части установлен двигатель, а для экскаватора ЭТЦ-202А и барабан *8* для пластмассовых труб. Для удобства установки бухт пластмассовых труб барабан опускается гидроцилиндром в горизонтальное положение.

В средней части рамы экскаватора установлены коробка *6* передач, кабина *9* и пилон *4*, внутри которого расположен ленточный конвейер *5*. На пилоне *4* установлен рабочий орган *1* с ковшовой цепью *2* и трубоукладчиком *11*, поднимают и опускают которые гидроцилиндрами *3*.

Таблица 21

Технические характеристики экскаваторов-дреноукладчиков

Показатель	ЭТН-171	ЭТЦ-202	ЭТЦ-202А	ЭТЦ-163	Д-659А (Д-659Б)
Размеры отрываемой траншеи, м:					
глубина	1,85	2,0	2,0	1,7	2,5—4,0
ширина	0,5	0,5	0,5	0,25	0,6 (0,65)
Обеспечиваемый уклон дна траншеи	0,02—0,002	0,02—0,002	0,02—0,002	0,03—0,0015	0,01—0,001
Рабочие скорости, м/ч	50,3—210	15—400	Первый диапазон 15—250; второй диапазон 34—590	15—500	30,5—113,0
Регулирование рабочих скоростей	Ступенчатое (8 скоростей)	Бесступенчатое			Ступенчатое (6 скоростей)
Скорость разработки траншеи наибольшего сечения, не менее, м/ч	60	70	70	75	30
Транспортные скорости, км/ч	1,05—4,34 (8 скоростей)	1,13—4,42 (4 скорости)	1,11—4,41 (4 скорости)	1,11—4,41 (4 скорости)	1,42—5,44 (5 скоростей)
Двигатель	Д-48	Д-50	Д-50	Д-50	Д-108
Рабочий орган:					
тип	Ковшовый			Скребковый	Ковшовый
шаг цепи, мм	190	190	190	190	190
число ковшей (скребков)	11	12	12	(14)	19
шаг ковшей (скребков), мм	950	950	950	760	950
вместимость ковша, л	23	23	23	—	70
скорость цепи, м/с	0,71; 1,14	0,70; 1,18	0,74; 1,24	0,82; 1,38	1,23
Конвейер:					
тип	Ленточный	Ленточный, дуговой		Шнековый	Ленточный
ширина ленты, мм	600	650	650	—	650/650
скорость ленты, м/с	2,9; 4,3	2,98; 4,39	3,0; 4,5	—	2,1; 2,47
Вылет конвейера, мм					
в центральном положении	950	950	950	—	—
в вынесенном положении	1 250	1 250	1 250	—	3 500
Ходовое оборудование:					
тип	Гусеничное				
база, мм	2 950				4 300
колея, мм	1 810				2 500
Ширина гусеничной ленты, мм	533				720
Дорожный просвет, мм	320	425	425	425	350
Среднее давление на грунт, кгс/см²	0,3	0,33	0,33	0,29	0,65
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:					
длина	9 200	9 500	11 500	8 700	18 750 (19 600)
ширина	2 780	2 480	2 700	2 480	4 650
высота:					
по кабине	2 600	2 590	2 620	2 590	3 950
по трубоукладчику	3 350	3 350	4 000	4 470	8 180
Масса, кг	9 500	10 600	10 200	9 100	40 500

Примечания: 1. В числителе приведены данные для поперечного конвейера, в знаменателе — для отвального. 2. При демонтаже отвального конвейера ширина экскаваторов ЭТЦ-659А (ЭТЦ-659Б) 3220 мм.

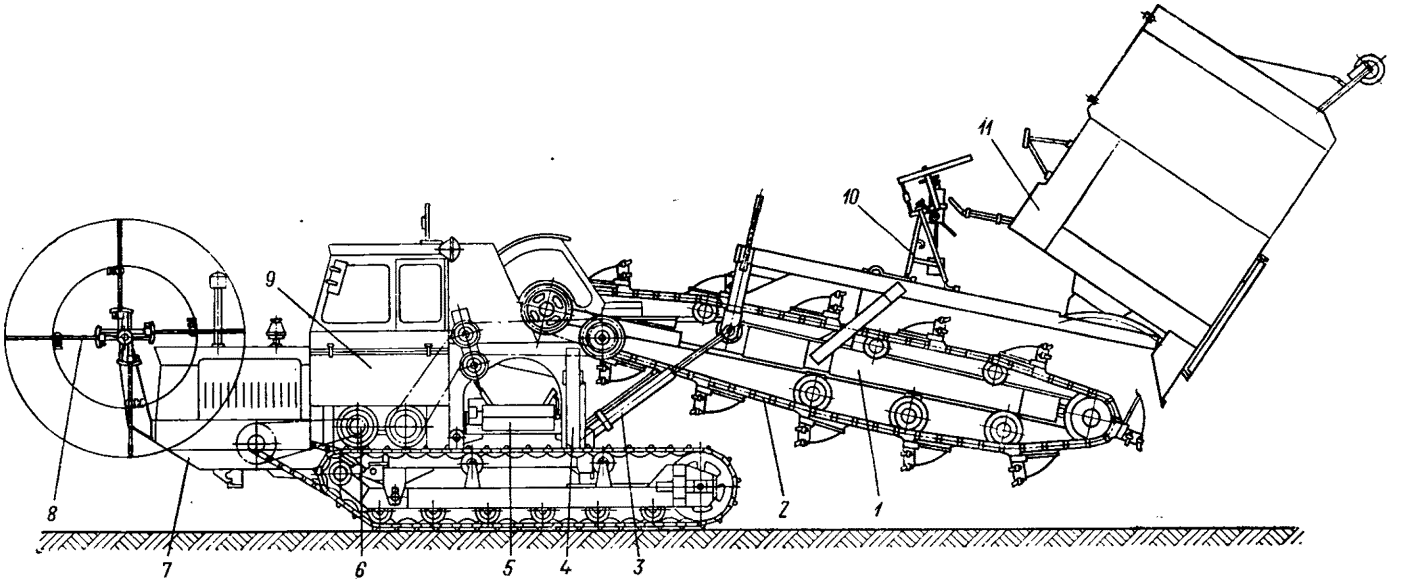


Рис. 110. Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-202А

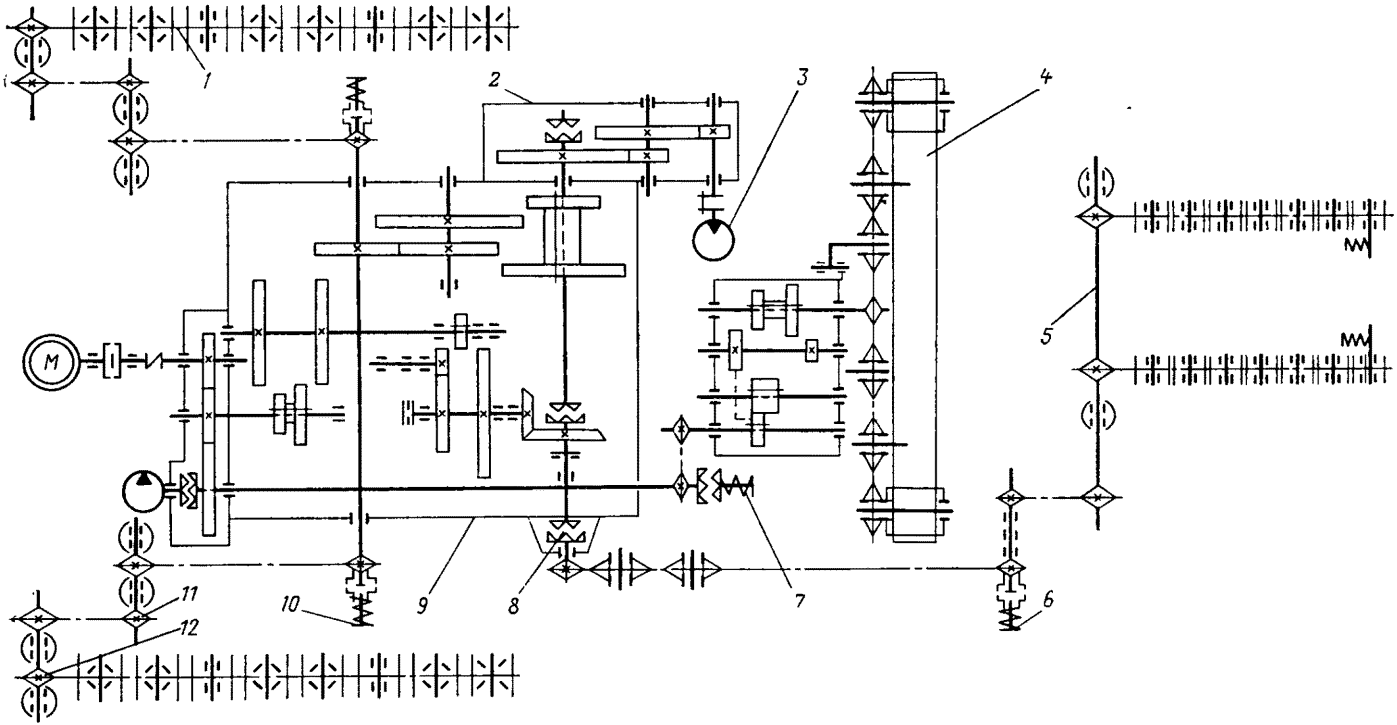


Рис. 111. Кинематическая схема экскаваторов-дреноукладчиков ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А

Обе машины оборудованы электрогидравлической системой выдерживания заданного уклона дна траншей по копирному тросу, которая работает от датчика *10*, установленного на раме рабочего органа.

Кинематическая схема экскаваторов (рис. 111) обеспечивает привод рабочего органа, конвейера и гусеничного хода *1*.

Привод рабочего органа осуществляется от двигателя через муфту сцепления, карданный вал, коробку *9* передач, кулачковую муфту *8*, цепные передачи и предохранительную муфту *6*. Основные элементы муфты сцепления заимствованы из автомобиля «Урал 355-М». Коробка *9* передач обеспечивает две скорости движения ковшовой цепи и ее реверс, а предохранительная муфта *6* защищает рабочий орган от перегрузок при встрече с труднопреодолимым препятствием.

Турасный вал *5* приводит в движение ковшовую цепь. На него насажена консольно приводная звездочка и две звездочки со сменными венцами для привода ковшовой цепи. В средней части турасного вала на подшипниках скольжения установлен шатун, на который крепят очистители ковшей.

Ленточный конвейер *4* приводится во вращение через коробку *9* передач, зубчатую предохранительную муфту *7*, привод конвейера и цепную передачу, находящуюся в постоянном зацеплении со звездочками барабанов конвейера. Привод конвейера обеспечивает две скорости движения и реверсирование ленты, муфта *7* защищает трансмиссию от перегрузок при завале конвейера.

Привод транспортного передвижения экскаватора обеспечивается от двигателя через коробку *9* передач, бортовые фрикционы *10*, цепные двухступенчатые передачи *11* на передние ведущие звездочки *12* гусеничного хода, от которых движение передается гусеничному ходу.

Трансмиссия транспортного передвижения обеспечивает четыре скорости вперед и четыре назад. Поворачивается экскаватор бортовыми фрикционами *10*.

Привод рабочего передвижения происходит от гидромотора *3* марки НПА-64 через ходоуменьшитель *2* и далее через коробку *9* передач, бортовые фрикционы *10* и цепные передачи *11*.

Трансмиссия всех экскаваторов-дреноукладчиков во многом унифицирована. Так, в основном для экскаваторов ЭТЦ-202, ЭТЦ-202А и ЭТЦ-163 идентичны коробки передач, конечные передачи на ходовой механизм, предохранительные муфты и бортовые фрикционы.

Коробки передач экскаваторов-дреноукладчиков (рис. 112) служат для передачи мощности от двигателя ко всем потребителям: рабочему органу, конвейеру и ходу. Коробка передач обеспечивает четыре транспортные скорости вперед и четыре назад, две скорости ковшовой цепи, а совместно с ходоуменьшителем два диапазона скоростей рабочего хода с бесступенчатым регулированием. От коробки передач приводятся через специальные редукторы конвейер и гидронасос. Управляют коробкой передач шестью рычагами, установленными на коробке.

Ходовая часть экскаваторов состоит из левой и правой гусеничных тележек и привода гусениц. Ходовые части экскаваторов ЭТЦ-202, ЭТЦ-202А и ЭТЦ-163 унифицированы. Элементы гусеничного хода экскаваторов заимствованы от трактора ДТ-55 болотной модификации. Приводится каждая гусеница от соответствующего бортового фрикциона через две последовательно установленные цепные передачи. Ведущей является передняя звездочка гусеницы. Для защиты направляющих колес гусеничного хода от камней служат щитки, которые по необходимости устанавливают с внутренней стороны тележек.

Конструкция бортовых фрикционов (рис. 113) всех экскаваторов-дреноукладчиков зоны осушения одинакова. Бортовые фрикционы служат для передачи мощности от коробки передач на ходовую часть и для поворота экскаватора, а также для предохранения трансмиссии от перегрузок. Устанавливают их на концах выходного вала *1* коробки передач и передают крутящий момент на звездочки *2*.

Ведущие диски *4* фрикциона с наклепанными с обеих сторон фрикционными накладками установлены на шлицевой втулке, закрепленной на валу *1*, ведомые диски *5* установлены на шлицах по внутренней поверхности корпуса *3*, который приварен к звездочке *2*. С корпусом *3* регулировочными шпильками *8* связана плита *10*. Чтобы передать движение гусеничной цепи через бортовой фрикцион,

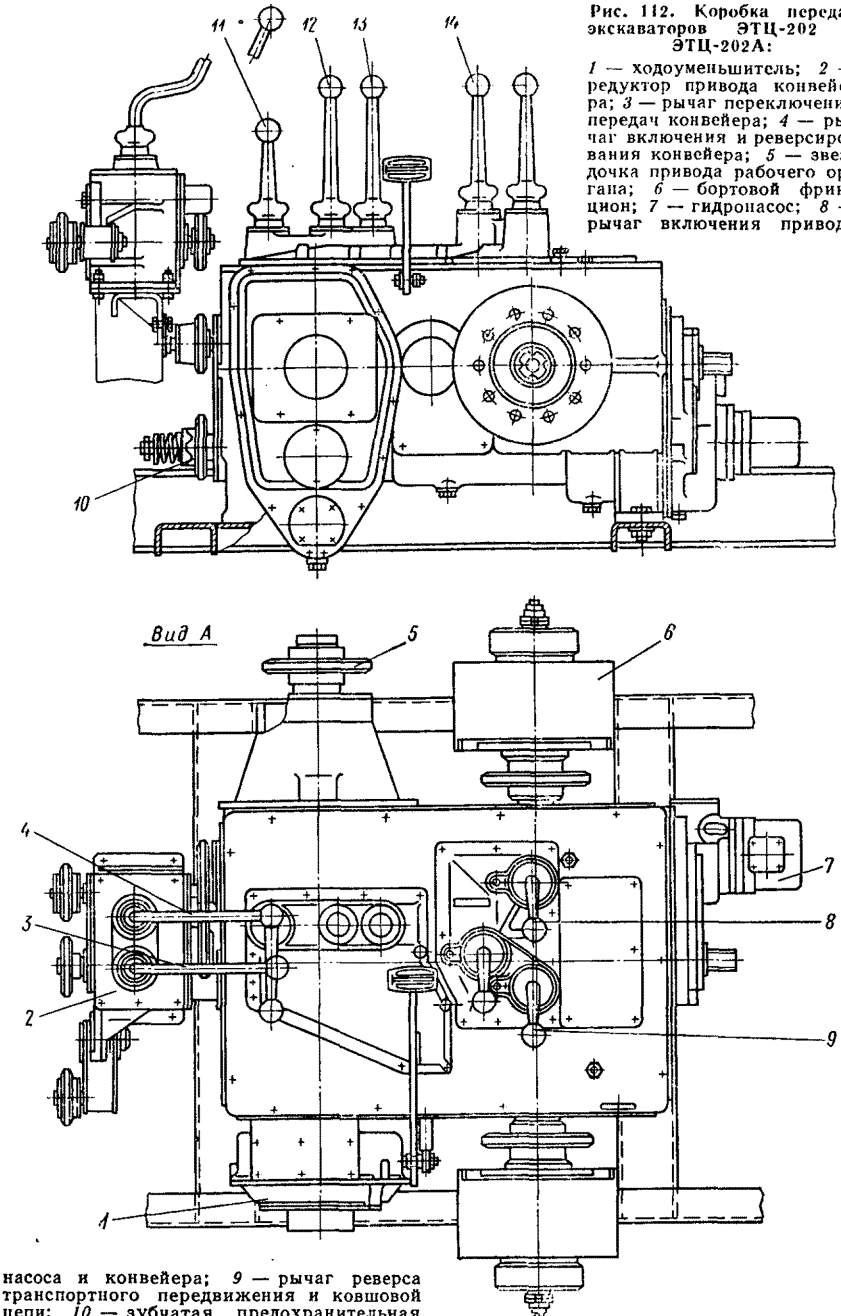


Рис. 112. Коробка передач экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А:

1 — ходоуменьшитель; *2* — редуктор привода конвейера; *3* — рычаг переключения передач конвейера; *4* — рычаг включения и реверсирования конвейера; *5* — звездочка привода рабочего органа; *6* — бортовой фрикцион; *7* — гидронасос; *8* — рычаг включения привода насоса и конвейера; *9* — рычаг реверса транспортного передвижения и ковшовой цепи; *10* — зубчатая предохранительная муфта; *11* — рычаг включения рабочего или транспортного передвижения; *12* — рычаг включения привода ковшовой цепи; *13* — рычаг переключения передач транспортного передвижения и диапазонов передач рабочего передвижения; *14* — рычаг переключения передач транспортного передвижения и ковшовой цепи

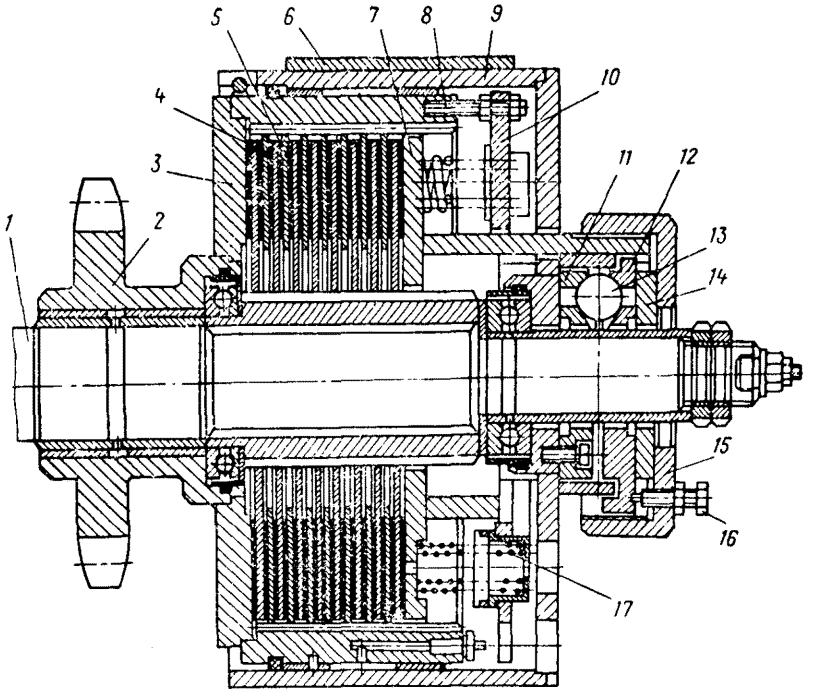


Рис. 113. Бортовой фрикцион экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А

необходимо сжать диски *4* и *5*, что обеспечивается пружинами *17*, которые упираются в плиту *10*, перемещают нажимной диск *7* и сжимают диски *4* и *5*.

Для выключения гусеницы достаточно отжать диск *7* отжимным устройством, которое состоит из упорного диска *11*, связанного с барабаном *9* фрикциона, и второго упорного диска *12*, связанного через шайбу *14* и регулировочную гайку *15* с диском *7*. Диски *11* и *12* имеют скосы, между которыми расположены шарики *13*.

Если тормозной лентой *6* затормозить барабан *9*, то он провернет диск *12*, который под действием скосов отойдет вправо, уведет диск *7* и тем самым выключит бортовой фрикцион. Таким образом, бортовой фрикцион выключается при одновременном затормаживании гусеницы.

Бортовой фрикцион регулируют на необходимый крутящий момент и ход механизма выключения. Крутящий момент, передаваемый бортовым фрикционом, регулируют шпильками *8*, предварительно сняв гайку *15* и барабан *9*. При значительном износе фрикционных дисков под колпаки пружин *17* ставят втулки. Механизм включения фрикциона регулируют гайкой *15*, которую закручивают до упора и отпускают до получения свободного хода барабана *9* по отношению к корпусу фрикциона в пределах 10—15 мм. Свободный ход проверяют на внешнем диаметре фрикциона при отпущенной тормозной ленте. По окончании регулировки гайку *15* фиксируют болтом *16* в ближайшем отверстии в сторону раскручивания.

Рабочее оборудование экскаваторов-дреноукладчиков состоит из рам (верхней и нижней), ковшовой (или скребковой для экскаваторов ЭТЦ-163) цепи, ленточного (или шнекового для экскаватора ЭТЦ-163) конвейера, натяжного устройства, приводного турасного вала, предохранительной муфты, очистителя ковшей (для ковшовых рабочих органов) и трубоукладчика. Рама рабочего оборудования представляет собой сварную конструкцию, состоящую из нижней

рамы рабочего органа и верхней рамы, служащей для установки на ней тележки с трубоукладчиком.

Ковшовая цепь разрабатывает грунт, выносит его из траншеи и разгружает на конвейер. Ковшовая цепь состоит из двух соединенных в кольцо специальных цепей, к которым прикреплены двенадцать ковшей.

Многодисковая фрикционная предохранительная муфта (рис. 114) предохраняет узлы и детали рабочего оборудования и трансмиссии экскаватора от поломок при встрече ковшовой цепи с труднопреодолимым препятствием. Муфта состоит из корпуса *3*, ведущих *6* и ведомых *2* дисков, нажимного диска *7*, упорной плиты *10*, пружин *1* сжатия, регулировочного болта, указательной шпильки *12* и трубки *11*. Звездочка *4* неподвижно крепится к корпусу *3* и свободно вращается на ступице звездочки *5*. Ведущие диски *6* посажены на шлицах на вал *9*, ведомые диски *2* соединены с корпусом *3* и соответственно со звездочкой *4*. При стопорении рабочего органа звездочка *5* останавливается, а звездочка *4* продолжает вращаться вследствие проскальзывания дисков *2* и *6*.

Предохранительную муфту регулируют болтом *13*, предварительно сняв стопорную планку *14*. Правильность регулировки проверяют по положению шпильки *12*, конец которой должен быть заподлицо со шпилькой *11*.

Следует отметить, что отвинчивать болты крепления кожуха *8* разрешается только после уменьшения натяжения пружин *1*, для чего регулировочный болт завинчивают до отказа. При этом контрольная шпилька должна быть заглублена во втулку не менее чем на 10 мм.

Натяжное устройство ковшовой цепи представляет собой ползун с направляющими и осью, на которой свободно вращаются на подшипниках натяжные ролики. Амортизатором ковшовой цепи служит пружинное устройство.

Ленточный конвейер служит для транспортировки вынутого из траншеи грунта в отвал на правую или левую сторону по ходу движения экскаватора. Ленточный конвейер состоит из рамы, барабанов (оба барабана ведущие и натяжные), опорных роликов, очистителей и ленты. В зависимости от того, в какую

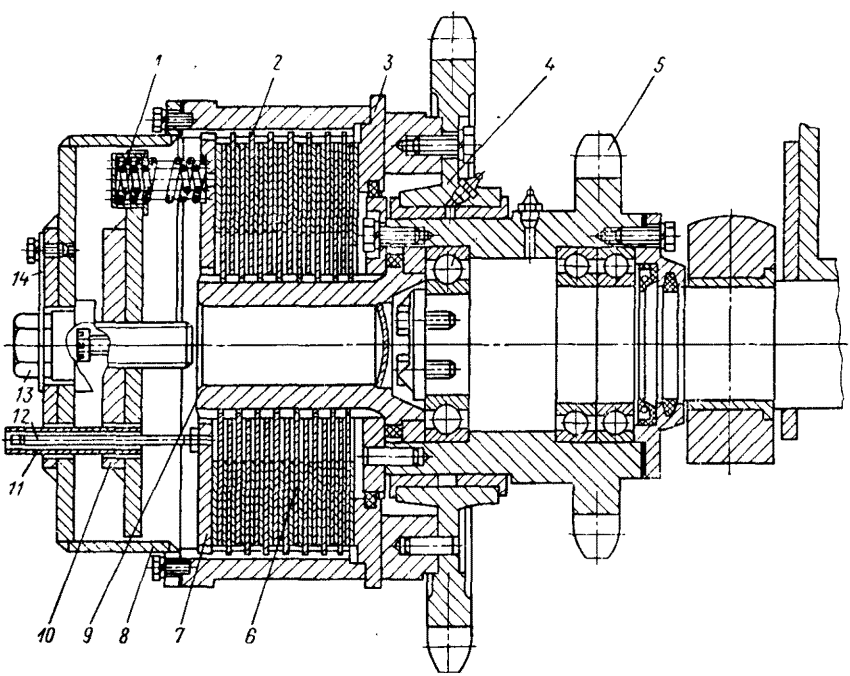


Рис. 114. Предохранительная муфта экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А

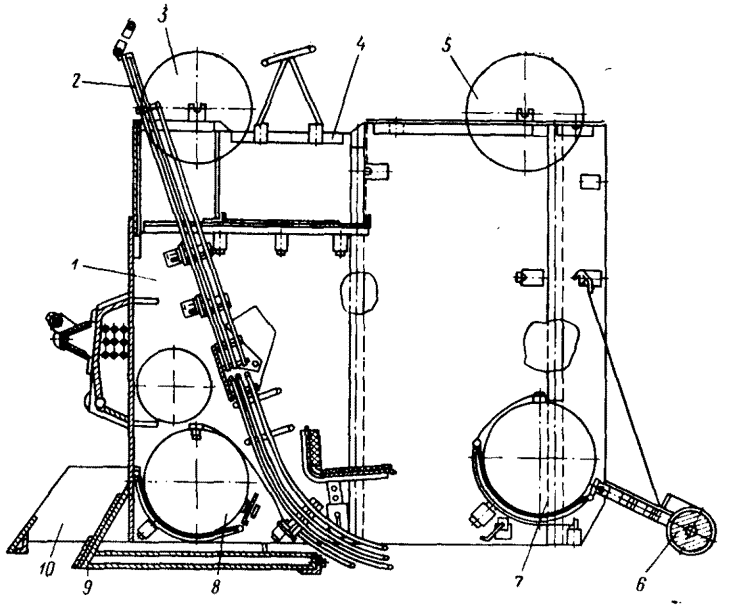


Рис. 115. Трубоукладчик экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А

сторону будет подаваться грунт, конвейер можно сдвигать поперек машины в сторону выброса грунта на 300 мм. Внизу на раме конвейера имеются отверстия, которые позволяют закреплять конвейер на пилон в одном из трех положений: центральном, выдвинутом влево, выдвинутом вправо.

Рабочее оборудование устанавливается на раму экскаватора через пилон, на котором закреплены рама рабочего органа, конвейер, привод конвейера, бункер, лотки и упоры. Бункер предназначен для направления разгружающегося из ковшей грунта на конвейер, упоры поддерживают рабочий орган в транспортном положении.

К специальному рабочему оборудованию экскаваторов-дреноукладчиков относят трубоукладчик и барабан для пластмассовых труб. Трубоукладчик (рис. 115) предназначен для опускания на дно траншеи гончарных или пластмассовых труб с одновременной изоляцией их одной или двумя лентами фильтрующего материала. Одна лента (подстилающая) укладывается на дно траншеи под дренажные трубы, другая (покрывающая) — сверху труб. Трубоукладчик представляет собой кожух *1* сварной конструкции, внутри которого закреплен наклонный прутковый желобок *2* для спуска на дно траншеи дренажных труб. Желобок состоит из верхней и нижней частей, соединенных между собой шарниром, что позволяет нижнюю часть приподнимать для закладки кассеты *8* с подстилающей фильтрующей лентой.

В задней (по ходу машины) части трубоукладчика установлена кассета *7* с покрывающей лентой фильтрующего материала. Корыто кассеты можно использовать также для запаса мха при применении его в качестве фильтрующего материала. В верхней части желобка *2* установлено кольцо для пропускания пластмассовой трубы. Для прижатия пластмассовой трубы к дну траншеи служит прижимной ролик *6*.

На верхнюю переднюю часть трубоукладчика (у платформы для запаса трубок) установлены боковые съемные щитки *4*, которые следует снять, когда глубина отрываемой траншеи менее 170 см. Там же установлен съемный кронштейн с кольцом при работе с пластмассовой трубой. Это значительно облегчает доступ к желобку и платформе с запасом дренажных трубок, так как снижает

высоту укладки трубок в желоб, позволяя тем самым укладывать трубки с большей скоростью.

К опорной лыже (дно трубоукладчика) приварен нож *9* для образования желобка (выкружки) в дне траншеи. Желобок является основанием, на которое укладываются трубки диаметром 40, 50 или 75 мм. Для трубок большего диаметра в задней части опорной лыжи устанавливают сменный нож. В нижней передней части трубоукладчика находится регулируемый по высоте очиститель *10* дна траншеи. Нижнюю кромку очистителя устанавливают на уровне дна трубоукладчика.

Боковое смещение фильтрующей ленты ограничено боковыми дисками кассет *7* и *8*. В верхней части трубоукладчика находятся запасные рулоны *3* и *5* фильтрующего материала. Трубоукладчик перемещается на роликах в направляющих тележки верхней рамы рабочего органа при помощи гидроцилиндра, управляемого из кабины экскаватора.

Барабан для пластмассовых труб служит для установки пластмассовой дренажной трубы. Таким барабаном оборудованы экскаваторы ЭТЦ-163 и ЭТЦ-202А. Пластмассовую трубу в виде бухты навешивают на барабан, с которого она сматывается и укладывается на дно траншеи во время работы экскаватора по мере продвижения вперед. Барабан установлен на оси кронштейна в передней части рамы экскаватора. Усилие, необходимое для вращения барабана, определяется затяжкой фрикционной пружинной муфты регулировочными гайками.

Барабан имеет телескопические стержни, вылет которых регулируют в зависимости от внутреннего диаметра бухты пластмассовых труб. К телескопическим стержням прикреплены вилки для установки бухты, для облегчения установки бухты наружные вилки поворачивают на 180°.

Электрогидравлическая система управления экскаваторами-дреноукладчиками объединяет три взаимосвязанных системы: гидравлическую, электрическую и следящую. Электрогидравлическая система обеспечивает дистанционный пуск двигателя; освещение и сигнализацию; бесступенчатое регулирование скорости и реверсирование хода рабочего передвижения экскаватора; подъем и опускание рабочего органа и трубоукладчика; ручное и автоматическое регулирование глубины копания гидроцилиндрами подъема рабочего органа при плавающем положении гидроцилиндра трубоукладчика (режим А) с принудительным заглублением рабочего органа; ручное и автоматическое регулирование глубины копания гидроцилиндром трубоукладчика при плавающем положении гидроцилиндров рабочего органа (режим Б) без принудительного заглубления рабочего органа; ручное и автоматическое регулирование глубины копания гидроцилиндрами рабочего органа и трубоукладчика (режим В) с принудительным заглублением рабочего органа.

В гидросистему экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А (рис. 116) входят гидробак с фильтром *2*, насосы *3* и *4*, гидромотор *1* привода рабочего хода, гидроцилиндры *9* подъема рабочего органа, гидроцилиндр *8* опоры трубоукладчика, гидроусилитель *5*, переключатель *7*, дроссели *11* и *12*, гидрораспределители *6* и *13*. Гидробак объемом 80 л предназначен для рабочей жидкости, которая перед поступлением в бак проходит через фильтр и очищается от загрязняющих примесей.

Для привода рабочего хода на экскаваторах установлен гидромеханический ходоуменьшитель с гидромотором *1*. Питается гидромотор *1* от насоса *3*, установленного на корпусе коробки передач. В гидроприводе рабочего передвижения установлен предохранительный клапан, который срабатывает при увеличении давления в гидросистеме, предохраняя элементы трансмиссии от перегрузок. Дроссель *12* позволяет вручную бесступенчато регулировать скорость рабочего хода от нуля до максимума.

Гидрораспределители *6* и *13* насосов НШ-10 и НШ-46 имеют по два золотника каждый, включают распределительное, перепускное и предохранительное устройства и обеспечивают независимо один от другого четыре рабочих положения соответствующей группе гидроцилиндров: заперто (нейтральное), подъем, опускание и плавающее. При нейтральном положении золотников гидрораспределителей *6* и *13* гидроцилиндры *9* защищены от перегрузки перепускным клапаном *10*, который при перегрузке соединяет штоковую и бесштоковую полости

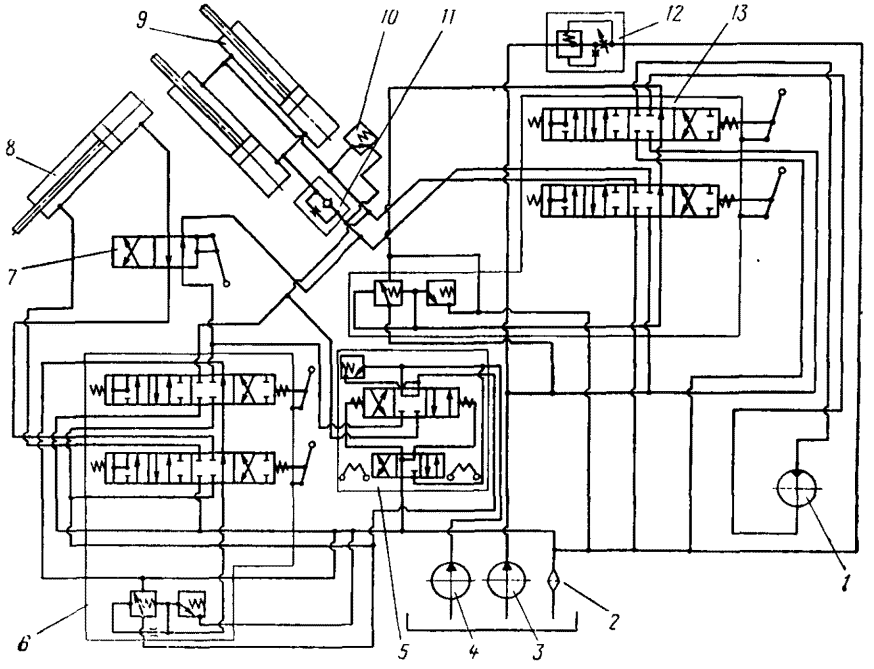


Рис. 116. Гидросистема экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А

гидроцилиндров *9*. Дроссель *11*, находящийся в трубопроводе бесштоковой полости гидроцилиндров *9* подъема рабочего органа, обеспечивает снижение скорости опускания рабочего органа при закрытом обратном клапане. Подъем рабочего органа происходит с нормальной скоростью, так как масло проходит в бесштоковые полости гидроцилиндров через открытый обратный клапан.

Переключатель *7* управления служит для установки гидросистемы на заданные режимы работы машины (А, Б или В) в зависимости от грунтовых условий. При автоматическом режиме регулирования глубины копания гидроцилиндры управляются автоматически от электромагнитного гидроусилителя *5*. Гидроусилитель представляет собой блок двух гидрораспределителей — с электромагнитным управлением и предохранительного клапана.

Режим работы А используют, когда экскаватор работает в грунтах со слабой несущей способностью для траншеи. При этом режиме работы гидроцилиндр *8* находится в плавающем положении, а рабочий орган жестко связан с машиной через гидроцилиндры *9*, которые управляются гидроусилителем *5*.

Режим работы Б используют при работе машины в легких грунтовых условиях, когда веса рабочего оборудования достаточно для создания требуемого давления на грунт. При этом гидроцилиндры *9* устанавливаются в плавающее положение, а управление осуществляют с помощью гидроцилиндра *8*. Такой режим работы обеспечивает более точное выдерживание заданного уклона дна траншеи, так как управление осуществляется от дна траншеи.

Режим работы В используют при работе машины в тяжелых грунтовых условиях, когда собственного веса оборудования не хватает для обеспечения внедрения рабочего органа в грунт. При этом режиме работы управление осуществляется также гидроцилиндром *8* от дна траншеи, но при этом штоковые полости гидроцилиндров *9* находятся в подпоре, а бесштоковые соединены со сливом. Такая схема соединения обеспечивает пригрузку рабочего оборудования и требуемые усилия на разрабатываемый грунт, а вместе с тем дает высокую точность выдерживания заданного уклона, так как управление осуществляется от дна траншеи.

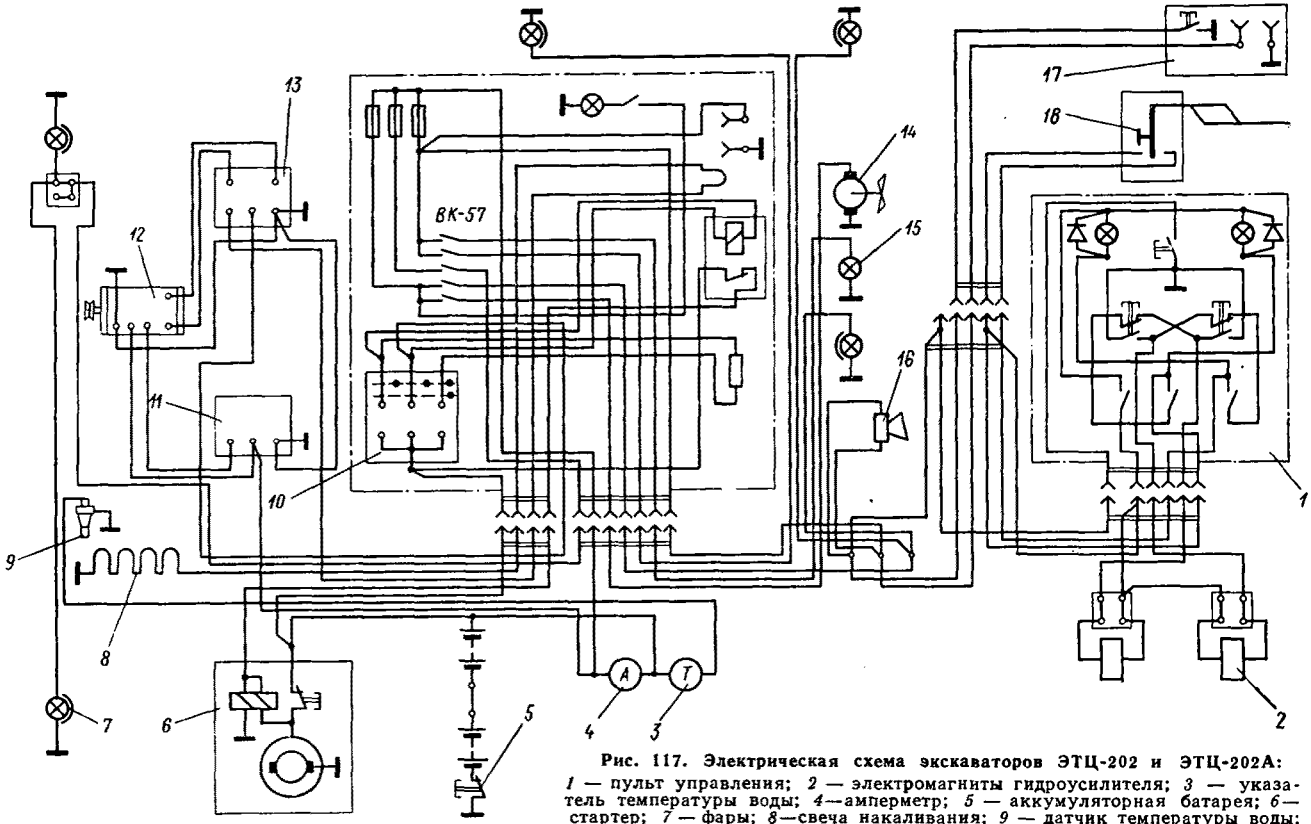


Рис. 117. Электрическая схема экскаваторов ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А:
1 — пульт управления; *2* — электромагниты гидроусилителя; *3* — указатель температуры воды; *4*—амперметр; *5* — аккумуляторная батарея; *6*—стартер; *7* — фары; *8*—свеча накаливания; *9* — датчик температуры воды; *10*—электроблок; *11* — реле блокировки; *12* — генератор; *13* — реле-регулятор; *14* — вентилятор; *15* — плафон; *16* — сигнал; *17* — выключатель массы; *18* — датчик (уклоноуказатель)

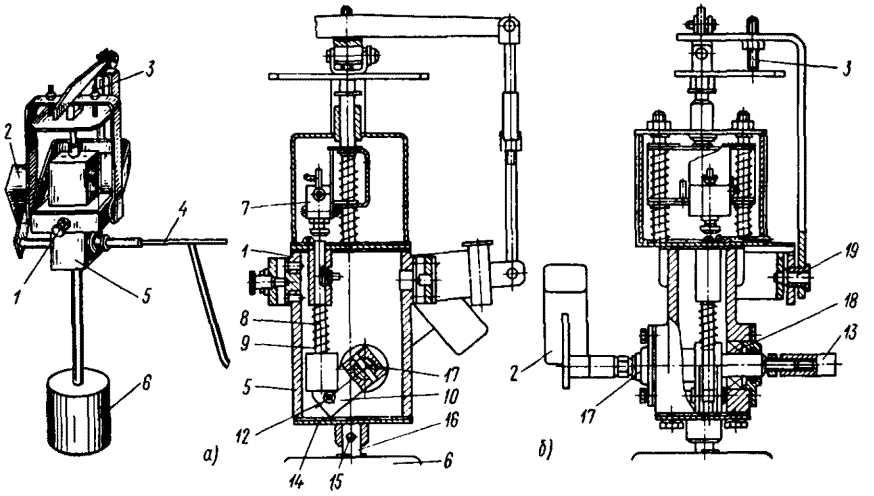


Рис. 118. Датчик экскаваторов ЭТЦ-202А и ЭТЦ-163:
а — общий вид; б — разрезы

Электрогидравлические системы экскаваторов-дреноукладчиков позволяют работать также в режиме ручного управления по лампочкам световой сигнализации. Электросистема экскаваторов-дреноукладчиков (рис. 117) однопроводная напряжением 12 В с использованием массы в качестве минус-провода. Она обеспечивает пуск двигателя, освещение забоя и кабины, питание контрольных приборов, систем двигателя, функционирования следящей системы автоматического выдерживания заданных глубины и уклона дна дренажных траншей.

Следящая система экскаваторов-дреноукладчиков управляет электромагнитами гидроусилителя и контрольными лампами на щитке управления. Система включает в себя электронный бесконтактный датчик, блок усилителей, щиток управления и электроразводку. Система питается от электросистемы экскаватора. Датчик представляет собой электрическое переключающее устройство, установленное на рабочем органе экскаватора для выдерживания заданного уклона дна траншеи. Следящие щупы датчиков взаимодействуют с копирным тросом, натянутым вдоль трассы траншеи. Постоянный контакт следящего щупа с копирным тросом позволяет датчику регистрировать любые высотные отклонения режущей кромки рабочего органа от проектной глубины и передавать сигнал на силовую гидравлическую систему, которая автоматически возвращает рабочий орган на проектную глубину.

При боковых кренах экскаватора и при изменении глубины копания из-за взаимного изменения в пространстве точки подвески датчика, точки слежения (точки контакта щупа датчика с тросом) и режущей кромки рабочего органа происходит отклонение режущей кромки от заданного уровня, что приводит к искажению профиля дна отрываемой траншеи. Для исключения этого явления в кинематической схеме датчика предусмотрены рычажно-механические системы компенсации ошибок, которые обеспечивают постоянное расстояние от точки слежения щупа до режущей кромки рабочего органа.

К нижней крышке *14* (рис. 118) корпуса *5* датчика экскаваторов ЭТЦ-202А и ЭТЦ-163 через штифт *15* и рычаг *16* подвешен груз *6*, поддерживающий датчик в вертикальном положении. Датчик может качаться в продольной плоскости экскаватора относительно валика *19*, а в поперечной плоскости относительно центров *1*. Ось *17* вращается в шарикоподшипниках *18*. К оси *17* с одной стороны прикреплен щуп *4*, с другой — противовес *2*, уравновешивающий щуп. На оси *17* установлен рычаг *10* с осью *12* и роликом, на который опирается

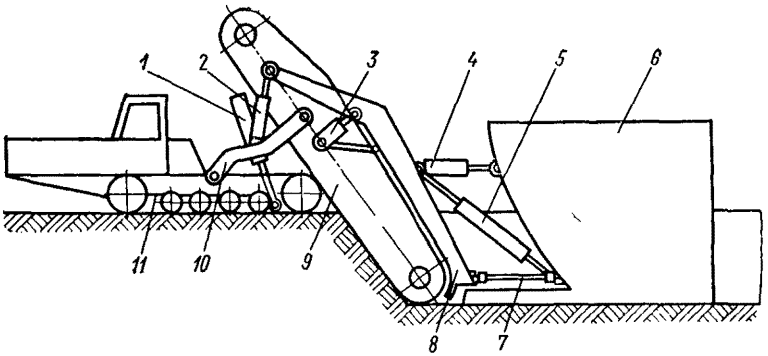


Рис. 119. Экскаватор-дреноукладчик Д-659А:

1 — гидроцилиндр подъема рабочего оборудования; *2* — гидроцилиндр поворота рабочего органа; *3* — гидроцилиндр подъемной рамы трубоукладчика; *4* — гидроцилиндр поворота трубоукладчика; *5* — гидроцилиндр опоры; *6* — трубоукладчик; *7* — тяга; *8* — подъемная рама трубоукладчика; *9* — рабочий орган; *10* — рычаги навески рабочего органа; *11* — тягач

толкатель *8* с пружиной *9*. Толкатель *8* действует на переключатель *7*, дающий сигнал рассогласования. Пружины обеспечивают возврат переключателя в исходное положение.

Конструкция датчика позволяет работать при установке копирного троса как с левой, так и с правой стороны экскаватора.

Положение щупа регулируют винтами *3* при заглубленном рабочем органе и установке экскаватора на ровной местности.

Экскаватор-дреноукладчик ЭТЦ-163 унифицирован с экскаваторами ЭТЦ-202 и ЭТЦ-202А по базовому тягачу, но отличается конструкцией и приводом рабочего оборудования трубоукладчика, принципом работы электрогидравлической системы автоматического выдерживания заданного уклона дна траншеи. Рабочий орган экскаватора скребкового типа со шнековым отвальным конвейером. Конструкция трубоукладчика обеспечивает укладку керамических и пластмассовых дренажных труб в узкую траншею шириной 0,25 м. В качестве фильтрующего материала предусмотрено применение ленты из стеклоткани или армированного стеклохолста.

Для строительства дренажа в зонах искусственного орошения созданы экскаваторы-дреноукладчики с глубиной копания до 4,0 м. В настоящее время для укладки глубокого дренажа применяют дреноукладчики типов Д-250 (Д-251, Д-301, Д-351, ЭД-3,0), Д-658 и Д-659.

Дреноукладчики типа Д-250 представляют собой цепной траншейный экскаватор ЭТУ-354 с измененным рабочим органом для получения траншеи шириной 0,6 м и прицепным или полуприцепным трубоукладчиком. Эти дреноукладчики не оснащены системами выдерживания заданного уклона дна траншеи и работают по заранее тщательно спланированной трассе или корыту, отрытому бульдозерами и скреперами и спланированному автогрейдерами.

Рабочее оборудование, рама, конвейер, двигатель и другие узлы экскаваторов-дреноукладчиков типа Д-658 также заимствованы от экскаватора ЭТУ-354. Ходовая часть этих машин выполнена на базе деталей и узлов трактора Т-100. Дреноукладчик снабжен электрогидравлической системой автоматического выдерживания заданного уклона дренажной линии, работающей от копирного троса.

Экскаваторы-дреноукладчики типа Д-659 (рис. 119) представляют собой цепной траншейный экскаватор на гусеничном ходу со специальным оборудованием, предназначенный для строительства горизонтального дренажа глубиной до 4 м из керамических труб диаметром 100—200 мм с одновременной изоляцией их песчано-гравийным фильтром и последующей засыпкой траншей грун-

том. Тягач экскаватора скомпонован на базе узлов трактора Т-100М и роторного траншейного экскаватора ЭР-7А.

Рабочий орган экскаватора (рис. 120) приводится через дополнительный редуктор *IV* и редуктор *VII* отбора мощности, который установлен на корпусе заднего моста трактора Т-100М. Редуктор *VII*, заимствованный от тягача экскаватора ЭР-7А, получает вращение от двигателя через первичный вал тракторной коробки *III* передач и дополнительного редуктора *IV*. От редуктора *VII* через вертикальный вал вращение передается редуктору *VIII* рабочего органа (использован задний мост автомобиля ЗИЛ-164), установленному на портале тягача. От полуосей редуктора *VIII* через две ветви двухзвенной цепной передачи вращение передается турасному валу рабочего органа. Нагрузки на обе ветви цепной передачи распределяются равномерно в результате дифференциального механизма, установленного в редукторе *VIII* привода рабочего органа.

Конвейеры приводятся от левой полуоси редуктора *VIII* цепной передачей через конические шестерни. Редуктор *IX* конвейера, закрепленный на специальном кронштейне портала тягача, реверсируется при включении кулачковой муфты одной из конических шестерен. Движение от редуктора *IX* передается цепной передачей поперечному конвейеру и через карданный вал и цепную передачу — продольному конвейеру. Привод рабочего органа и конвейеров предохраняется от перегрузок фрикционной муфтой, встроенной в редуктор привода рабочего органа (заимствована от экскаватора ЭР-7А). Лебедка приводится от гидромотора через червячный *VI* и цилиндрический *V* редукторы.

При транспортных передвижениях экскаватора движение от двигателя через муфту сцепления, карданный вал, первичный вал тракторной коробки *III* передач передается карданным валом на первичный вал дополнительного редуктора *IV* и далее цилиндрическими и коническими шестернями на вал привода хода экскаватора. Далее вращение через бортовые фрикционы и бортовые редукторы *I* и *II* передается на ведущие звездочки гусеничных цепей.

Таким образом, транспортные передвижения экскаватора осуществляют при включенной тракторной коробке передач, которая дает возможность получить четыре скорости транспортного передвижения. Рабочие скорости экскаватора обеспечиваются включенными последовательно тракторной коробкой *III* передач и дополнительным редуктором *IV*, которые совместно обеспечивают получение 12 рабочих скоростей. В дополнительном редукторе *IV* установлен блокировочный механизм, связанный с рычагом реверса тракторной коробки передач, что исключает поломки трансмиссии, возможные при переключениях дополнительного редуктора под нагрузкой.

Рабочий орган дреноукладчика Д-659А цепной ковшовый. Ковшовая цепь, звездочки турасного вала и ролики унифицированы с соответствующими деталями экскаватора ЭТУ-354. Важной особенностью рабочего оборудования является наличие двух конвейеров — поперечного и продольного. Поперечный конвейер принимает грунт от рабочего органа и передает на продольный, который производит обратную засыпку траншеи непосредственно после укладки дренажа.

Наличие специального рабочего оборудования и продольного конвейера позволяет дреноукладчику работать в устойчивых и обрушающихся грунтах I—III категорий.

Управление рабочим процессом дреноукладчика сосредоточено в кабине машиниста и может быть:

1) автоматическим (сигнал отклонения от заданной траектории копания поступает непосредственно на исполнительную систему);

2) полуавтоматическим (сигнал передается на лампочки световой сигнализации, воспринимается машинистом и передается на исполнительную систему);

3) ручным.

Система автоматического управления экскаватором-дреноукладчиком Д-659А обеспечивает выдерживание заданного уклона дна отрываемых траншей (по копирному тросу с помощью датчика глубины ДГ); постоянный угол наклона рабочего органа в процессе работы (угловой датчик 1ДУ); постоянное положение трубоукладчика в процессе укладки трубок (угловой датчик 2ДУ); установку опорной части трубоукладчика на одной линии с нижней режущей кромкой

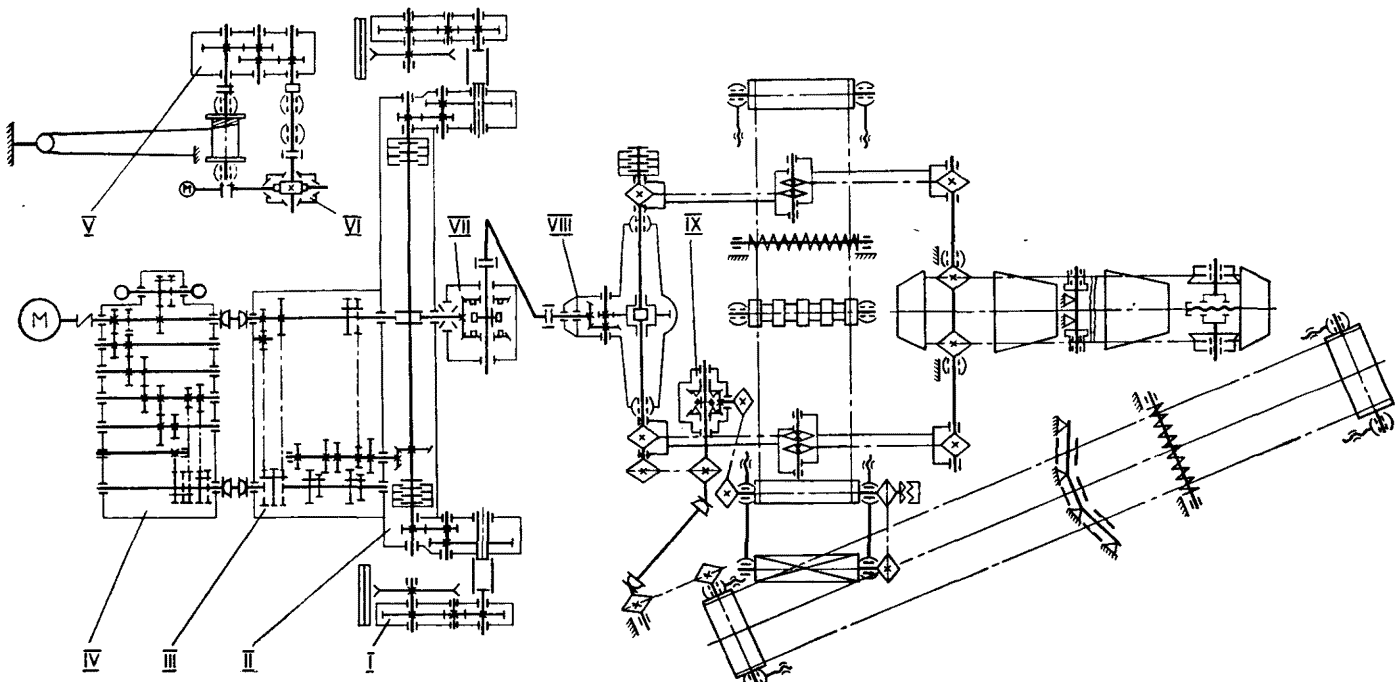


Рис. 120. Кинематическая схема экскаватора-дреноукладчика Д-659А

рабочего органа (датчик взаимного положения ДВП). Датчики ДГ и 1ДУ расположены на раме рабочего оборудования, а датчики 2ДУ и ДВП — на трубоукладчике.

Наличие системы автоматического выдерживания заданного уклона дна траншеи, а также возможность рытья траншей полного профиля глубиной до 4 м исключили сложную и дорогую технологическую операцию по выравниванию и планировке трассы, высвободили занятые на этой работе скреперы, бульдозеры и грейдеры.

Производительность и необходимая мощность привода дреноукладчиков определяются аналогично производительности и мощности привода траншейных экскаваторов, рассмотренных выше.

3. РОТОРНЫЕ ТРАНШЕЙНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ

Роторные экскаваторы применяют главным образом для траншей большой протяженности, преимущественно вне населенных пунктов, когда не требуется частая переброска машин с одного участка на другой.

По сравнению с цепными траншейными экскаваторами у роторных экскаваторов более высокий КПД, менее энергоемкий процесс разработки грунта из-за отсутствия цепей, работающих в абразивной среде; более высокая производительность вследствие повышенного числа ссыпок, которая обеспечивается равномерностью вращения ротора и лучшими условиями опорожнения ковшей. Наряду с этим у роторных экскаваторов бо́льшие габаритные размеры и масса, чем у цепных, что объясняется бо́льшими размерами и массой ротора по сравнению с цепным рабочим органом для одних и тех же размеров отрываемых траншей.

Роторный траншейный экскаватор состоит из двух основных частей: тягача и рабочего оборудования. Гусеничные тягачи роторных экскаваторов выполняют на базе серийно выпускаемых тракторов. Для обеспечения навески рабочего оборудования базовые тракторы дорабатывают: изменяют их компоновку, устанавливают гидросистему управления рабочим оборудованием, для получения скоростей рабочего хода в трансмиссию вводят ходоуменьшители, на тягачах экскаваторов устанавливают дизель-генераторные станции и др.

Рабочее оборудование роторных экскаваторов включает ковшовый или скребковый ротор и отвальный конвейер с приводными механизмами, а также зачистное устройство. В процессе работы экскаватора ковши или скребки, расположенные на вращающемся роторе, непрерывно разрабатывают грунт, выносят его из траншеи и ссыпают на поперечный отвальный конвейер, откуда грунт поступает в отвал на берму.

Для разработки траншей с откосами на роторных экскаваторах устанавливают пассивные ножевые откосники для крутизны откоса до 1 : 0,25.

Технические характеристики роторных экскаваторов, выпускаемых в СССР, приведены в табл. 22.

Экскаваторы типа ЭТР-131 и ЭТР-132 (рис. 121) предназначены для отрывки узких траншей прямоугольного профиля шириной 0,23—0,27 м в мерзлых и талых грунтах. Рабочее оборудование этих экскаваторов полуприцепное, режущими и транспортирующими грунт элементами ротора являются 18 зубьев. Вследствие балансирной подвески рабочего оборудования (балансир *7*) можно отрывать траншею с вертикальными стенками на косогоре.

В головной части рамы *6* размещено универсальное шарнирно-сцепное устройство *8*, внутри которого проходит карданный вал отбора мощности от трактора Т-180 на ротор *4*. Бортовые редукторы и ось ротора *4* закреплены в средней части рамы. Поднимают рабочее оборудование в транспортное положение с помощью гидроцилиндров.

Корпус ротора (рис. 121, *б*) представляет собой сварной диск *9*. К диску с двух сторон приклепаны рейки *11*, по внутреннему зацеплению которых обкатываются звездочки бортовых редукторов привода ротора.

Ротор вращается на оси *14* в подшипниках *13*, установленных в корпусах *16*, которые прикреплены к раме рабочего органа.

Таблица 22

Технические характеристики роторных траншейных экскаваторов

Показатели	ЭТР-132Б	ЭТР-161	ЭТР-162	ЭР-7АМ	ЭР-7Е	ЭР-7П	ЭР-7Т	ЭТР-253А	ЭТР-204	ЭТР-223	ЭТР-224
Размеры отрываемой траншеи, м:											
наибольшая глубина	1,30	1,60	1,60	2,00	1,80	2,20	2,20	2,50	2,0	2,20	2,20
ширина по дну	0,27	0,80	0,80	1,20	1,40	0,85	1,70	2,10	1,20	1,50	0,85
ширина по верху (с откосами)	—	—	—	2,02	2,22	1,60	2,52	3,20	2,30	2,58	1,85
начало откоса от дна	—	—	—	0,80	0,80	1,00	0,80	1,20	0,60	0,60	0,60
База тягача	Т-180	Трактор Т-74С9	ДТ-75С2	Специальная с использованием узлов трактора Т-100М				Трактор ДЭТ-250М	Специальная с использованием узлов трактора Т-130.1.Г		
Марка дизеля	Д-180	СМД-14А		Д-108				В-30Б	Д-130		
Мощность дизеля, л. с.	180	75		108				300	160		
Производительность, м³/ч	280	300		500		450	500	1 200	650	650	600
Рабочее оборудование	Навесное	Полуприцепное							Навесное		
Ротор:											
диаметр ротора (по режущим кромкам зубьев), мм	2 610	2 900		3 500	3 500	3 650	3 930	4 500	3 550	3 830	3 830
число ковшей (зубьев), шт.	(18)	10		14	14	16	14	14	14	14	16
вместимость ковша, л	—	70		90	130	60	190	250	140	160	85
скорость резания, м/с	1,7; 2,6	1,76	1,6	1,7		1,61	1,96	1,88	1,45 и 1,80		
частота вращения, об/мин	12,3; 19,2	11,7	10,5	9,6		8,4	9,6	8,0	7,8; 9,6	7,2; 9,0	
привод	Механический							Электрический	Механический		
Конвейер:											
тип	—	Ленточный криволинейный					Ленточный двухсекционный складывающийся				
ширина ленты, мм	—	600		800			800	1 200	800		
привод конвейера	—	Механический						Электрический	Механический		
скорость ленты, м/с	—	4,0	4,12	3,6; 4,2		4,3; 5,0		4,9	4,3—5,0		
Гидропривод механизма подъема рабочего оборудования:											
марка насоса	207.20.16.02	НШ-46У							НШ-98		
число гидроцилиндров	2	1		2				4	4		

Продолжение табл. 22

Показатели	ЭТР-132Б	ЭТР-161	ЭТР-162	ЭР-7АМ	ЭР-7Е	ЭР-7П	ЭР-7Т	ЭТР-253А	ЭТР-204	ЭТР-223	ЭТР-224
Гусеничный ход:											
колея, мм	2 040	1 425	1 330	2 500				2 510	2 600		
ширина гусеницы, мм	580, 620, 700	400	410	720				690	600		
длина опорной поверхности (по осям крайних катков), мм	3 560	1 622	1 612	3 388				3 218	3 690		
тип привода рабочего хода	Гидравлический	Механический	Гидравлический	Механический				Электрический	Гидравлический		
Рабочие скорости (при движении вперед), м/ч	10—800 бесступенчато	54—266 9 скоростей	0—312 бесступенчато	31—310 12 скоростей			15—140 12 скоростей	20—280 бесступенчато	0—300 бесступенчато		
Транспортные скорости, км/ч											
вперед	2,8—11,9 5 скоростей	2,42—12,0 9 скоростей	5,2; 5,8 2 скорости	1,42—6,12 5 скоростей				3,5; 5,40 2 скорости	1,5—6,4 8 скоростей		
назад	3,2; 7,5 2 скорости	2,00—6,50 3 скорости	4,45	1,68—4,60 4 скорости				3,4—5,2 2 скорости	1,5—4,25 4 скорости		
Среднее давление на грунт в рабочем положении, кгс/см²	0,59	0,65	0,86	0,50			0,59	0,87	0,60	0,68	0,62
Пневмоколесная опора рабочего оборудования											
число шин	2	1		1				2	—	—	—
размер шины, дюймы	21,00×28	8,25×15		12,00×20				18,00×24	—	—	—
Габаритные размеры экскаватора в транспортном положении, мм:											
длина	11 500	8 300	8 830	10 300	10 300	11 000	11 400	14 800	10 930	11 460	11 150
ширина	2 950	3 160	3 050	3 220	3 220	3 220	3 220	3 780	3 200	3 260	3 200
высота	3 200	3 160	3 000	3 800	3 800	3 800	4 000	4 700	4 200	4 180	4 130
Масса, т	26,9	13,1	12,8	24,5	25,8	25,0	31,2	58,8	29,4	32,7	29,6

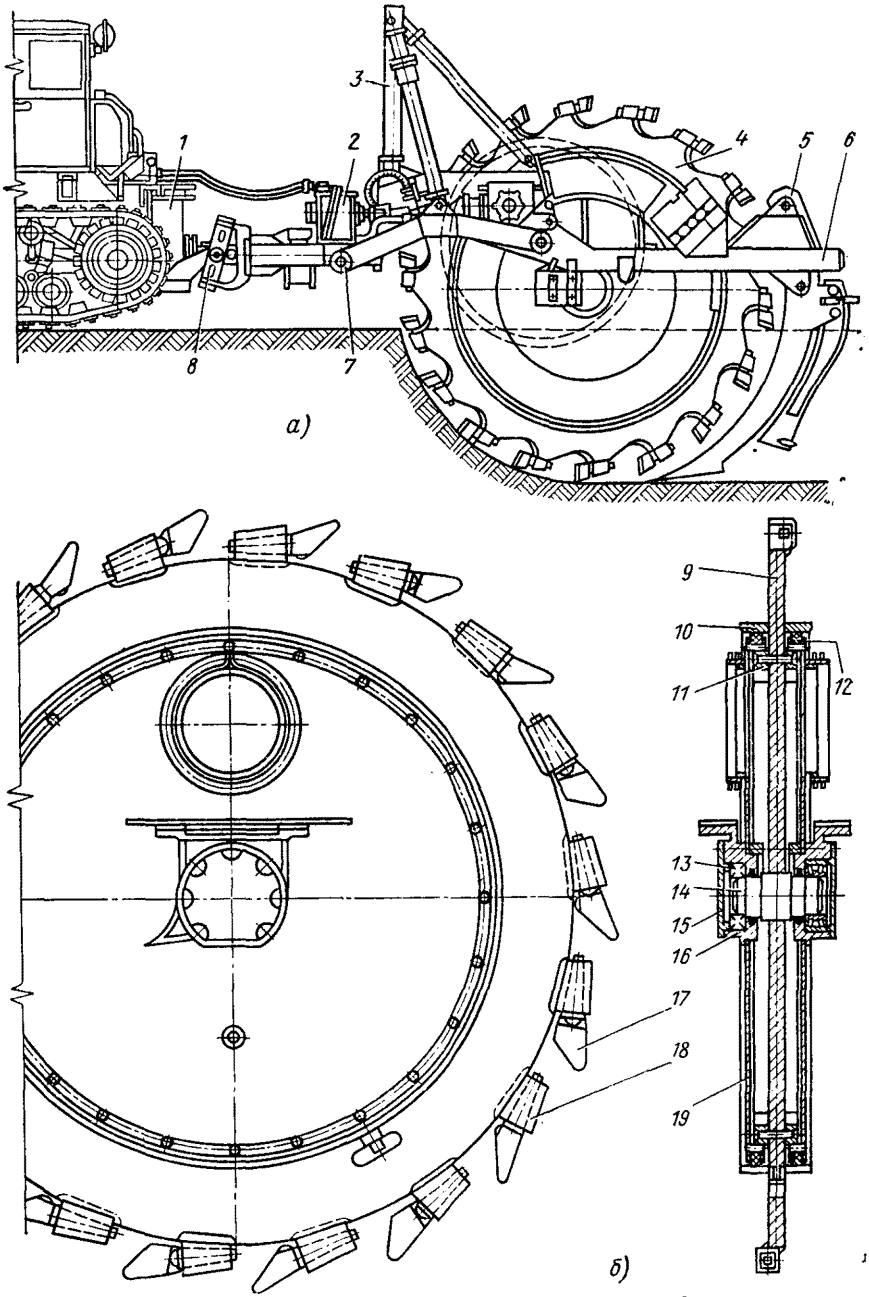


Рис. 121. Экскаватор ЭТР-132А (*а*) и его ротор (*б*):

1 — коробка отбора мощности; *2* — раздаточный редуктор; *3* — подъемная рама; *4* — ротор; *5* — зачистной башмак; *6* — рама рабочего органа; *7* — балансир; *8* — сцепное устройство; *9* — диск; *10* — реборды; *11* — рейка; *12* — уплотнение; *13* — роликоподшипник; *14* — ось; *15* — крышка; *16* — корпус подшипника; *17* — зуб; *18* — зубодержатель; *19* — боковой диск

Для защиты внутреннего зацепления от грунта установлены уплотнения, которые состоят из неподвижных дисков, резиновых секторов *12*, крышек и соединительных болтов.

Уплотнительное устройство смонтировано в кольцевом пазу, образованном ребордами *10* диска *9* ротора и неподвижными боковыми дисками *19*.

Экскаваторы ЭТР-161 и ЭТР-162 могут отрывать траншеи глубиной до 1,6 м в грунтах I—IV категорий. В качестве базы экскаватора ЭТР-161 использован трактор Т-74-С9, в трансмиссию которого для получения скоростей рабочего хода введена дополнительная понижающая четырехступенчатая коробка передач. Экскаватор ЭТР-162 создан на базе трактора ДТ-75-С2. В трансмиссию трактора введен гидромеханический планетарный ходоуменьшитель, обеспечивающий бесступенчатое регулирование скорости рабочего хода.

Наибольшее распространение получил роторный траншейный экскаватор ЭР-7А (рис. 122, *а*) и его модификации ЭР-7АМ, ЭР-7Е, ЭР-7Т, обеспечивающие разработку траншей глубиной 1,8—2,2 м и шириной 0,8—1,7 м. Тягач этих экскаваторов выполнен на базе трактора Т-100М. По сравнению с трактором в тягаче экскаватора лонжероны рамы удлинены и двигатель вынесен вперед, гусеничный ход удлинен и расширен по колее, увеличена ширина башмаков гусениц, тележки гусениц жестко связаны с рамой тягача, в трансмиссии для получения рабочих скоростей введена дополнительная трехступенчатая понижающая коробка передач. Для присоединения рабочего органа на тягаче установлена вертикальная рама, на которой смонтирован механизм подъема рабочего оборудования.

Ходовой механизм экскаватора приводится (рис. 122, *б*) от двигателя *13* через муфту сцепления, дополнительную коробку передач *14*, тракторную коробку *15* передач, главную передачу заднего моста, бортовые фрикционы, бортовые редукторы и конечную трансмиссию *16*. Дополнительная и тракторная коробки передач связаны верхним и нижним карданными валами.

Транспортные скорости обеспечиваются тракторной коробкой передач при выключенной дополнительной коробке. В этом случае движение передается от двигателя коробке передач трактора через верхний карданный вал и далее через коробку, которая обеспечивает получение четырех скоростей транспортного передвижения. Двенадцать рабочих скоростей экскаватора обеспечиваются совместной работой обеих коробок, причем движение от дополнительной коробки к тракторной передается через нижний карданный вал.

Механизм управления дополнительной коробкой передач имеет блокировочное устройство, обеспечивающее включение дополнительной коробки только при нейтральном положении шестерни реверса тракторной коробки.

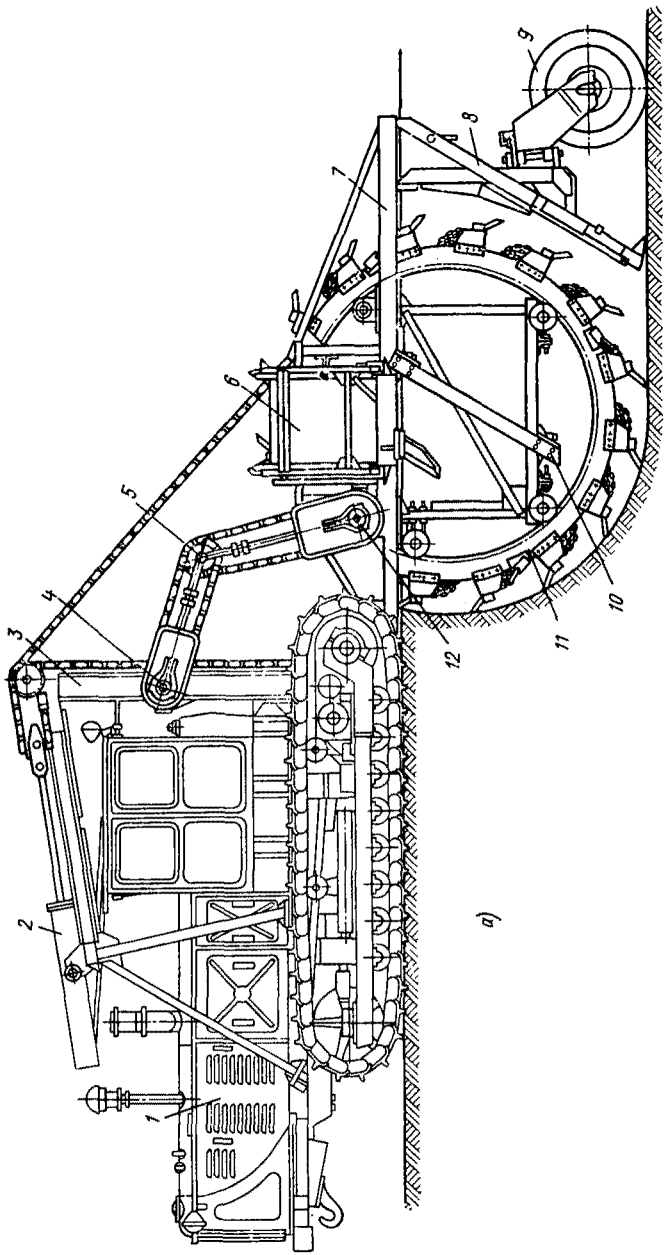
Главная передача, бортовые редукторы и фрикционы трактора Т-100М использованы в экскаваторе ЭР-7АМ без изменений. От бортовых редукторов вращение передается ведущим звездочкам гусеничного хода через конечные трансмиссии *16*. Конечные трансмиссии использованы в конструкции экскаватора для уширения базы тягача и удлинения гусеничного хода по сравнению с трактором Т-100М.

Ротор *11* приводится от коробки *15* передач трактора, через редуктор *17* отбора мощности, редуктор *4* привода ротора, двустороннюю шарнирную цепную передачу *5*, вал *12* привода ротора и двустороннюю открытую зубчато-реечную передачу.

В качестве редуктора привода ротора использован задний мост автомобиля ЗИЛ-164 с доработкой. Дифференциал заднего моста выполняет функцию уравнительного механизма, выравнивающего крутящие моменты на обеих сторонах ротора. В конструкции редуктора *4* привода ротора предусмотрена многодисковая фрикционная муфта, предохраняющая трансмиссию от перегрузки.

Конвейер *6* приводится от реверсивного редуктора *18*, который размещен между двумя полувалами привода ротора.

Редуктор привода конвейера (рис. 123) может получать вращение от правого и от левого полувала привода ротора, для чего соответствующие полумуфты *1* или *5* соединены втулочно-роликовой цепью с полумуфтами на полувалах привода ротора. Попеременный привод конвейера от левого и правого полувала позволяет выровнять износ левой и правой ветвей привода ротора. Ведущий барабан


1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
а)

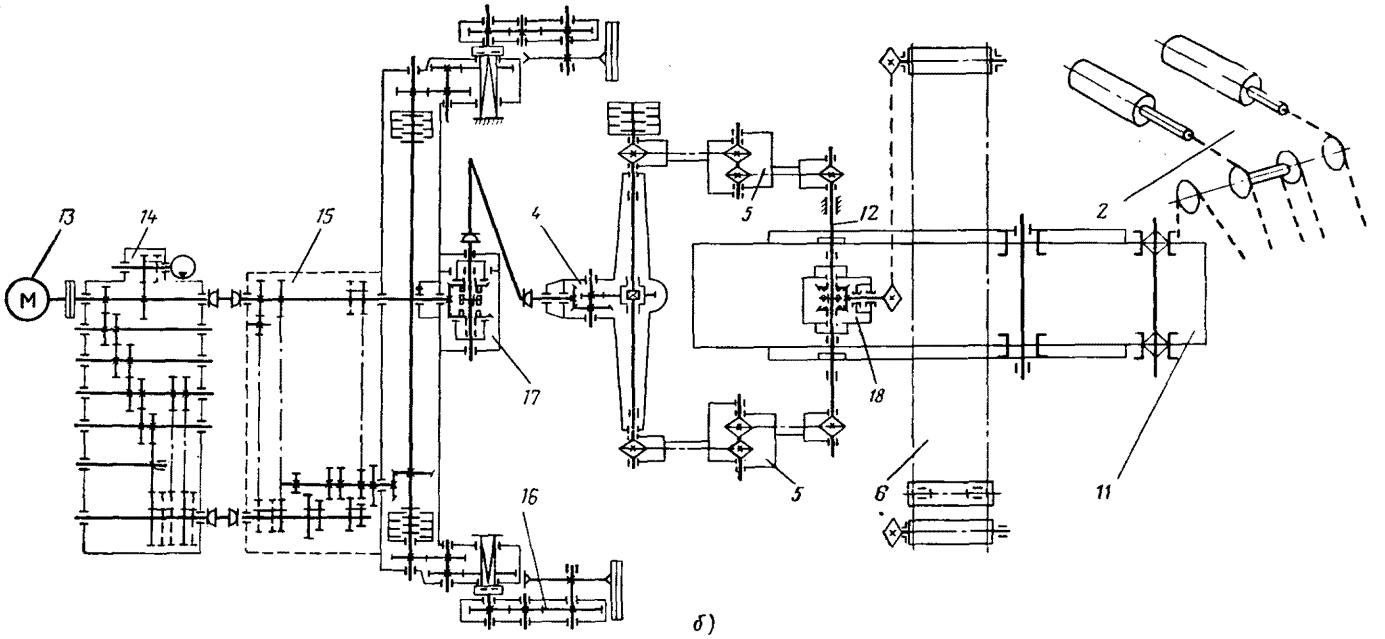


Рис. 122. Экскаватор ЭР-7АМ (*а*) и его кинематическая схема (*б*):

1 — тягач; *2* — механизм подъема рабочего оборудования; *3* — вертикальная рама; *4* — редуктор привода ротора; *5* — шарнирно-цепная передача; *6* — конвейер; *7* — рама рабочего оборудования; *8* — зачистное устройство; *9* — задняя опора; *10* — ножевой откосник; *11* — ротор; *12* — вал привода ротора; *13* — двигатель; *14* — дополнительная коробка передач; *15* — коробка передач трактора; *16* — конечная трансмиссия; *17* — редуктор отбора мощности; *18* — редуктор привода конвейера

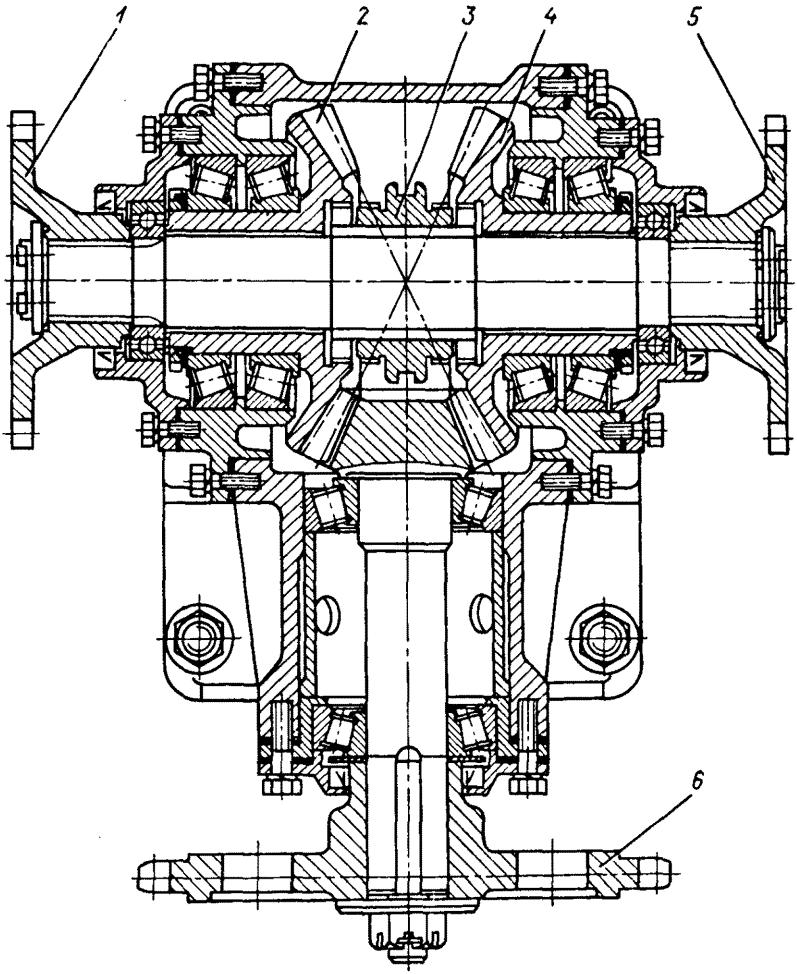


Рис. 123. Редуктор привода конвейера экскаватора ЭР-7АМ

конвейера получает вращение от звездочки *6* через цепную передачу. Реверсирование конвейера осуществляется соединением муфты *3* с правой или левой коническими шестернями *2* и *4*. Управляют реверсом конвейера рычагом, расположенным непосредственно на редукторе.

Рабочее оборудование экскаватора — полуприцепное, передняя часть шарнира связана с ползунами механизма подъема, задняя опирается на поворотное пневмоколесо. Состоит рабочее оборудование экскаватора из рамы, ротора, механизма подъема, задней опоры, зачистного устройства и конвейера.

Ротор состоит из двух колец, соединенных ковшами открытого типа и образующих с ними жесткую конструкцию. На торцах колец укреплены зубчатые рейки привода ротора. Внутри рамы ротора прикреплен предохранительный лист, прилегающий к внутренней стороне ротора и предотвращающий высыпание грунта из ковшей при подходе к зоне разгрузки. Ротор имеет 14 ковшей дугообразной формы с цепными днищами, улучшающими опорожнение ковшей при работе в липких грунтах.

Арки ковшей имеют гнезда для установки зубьев. Зубья снижают энергоемкость разрушения грунта, исключая из резания передние кромки ковшей, дают возможность разрабатывать прочные и мерзлые грунты. Правильность расстановки зубьев проверяют специальными шаблонами.

Механизм подъема рабочего оборудования имеет два цепных полиспаста для подъема и опускания передней и задней частей рабочего оборудования. Привод механизма подъема осуществляется гидроцилиндрами. Положение передней части рабочего органа по высоте фиксируется специальным механизмом.

Для снижения нагрузок на тягач и выравнивания эпюры давления на грунт задняя часть рабочего оборудования опирается на пневмоколесную тележку рояльного типа. Тележка оборудована щитом для зачистки дна траншеи, который при заглублении ротора и при транспортировке поднимается в верхнее положение.

Дугообразный конвейер (рис. 124) экскаватора имеет два приводных концевых барабана одинаковой конструкции и шесть промежуточных роликовых опор. К внутренней стороне ленты болтами прикреплено направляющее ребро *4* из клинового ремня, а барабаны *1* и промежуточные опоры *7* имеют соответствующие углубления в своей средней части.

Для придания ленте криволинейной формы ее сверху прижимают к барабанам *1* и роликоопорам *7* резинотканевыми ремнями, которые одновременно

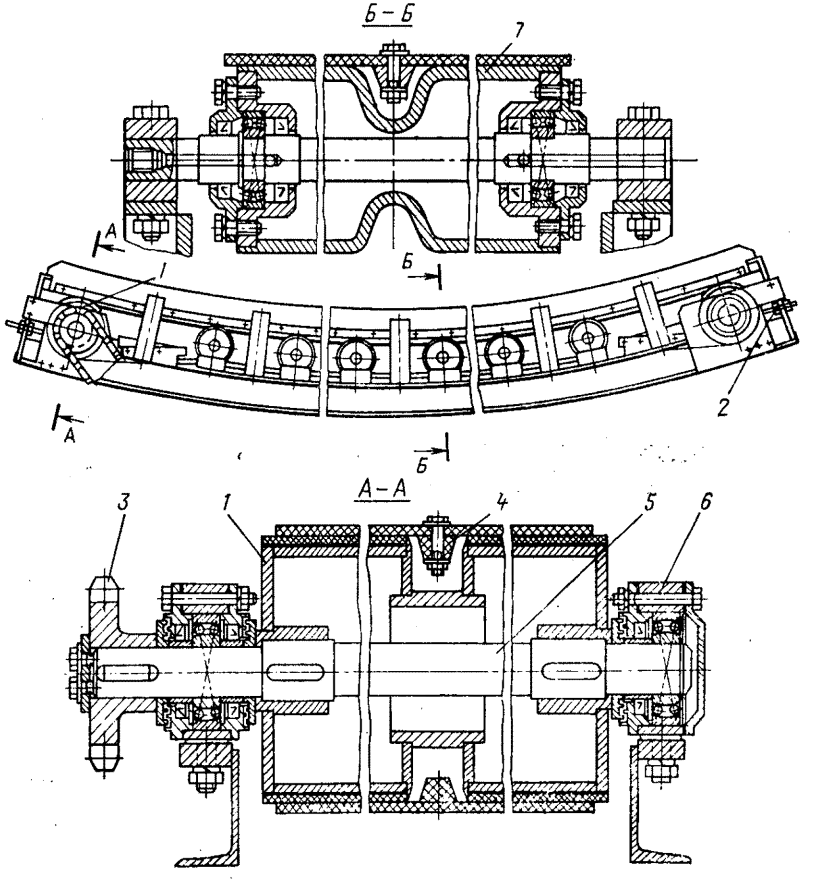


Рис. 124. Конвейер экскаватора ЭР-7АМ

являются направляющими бортами для грунта. Для натяжения ленты на каждом барабане имеется натяжное устройство *2*.

Для увеличения сцепления с лентой на поверхность барабанов навулканизирован слой резины. Валы *5* барабанов *1* вращаются в подшипниковых опорах, установленных на раме конвейера. На концах валов *5* насажены звездочки *3* привода конвейера. Цепной привод осуществляется поочередно на один или другой барабан в зависимости от того, в какую сторону выдвинут конвейер. Вылет конвейера относительно продольной оси экскаватора можно регулировать: чем больше вылет, тем дальше от оси траншеи будет отбрасываться разработанный грунт.

Экскаваторы ЭР-7Е, ЭР-7П и ЭР-7Т являются модификациями базовой машины — экскаватора ЭР-7АМ—и отличаются от нее в основном размерами и конструкцией элементов рабочего оборудования.

Для разработки траншей под трубопроводы малого диаметра, а также для нарезания щелей в мерзлом грунте с последующей разработкой массива грунта другими землеройными машинами или взрывным способом разработана еще одна модификация экскаватора ЭР-7АМ, получившая марку ЭР-7К. Одновременно с рытьем траншеи экскаватор может буксировать тележку массой до 8,5 т с кабелем или пластмассовой трубой. Эксплуатация машины возможна при температуре окружающего воздуха до —40° С.

Отличительной особенностью экскаватора ЭТР-204, который должен заменить экскаватор ЭР-7АМ, является применение объемного гидропривода рабочего хода и навесного рабочего оборудования. Экскаватор предназначен для разработки траншей глубиной до 2,0 м, шириной 1,2 м. Базой тягача этого экскаватора служит трактор Т-130.1.Г. Применение объемного гидропривода рабочего хода позволяет бесступенчато регулировать рабочие скорости, наиболее полно использовать мощность двигателя, повысить производительность машины.

Применение навесного рабочего оборудования роторных экскаваторов дает возможность отрывать траншеи без аппарелей заглубления, упрощает производство работ при смене захваток, позволяет выглублять рабочий орган из траншеи при технической неисправности и др.

Экскаваторы ЭТР-223 и ЭТР-224 отличаются от экскаватора ЭТР-204 размерами разрабатываемых траншей и вызванными в связи с этим изменениями отдельных узлов и механизмов. Экскаваторы этого семейства в перспективе заменят экскаваторы семейства ЭР-7А.

Экскаватор ЭТР-231 может разрабатывать траншею шириной 1,8 м, глубиной 2,3 м. Тягач экскаватора ЭТР-231 изготовлен на базе узлов трактора Т-100М, конструкция ходового оборудования такая же, как и у экскаватора ЭР-7АМ. На удлиненных лонжеронах трактора установлена дизель-электрическая установка: двигатель У1Д6-250ТК и генератор ГС104-4.

Основные механизмы экскаватора — хода, вращения ротора, привода конвейера, подъема откидной части конвейера и привода масляного насоса — имеют электропривод. Гидропривод применен в механизме подъема и опускания рабочего оборудования. Для привода ротора использован электродвигатель мощностью 100 кВт. Ковши ротора оснащены зубьями с наплавкой передней режущей грани электродами ВСН-8 или армированными твердосплавными пластинками ВК-15. Конвейер прямолинейный, ленточный, складывающийся с двумя ведущими барабанами.

Экскаватор ЭТР-253А, предназначенный для разработки траншей глубиной до 2,5 м и шириной 2,1 м, создан на базе дизель-электрического трактора ДЭТ-250, трансмиссия которого значительно переработана. В экскаваторе ЭТР-253А имеется электрический, механический и гидравлический приводы.

Рама рабочего оборудования соединена с тягачом через прицепную раму при помощи цапф, установленных в средней части гусеничных тележек, что способствует равномерному распределению давления гусеничного хода на грунт. Рама рабочего оборудования связана с прицепной рамой шарнирно в вертикальной и горизонтальной плоскостях. В вертикальной плоскости рама поворачивается с помощью гидроцилиндров, которые, изменяя угол между прицепной рамой и рамой рабочего оборудования, поднимают и заглубляют оборуд ование

Возможность поворота в горизонтальной плоскости уменьшает радиус поворота машины.

Ленточный двухсекционный конвейер с тремя приводными барабанами состоит из двух частей — горизонтальной, расположенной внутри ротора, и наклонной — отвальной. Изменение угла наклона отвальной части и перевод ее в транспортное положение производятся гидроцилиндрами.

Дальнейшее развитие конструкций роторных траншейных экскаваторов связано с широким внедрением гидропривода основных механизмов, использованием в качестве базовых тягачей перспективных промышленных тракторов Т-330 и Т-500, повышением маневренности и мобильности с применением тягачей на пневмоколесном ходу с высокой установленной мощностью двигателя (Т-157, К-701).

Производительность роторного траншейного экскаватора может ограничиваться выносной способностью ротора, рабочей скоростью или мощностью привода.

Производительность экскаватора по выносной способности (в м³/ч)

$$П_в = 0{,}06nmq\frac{k_н}{k_р},$$

где n — частота вращения ротора, об/мин; m — число ковшей; q — вместимость ковша, л; $k_н$ — коэффициент заполнения с учетом частичного использования подковшового объема, $k_н = 0{,}9 \div 1{,}1$; $k_р$ — коэффициент разрыхления, $k_р = 1{,}1 \div 1{,}4$.

Производительность экскаватора по рабочей скорости

$$П = 1000bhv,$$

где b — ширина отрываемой траншеи, м; h — глубина отрываемой траншеи м; v — рабочая скорость, км/ч.

Общая мощность привода роторного траншейного экскаватора (в л. с.

$$N = N_к + N_п + N_р + N_{тр} + N_{пер},$$

где $N_к$ — мощность, затрачиваемая на копание; $N_п$ — мощность, затрачиваемая на подъем грунта; $N_р$ — мощность, затрачиваемая на разгон грунта ротором и конвейером; $N_{тр}$ — мощность, затрачиваемая на работу конвейера; $N_{пер}$ — мощность, затрачиваемая на передвижение.

Подставляя значения мощностей, получим

$$N = \frac{П}{270\,000}\left[\frac{K}{\eta_р} + \frac{\gamma\left(\frac{h}{2} + h_v\right)}{\eta_р} + \frac{\gamma v_р^2}{2g\eta_р} + \frac{\gamma v_к^2}{2g\eta_к} + \frac{\gamma\left(l_к w + h_к\right)m_х}{\eta_к} + \right.$$

$$\left. + \frac{Gf_1}{F\eta_{пер}}\right],$$

где $П$ — производительность экскаватора, м³/ч; K — удельная энергоемкость копания, в зависимости от категории грунта $K = 10\,000 \div 40\,000$ кгс·м/м³; F — площадь поперечного сечения траншеи, м²; h_0 — высота подъема грунта ротором от уровня земли до места разгрузки, м; h — глубина траншеи, м; $\eta_р$ — КПД привода ротора; $\eta_{пер}$ — КПД привода передвижения; γ — удельный вес грунта, кгс/м³; $v_р$ — окружная скорость ротора, м/с; $v_к$ — скорость конвейера; G — общий вес машины, кгс; f_1 — приведенный коэффициент сопротивления передвижению машины; $l_к$ — вылет конвейера, м; w — приведенное сопротивление движению ленты конвейера, $w = 0{,}05 \div 0{,}08$; $h_к$ — высота подъема грунта конвейером, м; $m_х$ — коэффициент, учитывающий сопротивление холостого хода конвейера; $m_х = 1{,}5$; $\eta_к$ — КПД привода конвейера.

Выражение, определяющее мощность привода экскаватора, может быть приближенно записано в виде

$$N = \frac{ПK_0}{270\,000},$$

где K_0 — приведенная усредненная удельная энергоемкость копания.

При этом производительность экскаватора на данном участке объекта с соответствующим K_{0i}

$$П = \frac{N \cdot 270\,000}{K_{0i}}$$

и ожидаемая средняя производительность экскаватора на данном объекте

$$П_{ожид} = \frac{Q}{\frac{Q_1}{П_1} + \frac{Q_2}{П_2} + \cdots + \frac{Q_l}{П_l}},$$

где Q — объем работы на данном объекте, м³, $Q = \sum (Q_1 + Q_2 + \cdots + Q_i)$ $[Q_1, Q_2, \ldots, Q_l$ — объемы работ на отдельных участках с удельными энергоемкостями $K_1, K_2, \ldots, K_l]$.

МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ И СОДЕРЖАНИЯ МЕЛИОРАТИВНЫХ КАНАЛОВ

1. МЕЛИОРАТИВНЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ ПОПЕРЕЧНОГО КОПАНИЯ

Машины для ремонта и очистки мелиоративных каналов снабжены одноковшовым, многоковшовым, скребковым и окашивающим оборудованием. Эти машины выполняют, как правило, на гусеничном ходу для перемещения во время работы чаще всего по одной из берм и в отдельных случаях — по обеим бермам канала.

Условия выполнения работ по очистке и ремонту мелиоративных каналов сложны и разнообразны. Сложность работ объясняется разнообразием профилей каналов действующих мелиоративных систем, различным характером наносов, размывом и обвалом откосов, зарастанием каналов грубостебельчатой растительностью. Учитывая разнообразие работ по очистке и ремонту каналов, для этой цели применяют комплекты специализированных машин (например, для углубления дна, окашивания откосов и разравнивания берм) или универсальные машины с набором сменного рабочего оборудования для выполнения разнообразных операций.

Классификация машин для очистки и ремонта мелиоративных каналов представлена на рис. 125.

Ниже рассмотрены наиболее характерные машины для очистки и ремонта каналов: специализированные — мелиоративный многоковшовый экскаватор ЭМ-152Б и фрезерный каналоочиститель МР-7 и универсальные — одноковшовые экскаваторы с гидравлическим и механическим приводом.

При очистке и ремонте мелиоративных каналов используют мелиоративные экскаваторы ЭМ-152А, ЭМ-152Б и ЭМ-202. Эти экскаваторы имеют общую конструктивную схему. Экскаватор ЭМ-152Б является более новой машиной и отличается от экскаватора ЭМ-152А наличием раздельного гидропривода ковшовой цепи и конвейера. Экскаватор ЭМ-202 отличается от экскаватора ЭМ-152Б сменными рабочими органами более широкой номенклатуры. Технические характеристики мелиоративных экскаваторов приведены в табл. 23.

Рабочим органом экскаватора ЭМ-152Б (рис. 126) является ковшовая цепь *5*, рама которой подвешена к пилону *6* при помощи полиспастов *7* и *8*. Одновременный подъем или опускание точек подвески ковшовой рамы позволяет регулировать глубину копания. Подъем или опускание одной точки подвески обеспечивает изменение угла наклона ковшовой рамы и заложения откоса ремонтируемого канала. Пилон *6* установлен на раме *1* машины. На той же раме установлены двигатель *3*, кабина *2* и телескопическая раздвижная рама *9*, конец которой при помощи поворотного устройства *10* опирается на вспомогательную гусеницу *11*. Рама *1* непосредственно опирается на главную гусеницу *4*.

При наличии телескопической раздвижной рамы *9* машина во время работы может перемещаться с раздвинутыми гусеницами и рабочим органом, размещенным между ними, или с сомкнутыми гусеницами и рабочим органом, размещенным сбоку гусеничного хода.

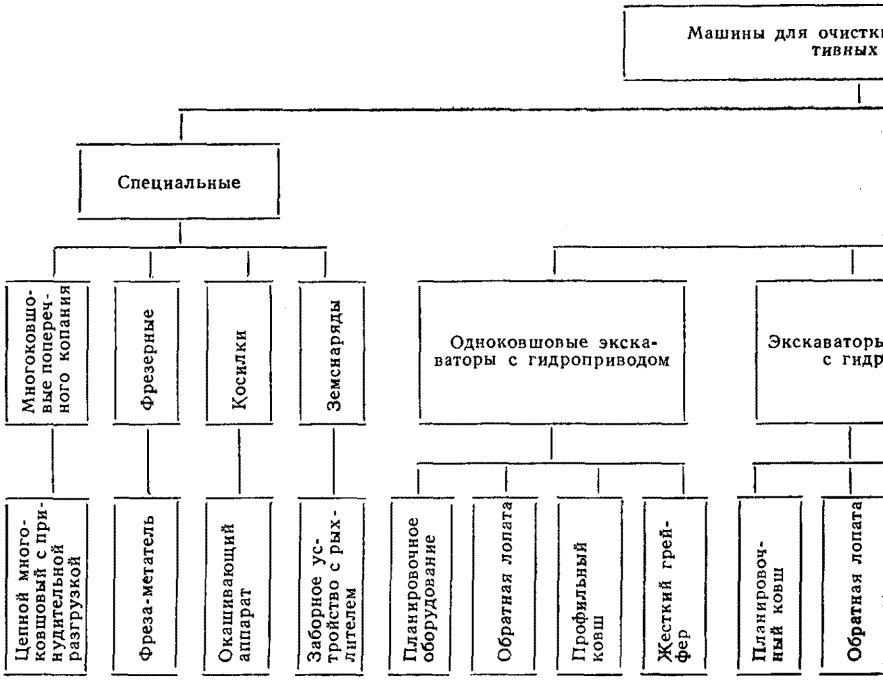
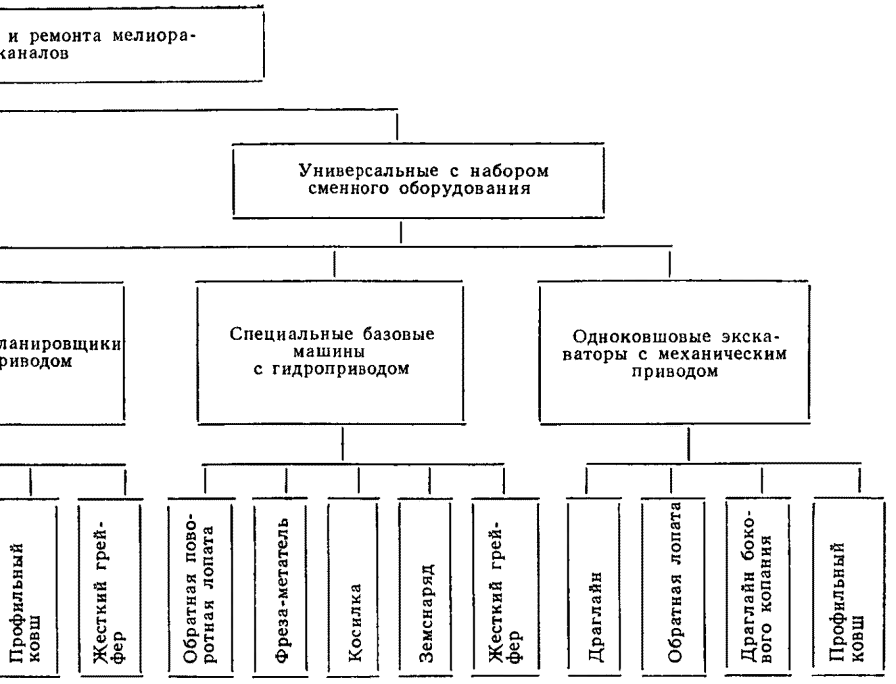


Рис. 125. Классификация машин для

Таблица 23

Техническая характеристика мелиоративных экскаваторов поперечного копания

Показатель	ЭМ-152А	ЭМ-152Б	ЭМ-202
Двигатель	Д-37	Д-37М	Д-37М
Тип рабочего оборудования	Ковшовая цепь		Ковшовая цепь; ротор-метатель
Глубина обслуживаемых каналов, м, при заложении откосов:			
1 : 0,5	2,0		2,9
1 : 1	2,3		2,5
1 : 1,5	1,7		1,7
Вместимость ковша, л	15/8		15
Скорость ковшовой цепи, м/с	1,05		1,05
Расстояние между осями гусениц, мм	5500—2000		
Техническая производительность, м³/ч:			
на грунтах I категории	45	57	57
» » II »	35	40	40
Скорость передвижения:			
рабочая, м/ч	256	256—390	256—390
транспортная, км/ч	2,16	2,16	2,16
Среднее давление на грунт, кгс/см²	0,3	0,3	0,3
Габариты в транспортном положении, мм:			
длина	6200	6620	6620
ширина	3700	3730	3730
высота	3800	3980	3980
Масса машины без контргрузов, кг	8700	8900	8900



очистки и ремонта мелиоративных каналов

От двигателя *1* (рис. 127) через муфту *2* и первую передачу движение передается раздаточному валу, расположенному в коробке передач *4*. Включением муфт обеспечивается передача двух скоростей движения на вторичный вал. На консольной части вторичного вала установлена коническая шестерня, находящаяся в зацеплении с двумя коническими шестернями, сидящими свободно на подшипниках на валу бортовых фрикционов *5*. Кулачковой муфтой вал может соединяться с правой или левой коническими шестернями и получать движение по часовой стрелке или в обратном направлении и соответственно обеспечивать прямой и задний ход экскаватора с равными скоростями. На консолях вала, выступающих из редуктора, установлены бортовые фрикционы *5*, соединенные со звездочками. Одна из звездочек связана цепной передачей с редуктором *14* привода главной гусеницы. Другая звездочка жестко закреплена на телескопическом валу *6*, при помощи которого приводится в действие конический редуктор *7*, а от него цепной передачей — редуктор *8* привода вспомогательной гусеницы.

Описанная кинематическая схема обеспечивает при одновременном включении фрикционов *5* прямолинейное движение машины вперед или назад. При включении одного из фрикционов обеспечивается поворот машины вправо или влево.

На коробке установлены четыре гидронасоса *3*, *15* и *16*, которые вращаются от шестерен редуктора. Эти гидронасосы питают гидроцилиндры *12*, которые через полиспаст поднимают или опускают ковшовую раму. Гидронасосы приводят также в действие гидромотор *13*, который через редуктор *11* вращает приводные звездочки ковшовой цепи. От гидромотора *10* через редуктор *9* приводятся конвейер и метатель.

Гидросистема мелиоративного экскаватора ЭМ-152Б (рис. 128) предназначена для привода ковшовой цепи и конвейера, подъема и опускания верхнего и нижнего концов ковшовой рамы, поворота вспомогательной гусеницы, включения и торможения бортовых фрикционов.

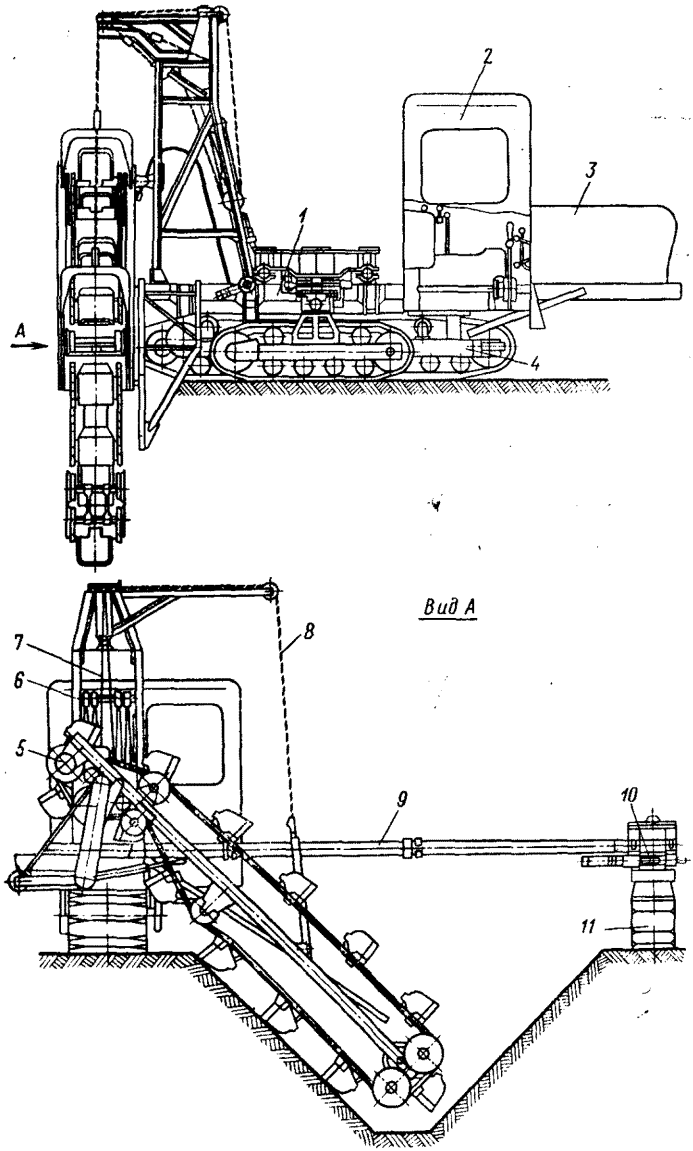


Рис. 126. Экскаватор ЭМ-152Б

Шестеренные насосы *3* марки НШ-32 и *2* марки НШ-46, работая параллельно, забирают жидкость из бака *1* и через реверсивный золотник *16* марки Г74-16 подводят рабочую жидкость к гидромотору *18* марки НПА-64 привода ковшовой цепи. Давление в нагнетательной магистрали этого привода контролируется предохранительным клапаном *17* марки БГ52-15.

Насос *4* марки НШ-32 через золотниковый распределитель *14* марки Р75-В2 подает масло к гидромотору *19* марки НПА-64, который служит для привода

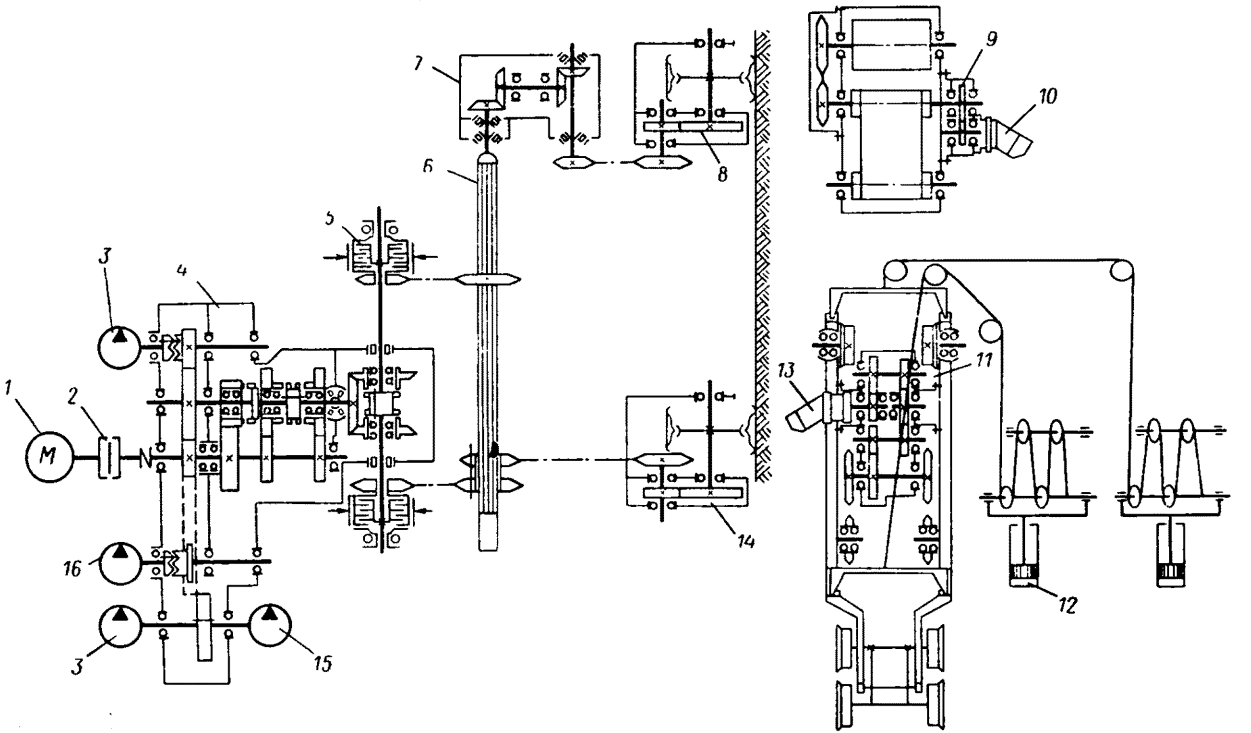


Рис. 127. Кинематическая схема экскаватора ЭМ-152Б

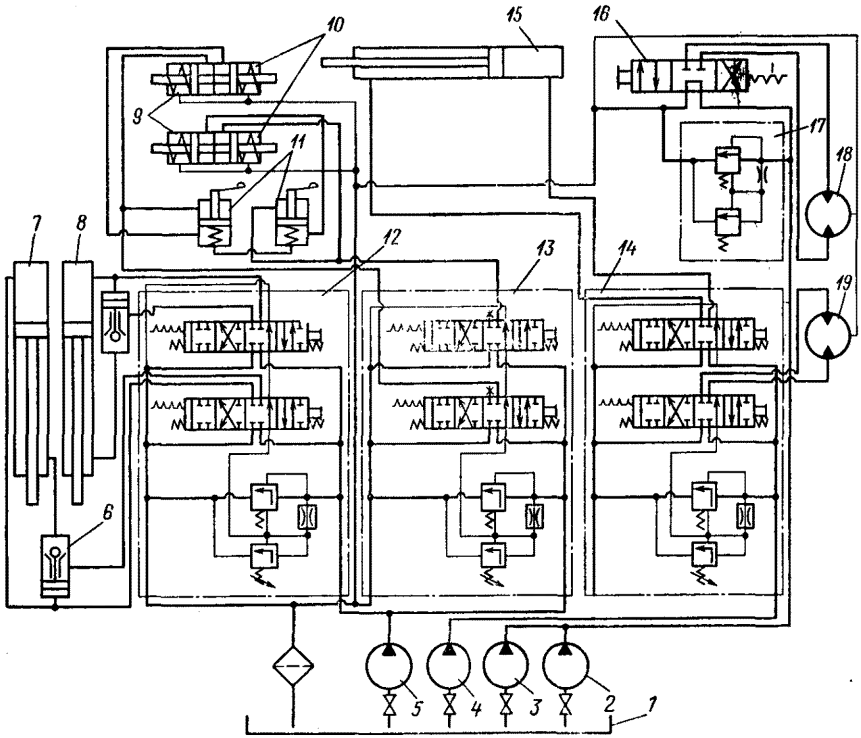


Рис. 128. Гидравлическая схема экскаватора ЭМ-152Б

конвейера. Дренаж от обоих гидромоторов отводится на слив. Насосом *4* через распределитель *14* масло подается также к гидроцилиндру *15* поворота вспомогательной гусеницы.

Насос *5* марки НШ-10 через второй распределитель *12* марки Р75-В2 подает масло к гидроцилиндрам *7* и *8* подъема и опускания верхней и нижней частей ковшовой рамы, а через третий распределитель *13* марки Р75-В2 и краны *11* управления к камерам *9* управления бортовыми фрикционами и камерам *10* управления тормозами бортовых фрикционов.

В магистралях штоковых полостей гидроцилиндров *7* и *8* установлены гидрозамки *6*, удерживающие ковшовую раму от опускания под действием собственного веса.

Сливные и нагнетательные полости распределителей *12* и *13* соединены параллельно. Переливной и предохранительный клапаны распределителя *13* заглушены, а давление в системе обоих распределителей регулируется предохранительным клапаном распределителя *12*.

2. КАНАЛООЧИСТИТЕЛИ С РОТОРНЫМ РАБОЧИМ ОРГАНОМ

Каналоочиститель МР-7 (табл. 24) представляет собой специализированную машину, выполненную на базе трактора ДТ-75 и снабженную рабочими органами ротор-метателя и бульдозерного отвала. Машина предназначена для очистки каналов осушительной сети глубиной до 1,7 м.

Рабочее оборудование машины (рис. 129) смонтировано на П-образной раме *8*, навешенной на цапфы трактора и поднимаемой гидроцилиндром *1*. На

Таблица 24

Техническая характеристика каналоочистителя МР-7

Показатель	Ротор-метатель	Бульдозер
Производительность, м³/ч	80	170—340
Диаметр ротора, мм	685	—
Число лопастей	3	—
Угловая скорость ротора, рад/с	59	—
Ширина захвата бульдозера, мм	—	2 900
Рабочие скорости машины, км/ч	0,17—0,34	2,5—4,0
Габаритные размеры машины в транспортном положении, м:		
длина	3,0	
ширина	4,7	
высота	3,2	
Масса машины с навесным оборудованием, кг	10 724	9944

передней части рамы при помощи цапф *5* установлен отвал *9*. На боковой части рамы установлена стрела *7* и шарнирно-соединенная с ней рукоять *3*. На конце рукояти закреплен роторно-метательный рабочий орган. Положения стрелы по отношению к раме и рукояти по отношению к стреле фиксируются гидро-

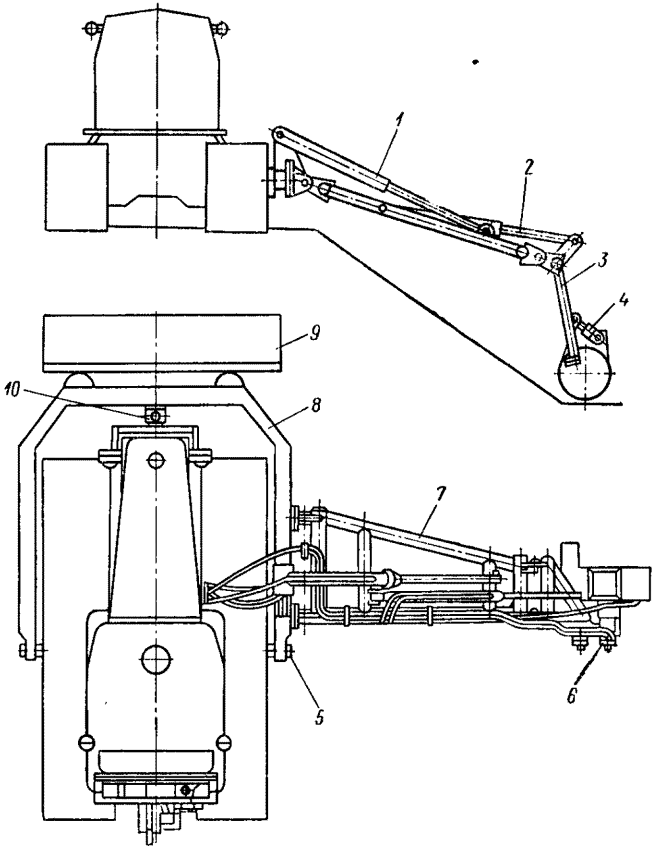


Рис. 129. Каналоочиститель МР-7

цилиндрами *2* и *10*. У правляя гидроцилиндрами *2* и *10*, машинист может регулировать глубину очистки и расстояние от оси машины до рабочего органа.

Очищают дно каналов от наносов при передвижении трактора; при этом ротор своими лопастями отрезает грунт от массива и выбрасывает его на берму, противоположную той, по которой перемещается машина. Направление и дальность выброса регулируются положением направляющего кожуха при помощи гидроцилиндра *4*. Ротор-метатель приводится в движение гидромотором *6*, питаемым гидросистемой трактора.

3. ОДНОКОВШОВЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ С ГИДРОПРИВОДОМ

Одноковшовые гидравлические экскаваторы представляют собой универсальные машины, предназначенные для выполнения разнообразных землеройных работ. Они снабжены следующими основными видами рабочего оборудования:

1) обратной лопатой с поворотным ковшом для рытья траншей, каналов и котлованов ниже уровня стоянки машины с погрузкой вынутого грунта в транспортные средства или выдачей его непосредственно в отвалы;

2) прямой лопатой для разработки грунта выше уровня стоянки машины с погрузкой его, как правило, в транспортные средства;

3) жестким грейфером для отрытия котлованов, ограниченных в плане размеров и перегрузочных работ.

Кроме указанных основных видов рабочего оборудования на гидравлических экскаваторах применяют погрузочное оборудование с ковшами повышенной емкости, уширенные планировочные ковши, специальные ковши для очистки каналов от донных наносов, профильные ковши для рытья и очистки каналов, рыхлители и различные манипуляторы. Применение манипуляторов с гидроприводом позволяет механизировать ряд операций, выполняемых в мелиоративном строительстве пока вручную. В частности, это относится к укладке и стыковке трубопроводов.

Перечисленные виды сменного рабочего оборудования монтируют на основных универсальных элементах — стреле и рукояти экскаватора. При этом исполнительный орган (ковш, грейфер) может перемещаться по круговым траекториям относительно своей оси поворота, оси поворота рукояти и оси поворота стрелы. Для выполнения многих операций в мелиоративном строительстве (например, для планировки откосов крупных каналов или отрытия каналов небольших сечений профильным ковшом) желательно иметь прямолинейное плоскопоступательное перемещение исполнительного органа. Для этого служит специальное планировочное оборудование с применением телескопических или шарнирно-сочлененных стрел. При планировочном рабочем оборудовании, также как и при универсальном, можно применять обратную лопату (для копания «на себя»); прямую лопату (для копания «от себя»), поворотный ковш для очистки каналов; профильные ковши и др. Поворотные ковши для очистки каналов на планировочном оборудовании более эффективны, чем на универсальном, так как они обеспечивают возможность одновременной очистки дна канала от наносов и планировки откосов очищаемых каналов; также более эффективны на планировочном оборудовании профильные ковши в результате прямолинейности рабочего хода и возможности обеспечить высокое качество отрываемых каналов.

Технические характеристики одноковшовых экскаваторов с гидроприводом приведены в табл. 25, а параметры экскаваторов при работе основным сменным оборудованием в табл. 26—29.

Экскаватор ЭО-2621А навешивается на пневмоколесный трактор ЮМЗ-6Л/6М. На тракторе *4* (рис. 130) установлена насосная группа *15* и масляный бак *3*. При помощи рамы *14* навешивают поворотную колонку *12*, к проушинам которой прикреплена стрела *11* и гидроцилиндр *10* подъема стрелы. Со стрелой соединена рукоять *7*, приводимая в движение гидроцилиндром *6*. На рукояти шарнирно закреплен ковш *9*, который поворачивается гидроцилиндрами *8*. Спереди трактора установлен бульдозерный отвал *1*, являющийся дополнительным оборудованием экскаватора ЭО-2621А, а сзади выносные опоры *13*. Бульдозерный отвал поднимается и опускается гидроцилиндром *2*. Органы управления, к которым

Таблица 25

Техническая характеристика экскаваторов с гидроприводом

Показатель	ЭО-2621А	ЭО-3322А	Э-5015А	ЭО-4321	МТП-71 (ЭО-4221)	ЭО-4121	ЭО-5122
Двигатель	Д-65	СМД-14	СМД-14	СМД-15Н	А-01М	А-01М	ЯМЗ-238Г
Мощность двигателя, л. с.	60	75	75	80	130	130	170
Рабочее оборудование	Прямая и обратная лопаты, крановая подвеска, ковш повышенной вместимости, вилы, бульдозер	Обратная лопата, грейфер, погрузчик, планировщик, грейфер для колодцев	Обратная лопата, грейфер	Обратная лопата, грейфер, обратная лопата с удлиненной рукоятью	Обратная лопата	Прямая и обратная лопаты, прямая и обратная лопаты со сдвигом рукояти, погрузчик, грейфер, грейфер с удлинителем, прямая лопата с поворотным ковшом	Погрузчик, прямая и обратная лопаты
Тип ходового оборудования	На базе пневмоколесного трактора ЮМЗ-6Л/6М	Пневмоколесное	Гусеничное	Пневмоколесное	Гусеничное		
Скорость передвижения, км/ч	2,1—19	1,85—19,7	2,0	0,98—19,5	2,5	2,8	2,4
Частота вращения поворотной платформы, об/мин	—	9,0	18,2	11,5	6	6	5,9
Максимальный преодолеваемый подъем при передвижении, град.	10	22	24	23	—	22	20

Продолжение табл. 25

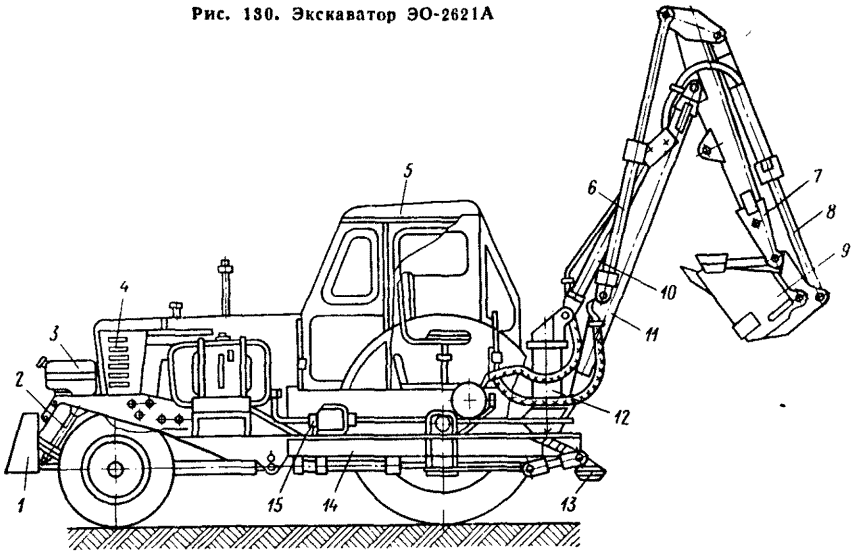
Показатель	ЭО-2621А	ЭО-3322А	Э-5015А	ЭО-4321	МТП-71 (ЭО-4221)	ЭО-4121	ЭО-5122
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	—	2,58	2,2	2,7	3,13	3,13	3,2
Дорожный просвет, м	0,45	0,32	0,3	0,77	0,5	0,513	0,455
Гусеничный ход, м:							
длина	—	—	3,00	—	4,96	2,93	4,00
ширина	—	—	2,77	—	3,9	2,93	3,105
ширина гусеничной ленты	—	—	0,61	—	1,2	0,58	0,655
База колес, м	2,45	2,8	—	2,8	—	—	—
Колея, м:							
передних колес	1,46	2,04	—	2,2	—	—	—
задних колес	1,56	2,04		2,2			
Размер шин:							
передних колес	6,5×20″	14×20″	—	1 300×530	—	—	—
задних колес	12×28″	14×20″	—	1 300×530	—	—	—
Давление в шинах, кгс/см²:							
передних колес	1,7—1,8	4,5	—	2,4—4	—	—	—
задних колес	1,9—2,0	4,5	—	2,4—4	—	—	—
Давление на грунт, кгс/см²	—	—	0,39	—	0,18	0,65	0,83
Габаритные размеры без рабочего оборудования, мм:							
длина	4 500	4 800	5 700	5 200	7 300	6 800	7 500
ширина	2 500	2 640	2 770	2 850	3 900	3 000	3 105
высота	2 460	3 140	2 800	3 300	3 160	3 000	2 880
Масса с оборудованием обратной лопаты, кг	5 700	14 000	11 650	18 500	22 700	20 900	36 600

Таблица 26

Параметры экскаваторов с гидроприводом при работе обратной лопатой

Показатель	ЭО-2621А	Э-3322А	Э-5015А	ЭО-4321			МТП-71 (ЭО-4221)	ЭО-4121	ЭО-5122
Вместимость ковша, м³	0,25	0,5 (0,4)	0,5	0,65	0,4	1	1	1; 0,65	1,25; 1,5
Категория грунта	I—III	I—III	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	I—III	I—IV; V—VI	I—IV; I—III
Радиус копания наибольший, м	5	7,36 (8,2)	7	8,95	10,16	6,9	9,36	9,2	9,95
Глубина копания наибольшая, м	3	4,2 (5)	4,5	5,5	6,7	5,25	5,8	5,8	6,21
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м	2,7	6,4 (7,2)	4,9	5,8	7,2	5,55	—	7,9	6,29
Высота выгрузки наибольшая, м	2,2	4,7 (5,1)	3,9	5,6	6,18	5,0	5,25	6,0	5,31
Радиус копания рукоятью, м	2,35	—	3,215	3,44	4,65	3,48	3,58	3,58	4,02
Радиус копания ковшом, м	0,95	—	1,375	1,3	1,1	1,44	1,7	1,5	1,72
Усилие на режущей кромке ковша, кгс	2 570	9 100	7 500	11 500	13 600	12 750	14 000	14 200	18 800
Продолжительность рабочего цикла при работе в отвал с поворотом на 90° при средней глубине на грунтах III категории, с	15	16	16	16	16	17	22	22	24

Рис. 130. Экскаватор ЭО-2621А



подведены трубопроводы гидросистем, питающих гидроцилиндры рабочего оборудования и поворота, расположены в кабине *5*. Для переоборудования экскаватора с обратной лопаты на прямую достаточно перевернуть ковш зубьями вверх; при этом гидроцилиндр *8* поворота ковша используется для открывания и закрывания днища ковша.

Таблица 27

Техническая характеристика экскаваторов с гидроприводом при работе грейфером

Показатель	ЭО-3322А	Э-5015А	ЭО-4321	ЭО-4121	ЭО-5122
Вместимость ковша, м³	0,35; 0,5	0,5	0,65	0,65	1
Раскрытие челюстей ковша, м	1,7	1,75	1,72	1,8	2,06
Радиус копания на уровне стоянки, м:					
наибольший	7,4	6,75	7,26	8,9	9,3
наименьший	2,86	3,1	3,74	3,5	4,5
Наибольшая глубина копания, м	6	5,8	6,8	7,9/10,4	4,5/10,6
Наибольшая высота выгрузки, м	3,1	2,25	4,1	3,3/0,8	7,0/0,9
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м	5,8	4,9	6,4	6,7	6,3
Угол поворота ковша вокруг вертикальной оси, град	160	360	360	180	180
Усилие на зубьях ковша, кгс	4 700	5 820	7 900	12 000	11 000
Продолжительность рабочего цикла при работе в отвал с поворотом на 90° на грунтах II категории при средней глубине копания, с	14	14	16	23,5	24

Примечания: 1. Для экскаватора ЭО-4121 в числителе приведены данные без удлинителя, в знаменателе — с удлинителем длиной 2,5 м. 2. Для экскаватора ЭО-5122 в числителе приведены данные без удлинителя, в знаменателе — с удлинителем длиной 6,1 м.

Таблица 28

Параметры экскаваторов с гидроприводом при работе прямой лопатой

Показатель	ЭО-2621А	ЭО-4321	ЭО-4121		ЭО-4121 с поворотным ковшом		ЭО-5122	
Вместимость ковша, м³	0,25	0,8	1,0	0,65	1,5	1,0	1,6	2,0
Категория грунта	I—III	I—IV	I—IV	V—VI	I—IV	V—VI	IV—VI	I—III
Наименьший радиус копания на уровне стоянки, м	2,0	2,5	4,12		4,1		4,7	
Радиус копания при расчетной высоте забоя, м	4,7 (наибольший)	7,45	7,25		7,15		8,93 (наибольший)	
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м	3,0	4,1	5,0		4,75		4,62	
Высота выгрузки наибольшая, м	3,3	5,67	4,7		4,45		5,1	
Глубина копания ниже уровня стоянки, м	—	3,04	3,5		3,75		4,13	
Наибольшая высота копания, м	4,6	7,9	6,85		7,45		9,65	
Наибольшее усилие на зубьях ковша, кгс	2 525	12 000	10 400		10 500		18 000	
Продолжительность рабочего цикла при работе в отвал с поворотом на 90° на грунтах IV категории при расчетной высоте забоя, с	15	14,9	16		17		20	

Таблица 29

Параметры экскаваторов с гидроприводом при работе погрузчиком

Показатель	ЭО-2621А	ЭО-3322А	ЭО-4121		ЭО-5122	
	0,5 С объемной массой до 1,6 т/м³	0,5; 0,8 I—III категории	1,5 С объемной массой до 1,6 т/м³	1 С объемной массой до 2,2 т/м³	1,6 С объемной массой до 2,0 т/м³	2 С объемной массой до 1,6 т/м³ | до 1,3 т/м³
Вместимость ковша, м³	0,5	0,8	1,5	1	1,6	2 | 2,8
Разрабатываемые грунты	I—II	I—III	I—II	I—II	I—II	I—II
Длина планируемого участка, м	3,05	1,9	2,25		3,85	
Наибольшая высота выгрузки, м	3,3	3,02	3,75		4,73	
Наибольший радиус планируемого участка, м	4,8	5,72	6,55		8,5	
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м	2,8	4,2	5,13		5,53	
Наименьший радиус копания на уровне стояния, м	1,75	3,82	4,3		4,65	
Продолжительность рабочего цикла при работе в отвал с поворотом на 90°	15	19	17		22	

Гидравлическая система (рис. 131) приводится в действие насосами *1* и *2*, забирающими рабочую жидкость из бака *3*. Управление потоками жидкости осуществляется распределителями *4*, которые обеспечивают питание гидроцилиндров *5* от суммарного потока насосов *1* и *2*, гидроцилиндров *8*, *9* и *10* от насосов *1* и гидроцилиндров *6* и *7* от насосов *2*.

Гидравлические универсальные полноповоротные экскаваторы имеют четыре основные части: поворотную платформу, на которой смонтированы дизельный двигатель и все основные агрегаты гидропривода; ходовое устройство, кабину с пультом управления и рабочее оборудование.

Гидравлические полноповоротные экскаваторы выпускаются 3-й, 4-й и 5-й размерных групп (вместимость основного ковша 0,5; 1,0 и 1,25 м³).

Универсальный гидравлический экскаватор ЭО-3322 с рабочим оборудованием обратной лопаты (рис 132) имеет пневмоколесный ход *8*, опорно-поворотное устройство *7*, поворотную платформу *2*, на которой установлен двигатель *1* с насосной группой и кабина *3* машиниста со всей аппаратурой управления машиной. Рабочее оборудование экскаватора состоит из стрелы *6*, рукояти *4* и ковша *5*.

Двигатель *1* (рис. 133) экскаватора ЭО-3322 приводит во вращение сдвоенные насосы *2*. При помощи распределителей *4* рабочая жидкость из бака *3* одним из насосов может подаваться к гидромотору *5* механизма *6* поворота или к гидромотору *7* механизма хода. Распределители позволяют также направлять жидкость от обоих насосов к механизму хода, что необходимо для обеспечения транспортных скоростей экскаватора. От гидромотора *7* движение передается коробке *10* передач, обеспечивающей получение двух скоростей. Выходной вал коробки передает движение переднему *8* и заднему *12* мостам ходового механизма. Передний мост может отключаться муфтой *9*, что целесообразно при движении с высокой скоростью по хорошей дороге во

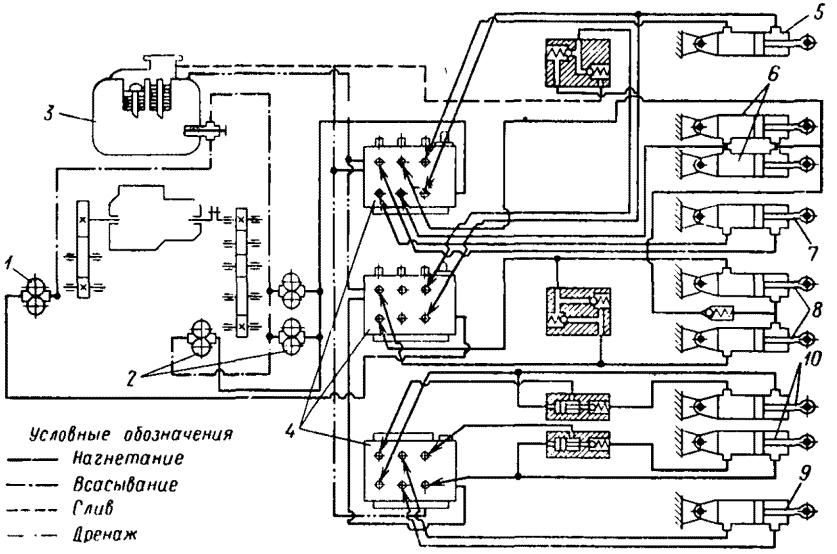


Рис. 131. Гидрокинематическая схема экскаватора ЭО-2621А:
1 и *2* — гидронасосы; *3* — маслобак; *4* — распределители; *5* — гидроцилиндр стрелы; *6* — гидроцилиндры рукояти; *7* — гидроцилиндр ковша; *8* — гидроцилиндры поворота; *9* — гидроцилиндр бульдозера; *10* — гидроцилиндры выносных опор

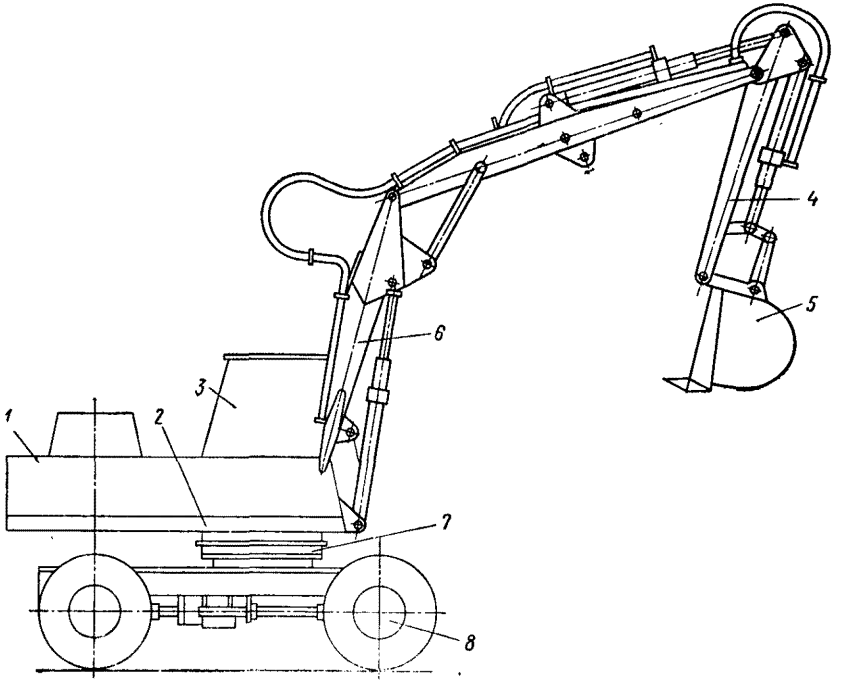


Рис. 132. Экскаватор ЭО-3322

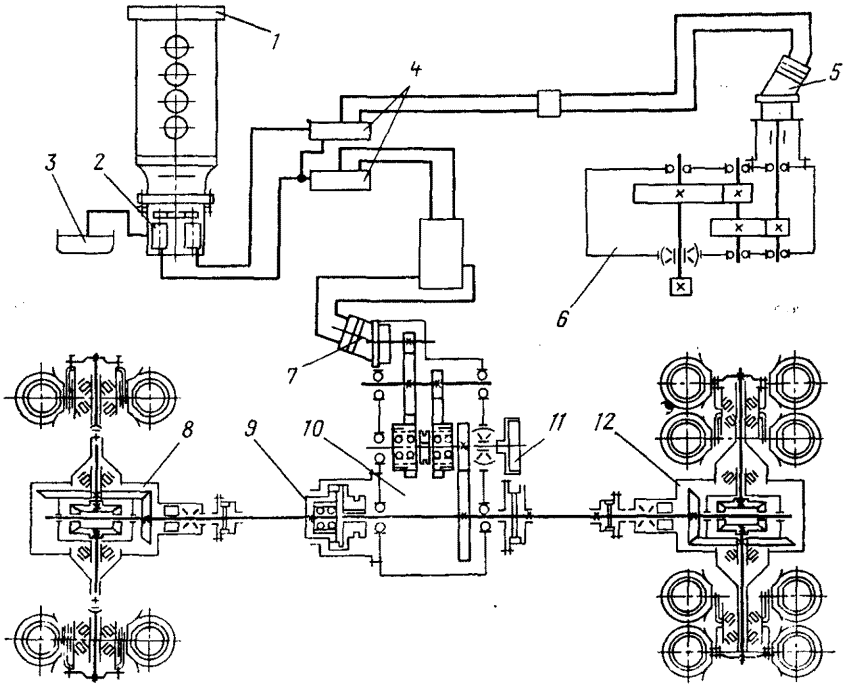


Рис. 133. Гидрокинематическая схема привода хода и поворота экскаватора ЭО-3322

избежание повышенного износа шин. Механизм передвижения включает тормоз *11*, дополняющий систему гидравлического торможения машины.

От сдвоенных насосов *1* (рис. 134) рабочая жидкость подается к распределительным блокам *7* и *8*. Блок *8* обеспечивает питание гидромотора *9* поворота и гидроцилиндра *11* поворота рукояти, а также дополнительного механизма *10* грейфера. Блок *7* питает гидромотор *12* ходового механизма, гидроцилиндры *13* подъема стрелы и один из следующих гидроцилиндров: *14* поворота ковша или *15* поворота ковша погрузчика и *16* замыкания челюстей грейфера. Кроме основных рабочих насосов на машине установлен вспомогательный шестеренный насос *4*, который через распределители *5* и *6* подает рабочую жидкость к гидроцилиндрам *17* поворота грейфера и *18* поворота колес. Отработавшая жидкость через фильтры *2* возвращается в бак *3*.

Распределительные блоки *7* и *8* выполнены таким образом, что они могут подавать к механизмам хода и поворота рукояти объединенные потоки насосов *1* или раздельные потоки этих насосов. Такое исполнение гидросистемы обеспечивает возможность ускорения копания и получения скоростей хода двух диапазонов.

Сдвоенные насосы *1* переменной подачи имеют общий механизм поворота люлек. При повышении суммарного давления в магистралях поворотом люлек снижается подача насосов, при понижении давления подача соответственно повышается. Этим обеспечивается полное использование мощности первичного двигателя без его перегрузки.

Кроме унифицированного рабочего оборудования, экскаваторы ЭО-3322 снабжают специальным планировочным оборудованием (рис. 135). Оборудование состоит из укороченной стрелы *2* и шарнирно-сочлененного параллелограммного устройства, состоящего из балок *5*, *7* и тяг *6*, *8*. Балки *5* и *7* соединены

между собой звеном *11* и серьгой *12* таким образом, что при выдвижении штока гидроцилиндра *4* ковш перемещается прямолинейно. Рабочее оборудование поднимается или опускается гидроцилиндрами *1*, наклон линии движения ковша регулируется гидроцилиндрами *3*. Ковш поворачивается в рабочей плоскости гидроцилиндром *9* и в перпендикулярной — гидроцилиндрами *10*.

Планировочное оборудование можно успешно применять на самых разнообразных мелиоративных работах. При установке на нем профильного ковша оборудование весьма эффективно для прокладки каналов; с уширенным ковшом оно применяется для очистки дна и планировки откосов каналов, с поворотным ковшом обеспечивается планировка с погрузкой грунта в транспортные средства. Вместе с тем машину с планировочным оборудованием можно успешно использовать на всех работах, выполняемых обычным унифицированным оборудованием, включая прокладку траншей.

Экскаватор Э-5015А (рис. 136, *а*) на гусеничном ходу выпускают с рабочим оборудованием обратной лопаты и по специальному заказу с грейфером. Экскаватор оборудован тепло- и шумоизолированной кабиной с вентиляцией и обогревом. В кабине расположены сиденье машиниста и рычаги управления.

Гидропривод экскаватора (рис. 136, *б*) обеспечивает регулирование скоростей и совмещение рабочих движений стрелы, рукояти, ковша и поворота платформы. Привод каждой гусеницы независимый; гусеницы могут двигаться в противоположные стороны, что обеспечивает разворот экскаватора на месте. Гусеничный ход оборудован гидротормозами. Гидросистема экскаватора имеет сдвоенный регулируемый насос с суммирующим регулятором мощности, распределительную и клапанную аппаратуру, исполнительные силовые цилиндры,

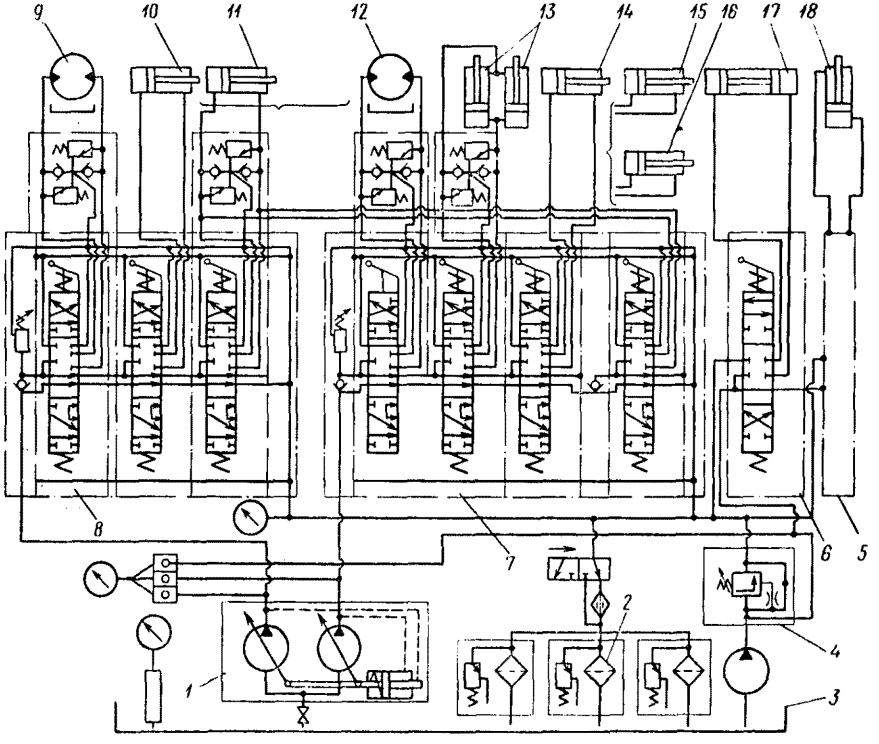


Рис. 134. Гидравлическая схема экскаватора ЭО-3322

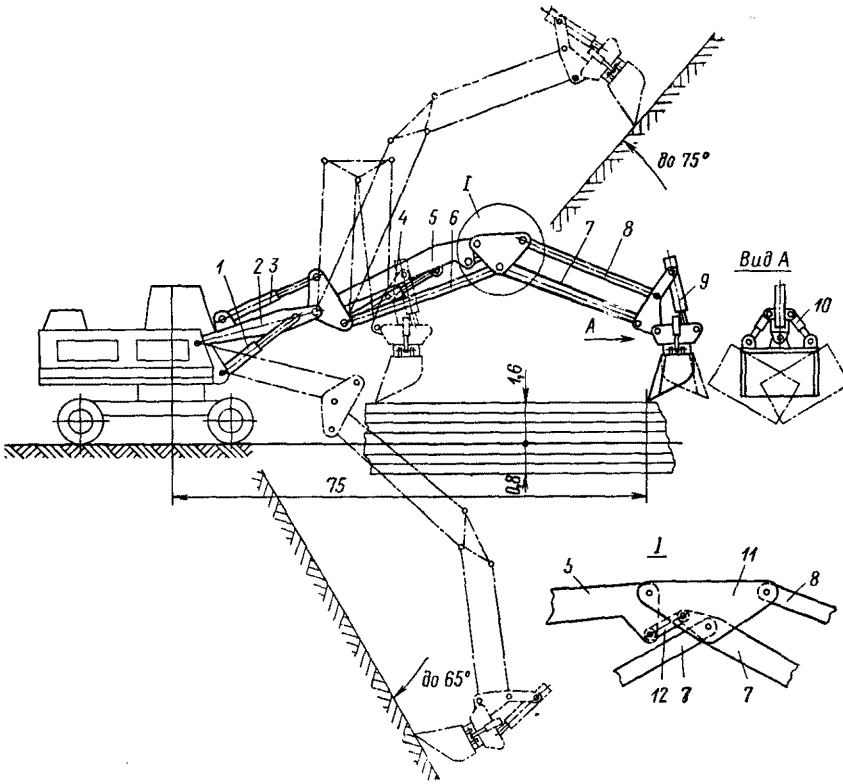


Рис. 135. Экскаватор ЭО-3322 с планировочным оборудованием

гидромоторы, фильтры, масляный бак, коллектор, трубопроводы и соединительную арматуру.

Экскаваторы ЭО-4321 (рис. 137) на пневмоколесном и ЭО-4123 на гусеничном ходу имеют в качестве основного оборудования обратную лопату и сменное рабочее оборудование, поставляемое по заказу (погрузочное оборудование, грейфер, ковши 0,4 и 1 м³, удлиненную рукоять). На поворотной платформе смонтированы силовая установка — дизельный двигатель с гидронасосом, топливный бак, бак рабочей жидкости и кабина с пультами управления, распределительная аппаратура, контейнер с аккумуляторами, высокомоментный радиально-поршневой гидромотор поворота.

Экскаватор ЭО-4321 снабжен бульдозерным оборудованием и выносными опорами. Бульдозер служит также опорой для разгрузки передних колес.

Все механизмы экскаватора имеют гидропривод, рассчитанный на максимальное давление 250 кгс/см². Гидросистема состоит из бака для рабочей жидкости, гидронасосов, контрольной и измерительной аппаратуры, исполнительных механизмов (гидромоторов, гидроцилиндров), системы сервоуправления, гидросистемы руля, трубопроводов, систем охлаждения и фильтрации рабочей жидкости. Гидропривод экскаватора в сочетании с гидравлическим сервоуправлением обеспечивает регулирование скоростей и совмещение рабочих движений стрелы, рукояти, ковша с поворотом платформы.

Кабина экскаватора оснащена отопителем, охладителем воздуха и стеклоочистителем. Для пуска двигателя в зимнее время на экскаваторе предусмотрен подогреватель ПЖД-400.

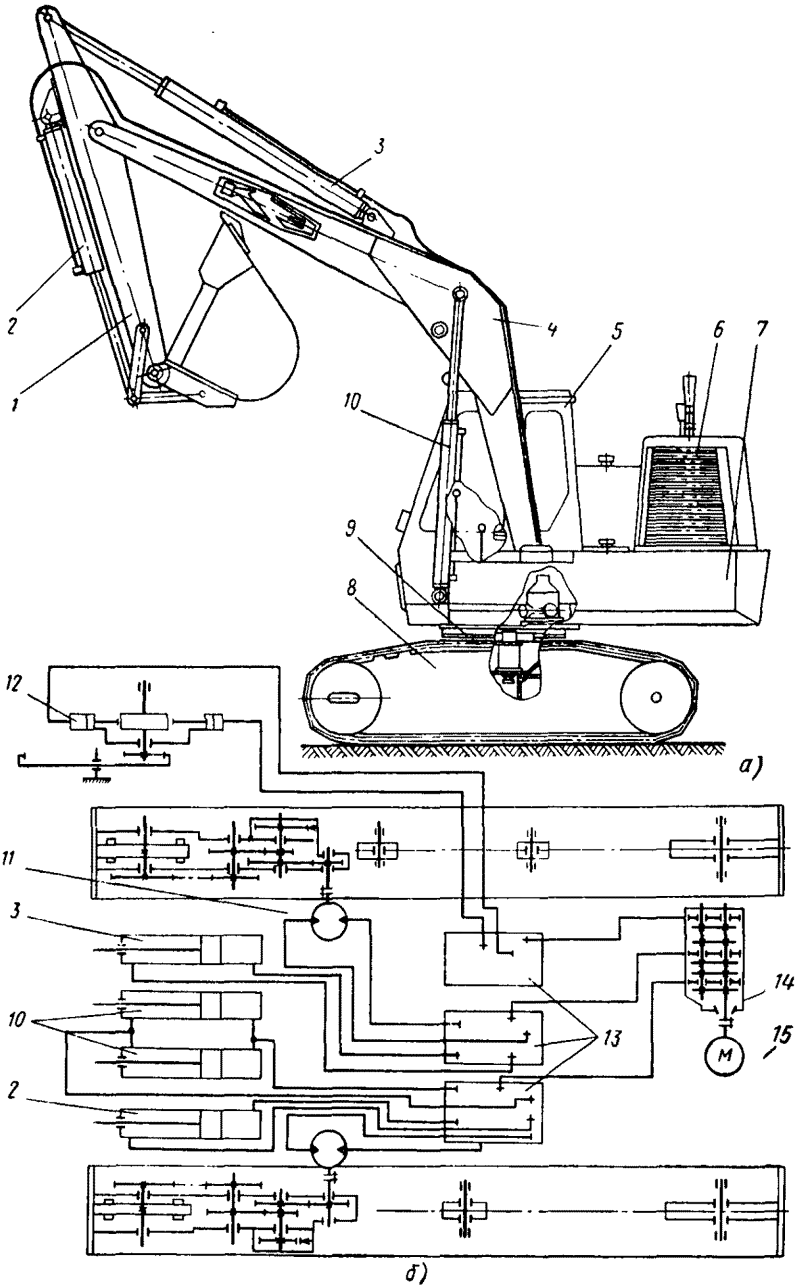


Рис. 136. Экскаватор Э-5015А (*а*) и его гидравлическая схема (*б*):

1 — рукоять; *2* — гидроцилиндр ковша; *3* — гидроцилиндр рукояти; *4* — стрела; *5* — кабина; *6* — силовая установка; *7* — поворотная платформа; *8* — гусеничный ход; *9* — опорно-поворотное устройство; *10* — гидроцилиндр стрелы; *11* — гидромоторы привода гусениц; *12* — механизм поворота; *13* — распределители; *14* — насос; *15* — дизель СМД-14А

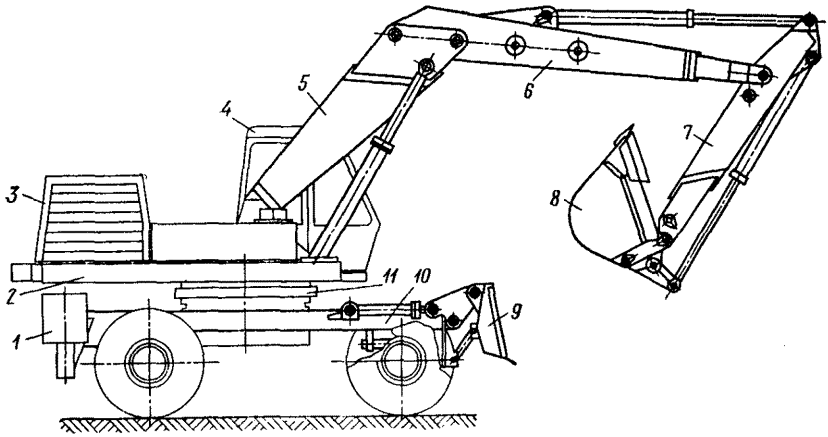


Рис. 137. Экскаватор ЭО-4321:

1 — выносные опоры; *2* — поворотная платформа; *3* — силовая установка; *4* — кабина; *5* — основная стрела; *6* — дополнительная стрела; *7* — рукоять; *8* — ковш; *9* — бульдозер; *10* — пневмоколесный ход; *11* — опорно-поворотное устройство

Экскаваторы ЭО-4121 (рис. 138) на гусеничном и ЭО-4221 (МТП-71) на уширенном гусеничном ходу выпускают с рабочим оборудованием обратной лопаты, погрузчика, грейфера, прямой лопаты, прямой лопаты с поворотным ковшом. На поворотной платформе установлены механизм поворота, гидропривод с распределителями и предохранительными устройствами, кабина с пультом управления, дизель, бак для рабочей жидкости с фильтрами и капот. Управление экскаватором расположено в кабине и сосредоточено в двух колонках справа и слева от машиниста. Контрольно-измерительные приборы и аппаратура управления смонтированы на панелях колонок и на дополнительном пульте.

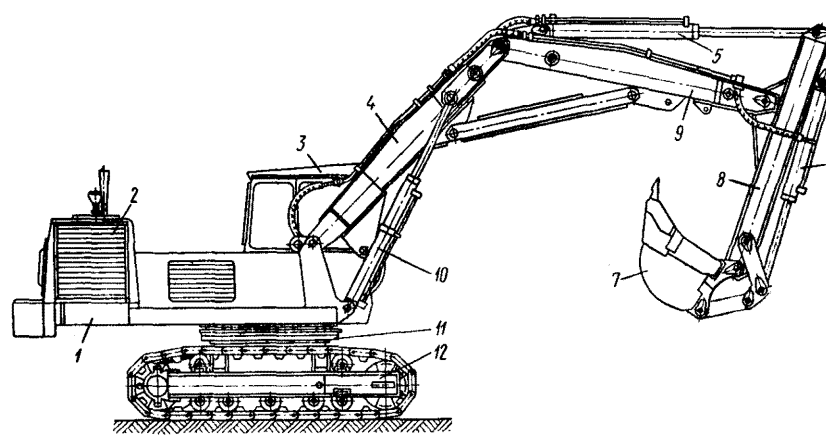


Рис. 138. Экскаватор ЭО-4121:

1 — поворотная платформа; *2* — силовая установка; *3* — кабина; *4* — основная стрела; *5* — гидроцилиндр рукояти; *6* — гидроцилиндр ковша; *7* — ковш; *8* — рукоять; *9* — дополнительная стрела; *10*—гидроцилиндр стрелы; *11* — опорно-поворотное устройство; *12* — гусеничный ход

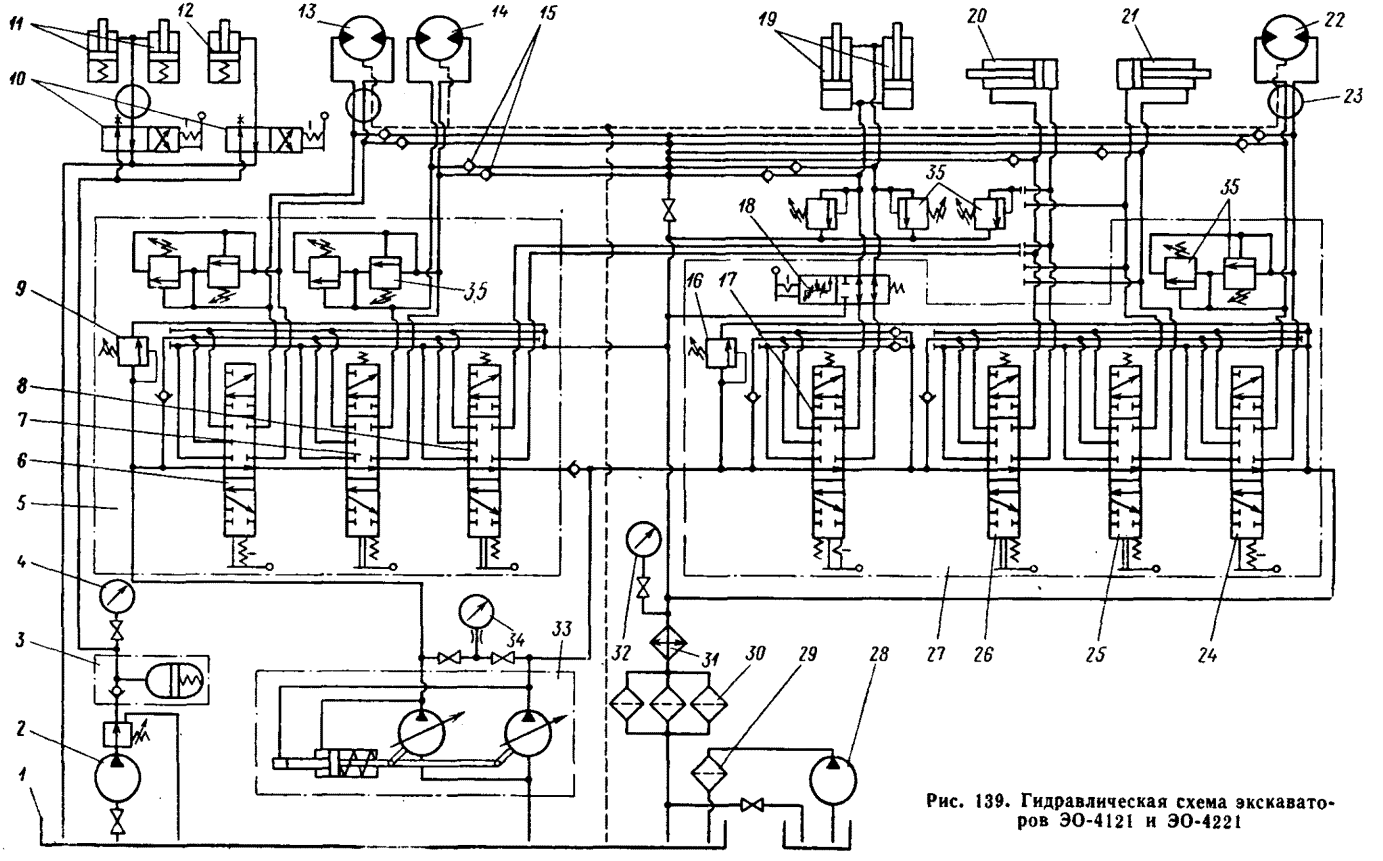


Рис. 139. Гидравлическая схема экскаваторов ЭО-4121 и ЭО-4221

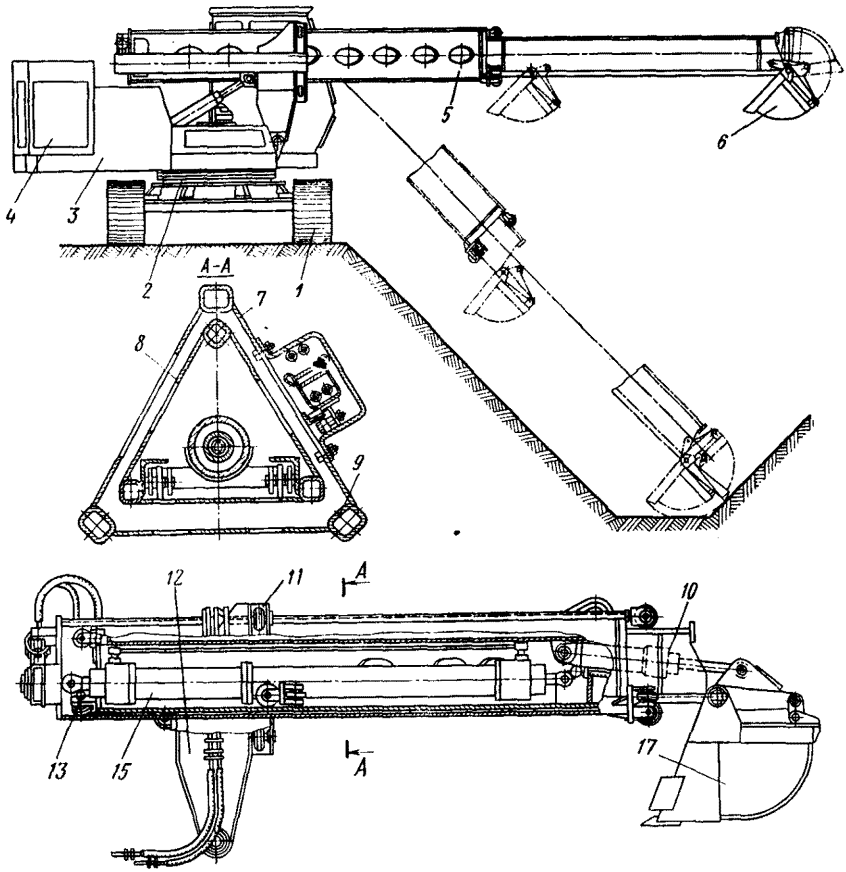


Рис. 140. Экскаватор-планировщик ЭО-2131 и его телескопическая стрела

Поворотная платформа установлена на ходовой раме с помощью роликового опорно-поворотного круга. Механизм поворота экскаватора состоит из низкомоментного гидромотора, трехступенчатого редуктора и поворотной шестерни. Каждая гусеница хода приводится в движение от индивидуального низкомоментного гидромотора через редуктор. Натяжение гусеничной ленты осуществляется гидроцилиндром.

Все механизмы, гидросистема и силовая установка, расположенные на поворотной платформе, закрыты капотами. В зимнее время кабину обогревают. Для пуска дизеля в холодное время года используют пусковой подогреватель ПЖД-300В.

Из гидробака *1* (рис. 139) рабочая жидкость поступает к двум сдвоенным гидронасосам *33* и от них к распределителям *5* и *27*. Распределитель *5* включает золотник *6* управления гидромотором *13* хода, золотник *7* управления гидромотором *14* поворота платформы и золотник *8* управления цилиндром *20* рукояти при подаче рабочей жидкости одним насосом Распределитель *27* включает золотник *17* управления цилиндрами *19* стрелы, золотник *24* управления гидромотором *22* хода, золотник *25* управления цилиндром *21* ковша и золотник *26* управления цилиндром *20* рукояти при подаче рабочей жидкости двумя насосами.

При нейтральном положении золотников рабочая жидкость свободно проходит через распределители и через охладитель *31* и фильтры *30* возвращается в бак *1*. При включении одного любого золотника распределителя *5* (золотники *6*, *7* или *8*) и одного любого золотника распределителя *27* (золотники *17*, *24*, *25* или *26*) насосы работают раздельно, каждый на соответствующий исполнительный рабочий орган. Независимо от включения любых других золотников стрелу можно опустить включением золотника *18*. Таким образом гидравлическая схема экскаватора обеспечивает одновременное независимое выполнение трех рабочих движений.

Рабочая жидкость к гидромоторам *13* и *22* хода подается через центральное вращающееся соединение *23* (коллектор). Для предохранения насосов от перегрузок в распределителях установлены предохранительные клапаны *9* и *16*, а для защиты цилиндров и гидромоторов от реактивных нагрузок в их магистралях установлены предохранительные клапаны *35*.

Рабочие полости исполнительных органов при срабатывании клапанов *35* или при других причинах, вызывающих вакуум, заполняются через подпиточные клапаны *15*. Тормозами *11* хода и *12* поворота управляет самостоятельная гидросистема, включающая насос *2*, гидроаккумулятор *3* и золотники *10*.

Для контроля за работой гидросистемы установлены манометры: давление в основных напорных магистралях показывает манометр *34*, давление в сливных магистралях манометр *32* и давление в системе управления тормозами манометр *4*.

Бак рабочей жидкостью заправляется специальным насосом *28* через фильтры *29*.

Для выполнения зачистных и планировочных работ выпускают специализированные экскаваторы с телескопическим рабочим оборудованием — экскаваторы-планировщики (табл. 30). Использование этих машин в различных условиях для выполнения многих видов работ возможно вследствие набора сменных рабочих органов и удлинителей.

Экскаватор-планировщик ЭО-2131А (рис. 140) имеет гусеничный ход *1*, опорно-поворотное устройство *2*, поворотную платформу *3*, силовую установку *4*,

Таблица 30

Техническая характеристика экскаваторов-планировщиков

Показатель	ЭО-2131А			ЭО-3332			ЭО-4010		
Вместимость ковша, м³	0,25; 0,4			0,4; 0,5; 0,65			0,4		
Двигатель:									
тип	Д-50Л			СМД-14А			СМД-14		
мощность, л. с.	50			75			75		
Угол наклона стрелы, град:									
вверх	25			23			22		
вниз	45			50			44		
Ход стрелы, м	2			3,2			3,65		
Длина удлинителя, м	—	1	2	—	1,4	2,8	—	1,2	2,8
Наибольшая глубина копания, м	2,96	3,66	4,36	3,2	3,8	4,37	3,92	4,03	5,94
Наибольшая высота копания, м	3,24	3,64	4,0	3,2	5,0	5,55	4,9	5,4	6,1
Наибольший радиус копания, м	6,8	7,8	8,8	6,6	8,0	9,4	8,1	9,3	10,9
Наибольшая высота выгрузки, м	3,24	3,64	4,0	3,2	4,26	4,8	4,15	4,8	5,34
Скорость передвижения, км/ч	2,0			1,8—18,5			40—50		
Тип ходового устройства	Гусеничное			Пневмоколесное			Автомобильное шасси		
Преодолеваемый подъем, град	22			22			20		
Радиус, описываемый хвостовой частью, м	2,4			2,8			2,74		
Габаритные размеры, м:									
длина	6,4			7,34			8,45		
ширина	2,64			2,64			2,63		
высота	2,68			3,2			3,65		
Масса, кг	8 900			13 400			18 000		

состоящую из двигателя и насосной группы, телескопическую стрелу *5* и ковш *6*. Стрела состоит из наружной *7* (рис. 140) и внутренней *8* секций. Внутренняя секция *8* перемещается гидроцилиндром *15*; при этом ролики *13* катятся по направляющим *9*. На секции *8* шарнирно закреплен ковш *17*, который может поворачиваться относительно оси подвески гидроцилиндром *10*. Наружная секция *7* стрелы установлена в обечайках *11* и может поворачиваться относительно своей оси гидроцилиндром. Обечайки *11* закреплены на качающейся раме *12*. Таким образом, ковш экскаватора-планировщика может поворачиваться относительно стрелы, перемещаться прямолинейно вместе с секцией *8*, поворачиваться вместе со стрелой относительно ее оси, качаться вместе со стрелой в вертикальной плоскости, поворачиваться вместе с поворотной платформой относительно оси экскаватора.

Как видно из описания, рабочее оборудование экскаватора-планировщика имеет высокую подвижность и способно выполнять самые разнообразные операции.

Экскаватор-планировщик ЭО-3332 на пневмоколесном ходу, унифицированный с экскаватором ЭО-3322, снабжен сменным рабочим оборудованием: экскавационными ковшами вместимостью 0,25 и 0,4 м³, ковшом двустороннего действия с зубьями и рыхлителем, ковшом для бокового копания вместимостью 0,15 м³, ковшом вместимостью 0,65 м³ для погрузочных и планировочных работ, отвалом длиной 2,4 м, двумя удлинителями подвижной части стрелы длиной 1,4 и 2,8 м и вставкой длиной 1 м для смещения оси копания.

Силовая установка имеет дизель и сдвоенные аксиально-плунжерные насосы, подача которых автоматически регулируется в зависимости от суммарной нагрузки. Гидропривод экскаватора-планировщика ЭО-3332 включает в себя насосную установку, распределительную и контрольно-регулирующую аппаратуру, гидромоторы, бак для рабочей жидкости со встроенными в него фильтрами и трубопроводы. Система гидропривода экскаватора обеспечивает необходимые совмещения рабочих движений, регулирование скоростей, а также защиту конструкций от перегрузок.

4. ОДНОКОВШОВЫЕ ЭКСКАВАТОРЫ С МЕХАНИЧЕСКИМ ПРИВОДОМ

Одноковшовые экскаваторы с механическим приводом представляют собой универсальные землеройные и грузоподъемные машины, снабженные унифицированным рабочим оборудованием, приводимым в движение при помощи канатных полиспастов. В мелиорации одноковшовые экскаваторы с механическим приводом широко применяют для прокладки мелиоративных каналов, возведения дамб обвалования, монтажных и погрузочно-разгрузочных работ, а также при восстановлении и очистке эксплуатируемой мелиоративной сети.

Экскаваторы имеют два основных типа сменного универсального оборудования: жестко связанное с поворотной платформой и соединенное с поворотной платформой при помощи канатов.

К основному оборудованию первого типа относят прямую и обратную лопаты, в малых моделях монтируемые на унифицированных стреле и рукояти. К основному оборудованию второго типа относят драглайн, кран, грейфер и драглайн бокового копания, монтируемые на унифицированной решетчатой стреле. Особенно широкое применение в мелиорации получило рабочее оборудование драглайна вследствие большого радиуса действия, возможности отрытия и очистки каналов большой глубины и возведения высоких насыпей.

Ниже приведены технические характеристики экскаваторов с механическим приводом (табл. 31) и параметры основных видов сменного оборудования (табл. 32—36).

Экскаваторы Э-302Б (рис. 141, *а*), Э-303Б (ЭО-3111В) и Э-304В (ЭО-3211Б) с ковшом вместимостью 0,4 м³ имеют унифицированную поворотную платформу и отличаются типом ходового оборудования. Экскаватор Э-302Б выпускают на пневмоколесном, Э-303Б — на гусеничном и Э-304В на уширенном гусеничном ходу. Для работы на неосушенных торфяных болотах спроектирован экскаватор ЭКБ, в котором использованы поворотная платформа и рабочее оборудование экскаватора Э-302Б, а ходовая часть имеет колеса с арочными шинами высокой проходимости.

Таблица 31

Техническая характеристика одноковшовых полноповоротных экскаваторов с механическим приводом

Показатель	Э-302Б	ЭО-3111В (Э-303Б)	Э-304В (ЭО-3211Б)	Э-652Б	Э-10011Д	Э-1251Б, Э-1252Б
Марка дизеля	Д-65Н	Д-65Н	Д-65Н	Д-108-3	Д-108	Дизель А-01МВ (для Э-1252Б), двигатель КО-52-4К (для Э-1251Б)
Мощность дизеля, л. с.	50	50	50	75—82	108	130 л. с./90 кВт
Сменное рабочее оборудование	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран	Обратная лопата, драглайн, кран, драглайн бокового копания	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран, драглайн бокового копания	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран	Прямая и обратная лопаты, драглайн, грейфер, кран
Вид ходового оборудования	Пневмоколесный	Гусеничный				
Управление механизмами	Пневматическое					Гидравлическое
Скорость передвижения экскаватора, км/ч.	1,45; 3,98; 6,46; 15,4	1,2; 2,77	1,2; 2,8	1,7; 3,01		1,5
Частота вращения поворотной платформы, об/мин		2,9—6,9		3,33; 5,89	7,15	4,75
Максимальный преодолеваемый подъем, град	22	22	22	22	20	20
Радиус вращения хвостовой части, м	2,6	2,7	3,0 (по трапу)	3,28 (с противовесом)	3,88 (с противовесом)	3,6

Продолжение табл. 31

Показатель	Э-302Б	ЭО-3111В (Э-303Б)	Э-304В (ЭО-3211Б)	Э-652Б	Э-10011Д	Э-1251Б, Э-1252Б
Расстояние от оси пяты стрелы до оси вращения, м	0,65	0,65	0,65	1	1,15	1,3
Просвет под ходовой рамой, мостами, м	0,293	0,31	0,467	0,3	0,36	0,27
Давление на грунт при передвижении, кгс/см²	—	0,49	0,2	0,65	0,85	0,85
Длина гусеничного хода, м	2,8 (база колес)	3	4,3	3,42	3,98	4
Ширина гусеничного хода, м	2,04 (колея передних колес) 2,64 (колея задних колес)	2,46	3,14	2,88	3	3,2
Ширина гусеничной цепи, м	12×20 (в дюймах)	0,445	0,84	0,58	0,6	0,655
Масса экскаватора с оборудованием обратной лопаты, т	11,7	11,6	13,4	20,9	34,2	39,3
Габаритные размеры без рабочего оборудования, м:						
длина	3,13	2,9	3,14	4,61	5,81	5,6
ширина	2,64	2,64	3,14	2,88	3,1	3,5
высота	3,15	2,7	3,06	3,28	3,6	3,6

Таблица 32

Техническая характеристика экскаваторов с механическим приводом при работе обратной лопатой

Показатель	Э-302Б	ЭО-3111В	Э-304В	Э-652Б	Э-10011Д	Э-1251Б, Э-1252Б
Вместимость ковша, м³	0,4	0,4	0,4	0,65	1,0	1,4
Ширина ковша, м	0,93	0,94	0,92	1,16	1,24	1,4
Категория грунта	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV
Длина, м:						
стрелы	4,9	4,9	5,1	5,5	7,1	7,8
рукояти	2,3	2,3	2,5	3,02	3,6	3,38
Наибольшая глубина копания, м:						
траншей	4	4,3	5,02	5,8	6,9	7,3
котлованов	2,6	2,6	2,8	4	6,1	6
Наибольшая высота выгрузки, м:						
начальная	3,06	2,7	2,7	3,1	—	4,2
конечная	5,6	4,75	5,6	6,14	4,2	7,3
Наибольший радиус копания, м	7,8	7,8	8,2	9,2	10,5	11,6
Радиус выгрузки при наибольшей начальной высоте выгрузки, м	4,15	3,95	3,2	5,0	4,8	7,0
Радиус выгрузки при наибольшей конечной высоте выгрузки, м	6,8	6,6	7	8,1	7,8	10,3
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом на 90° при средней глубине копания, с	15	15	15	20	23	25

Таблица 33

Техническая характеристика экскаваторов с механическим приводом при работе прямой лопатой

Показатель	Э-302Б	ЭО-3111В	Э-652Б	Э-10011Д	Э-1251Б, Э-1252Б
Вместимость ковша, м³	0,4	0,4 | 0,5	0,65	1,0 | 1,2	1,25
Категория грунта	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV	I—IV
Длина, м:					
стрелы	4,9	4,9	5,5	6,4	6,8
рукояти	2,3	2,3	4,5	4,98	4,9
Угол наклона стрелы, град	—	—	45 | 60	45 | 60	45 | 60
Глубина копания ниже уровня стоянки, м	—	—	1,5 | 1,1	1,8 | 1,4	2,0 | 1,6
Радиус копания на уровне стоянки, м:					
наименьший	3	3	2,5 | 2,8	5,0 | 4,8	3,3 | 3,6
наибольший	—	—	4,7 | 4,35	— | —	6,3 | 5,7
Наибольшая высота копания, м	6,2	6,2	6,5 | 7,8	6,5 | 8,2	7,8 | 9,3
Высота выгрузки, м:					
наибольшая	4,3	3,67 | 3,4	4,5 | 5,6	5,0 | 6,0	5,1 | 6,6
при наибольшем радиусе выгрузки, м	2,9	2,2 | 1,85	2,7 | 3,0	2,5 | 3,4	2,9 | 3,4
Наибольший радиус, м:					
копания	5,9	5,95 | 6,05	7,8 | 7,2	9,2 | 8,4	9,9 | 9,1
выгрузки	5,4	5,4	7,2 | 6,5	8,3 | 7,4	8,9 | 8,3
Радиус выгрузки при наибольшей высоте выгрузки, м	4,5	4,3 | 4,5	6,5 | 5,4	7,4 | 6,0	8,3 | 7,1
Усилие на блоке ковша, тс	6,8	6,02	11,3	15,5	16
Усилие рукояти (напор/возврат), тс	—	—	11,5/8,2	12,5/8	18,2/11,7
Продолжительность цикла при работе в транспорте с поворотом на 90° при высоте копания, равной высоте напорного вала, на грунтах IV категории, с	15	15	15	17	19

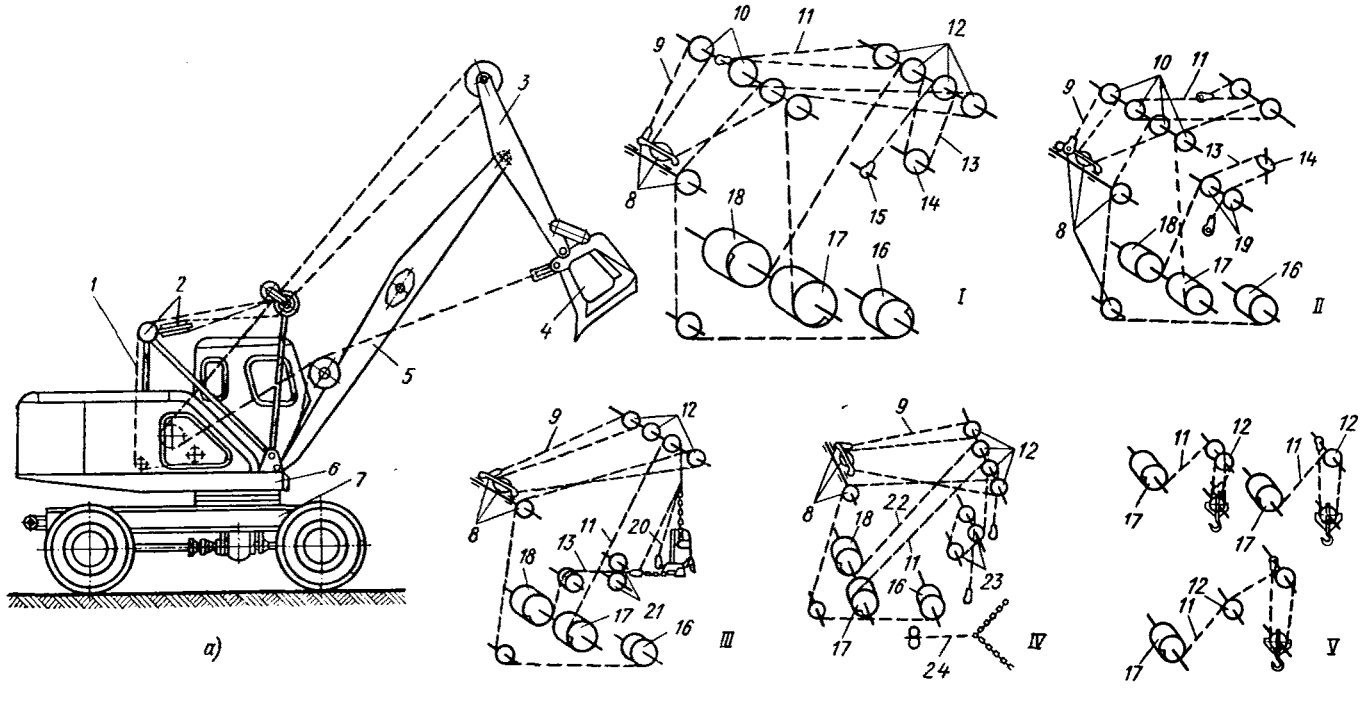


Рис. 141. Экскаватор Э-302Б (*а*) и схема запасовки канатов рабочего оборудования (*б*):

I — прямой лопаты; *II* — обратной лопаты; *III* — драглайна; *IV* — грейфера; *V* — крана со стрелами 7,5, 12 и 15 м; *1* — стреловой канат; *2* — блоки на двуногой стойке; *3* — рукоять; *4* — ковш; *5* — стрела; *6* — поворотная платформа; *7* — пневмоколесный ход; *8* — блоки и коуши на двуногой стойке; *9* — стреловой канат; *10* — блоки и коуши на передней стойке; *11* — подъемный канат; *12* — головные блоки стрелы; *13* — тяговый канат; *14* — блок ковша; *15* — коуш на стреле; *16* — стрелоподъемный барабан; *17* — подъемный барабан; *18* — тяговый барабан; *19* — отклоняющие блоки тягового каната; *20* — разгружающий канат; *21* — блоки наводки драглайна; *22* — замыкающий канат; *23* — блоки полиспаста грейфера; *24* — канат успокоителя

Экскаваторы имеют рабочее оборудование: прямую и обратную лопаты, драглайн, грейфер и кран.

Запасовка канатов оборудования прямой и обратной лопат, драглайна, грейфера и крана показана на рис. 141, *б*.

Поворотная платформа экскаватора выполнена из сварных элементов и соединена с нижней рамой роликовым опорно-поворотным устройством. На платформе расположены двигатель, главный редуктор с фрикционными муфтами и тормозами, компрессор и двуногая стойка для подвески рабочего оборудования. Все механизмы закрыты общим капотом. Стрела и рукоять — сварные, коробчатого сечения. Все зубчатые передачи смонтированы на подшипниках качения и заключены в масляные ванны.

Кинематическая схема экскаватора показана на рис. 142.

Экскаватор ТЭ-3 с ковшом 0,5 м³ выпускают на уширенно-удлиненном гусеничном ходу для работы на слабых грунтах. Рабочее оборудование экскаватора: прямая и обратная лопаты, драглайн. На поворотной платформе сварной конструкции расположены силовая установка, главная и стрелоподъемная лебедки, механизм реверса, зубчатые и цепные передачи. Все передачи смонтированы на подшипниках качения и заключены в масляные ванны. Для копания канав применяют обратную лопату с профильным ковшом, имеющим наклонные стенки и закругленную переднюю часть.

Экскаватор ТЭ-3М является модификацией экскаватора ТЭ-3 и в отличие от последнего имеет большую производительность за счет увеличения вместимости ковша. Управление механизмами пневматическое.

Экскаватор Э-652Б (рис. 143, *а*) с ковшом 0,65 м³ на гусеничном ходу имеет сменное рабочее оборудование: прямую и обратную лопаты, драглайн, кран и грейфер. На поворотной платформе экскаватора размещены: силовая установка, механизмы реверса главной и стрелоподъемной лебедок, механические передачи, кабина с пультом управления и двуногая стойка. Запасовка канатов прямой, обратной лопаты и драглайна показана на рис. 143, *б*.

Таблица 34

Техническая характеристика экскаваторов с механическим приводом при работе грейфером

Показатель	Э-302Б	Э-652Б	Э-1001Д						Э-1252Б					
Вместимость ковша, м³	0,35	0,65	1						1,5					
Раскрытый ковш грейфера, м:														
ширина	1,73	2,4	2,4						2,7					
высота	2,2	2,9	3,2						3,0					
Длина стрелы, м	10,5	10	12,5		15				12,5			15		
Угол наклона стрелы к горизонту, град	30—45	45—60	70	45	30	70	45	60	45	30	69	53	46	
Наибольшая глубина копания, м	—	6	1,5	3,5	6,0	2,3	6,0	1,0	3,3	6,0	1,0	5,0	6,0	
Наибольшая высота выгрузки, м	7,8	7,6	8,3	6,9	4,3	10,7	8,7	8,4	6,4	3,8	10,7	9,5	8,3	
Радиус копания, м	6	8	5,6	10,2	12,2	6,5	12	7,8	10,0	12,3	7,0	10,5	12,0	
Скорость подъема ковша, м/с	0,98	0,755	0,75—1,15								0,8			

Таблица 35

Техническая характеристика экскаваторов с механическим приводом при работе драглайном

Показатель	Э-302Б	ЭО-3111В	Э-304В	Э-304В (боковой драглайн)	Э-652Б				Э-1001Д				Э-1252Б					
Вместимость ковша, м³	0,4	0,4	0,4	0,3	0,8				1,0		0,75		1,5	1,0		0,75	0,8	0,5
Категория грунта	I—III	I—III	I—III	I	I—IV				I—IV				I—IV					
Длина стрелы, м	10,5	10,5	10,5	10,5	10		13		12,5		15		12,5		15		17,5	
Угол наклона стрелы, град	30—45	30—45	30—45	30	30	45	30	45	30	45	30	45	30	45	30	45	30	45
Наибольшая высота выгрузки, м	6,3	6	6	3,3	3,5	5,5	5,3	8	4,1	6,6	5,3	8,4	4,0	6,5	5,25	8,3	6,5	10,0
Глубина копания при боковом проходе, м	5,3	5,3	4,42	4,2	4,4	3,8	6,6	5,9	5,5	4,4	7,8	5,7	6,0	5,1	6,0	5,1	6,0	5,1
Глубина копания при концевом проходе, м	7,6	7,6	7,8	—	7,3	5,6	10,0	7,8	9,4	7,4	10	9,2	9,5	7,5	9,5	7,5	9,5	7,5
Наибольший радиус, м:																		
копания	12,0	11,0	11,1	11,0	11,1	10,2	14,3	13,2	13,5	12,0	16,0	14,0	14,3	12,9	16,5	15,1	18,3	16,5
выгрузки	10,0	9,5	10,0	10,0	10,0	8,3	12,5	10,4	12,2	10,2	14,4	12,0	12,4	10,4	14,6	12,6	16,7	14,0
Продолжительность цикла при работе в отвал с поворотом на 135° на грунтах до III категории и средней глубине копания, с	18	18	17	30	21				23				23					

Примечания. 1. Для экскаватора Э-304В с боковым драглайном максимальное расстояние от продольной оси экскаватора до линии движения ковша равно 7,1 м. 2. Для экскаватора Э-304В время цикла приведено с учетом точной установки ковша по оси канала и углов поворота платформы 80—90°.

Таблица 3

Техническая характеристика экскаваторов с механическим приводом при работе краном

Показатель	Э-302Б, Э-303Б, Э-304Б			Э-652Б		Э-10011Д					Э-1252Б		
Длина стрелы, м	7,5	12	15	10	18	12,5	15	17,5	20	25	12,5	20	25
Грузоподъемность, т	5—1,7	3—0,75	2—0,55	10—2,5	7,5—1	16—3,9	12,8—2,8	10,5—2,2	8,8—1,8	5,0—1,2	20—5,5	10,3—2,5	7,25—1,5
Вылет от оси вращения, м	3—7	4—9	5—1	3,7—10	4,3—16	4—12	4,5—14,1	5,1—16,4	5,6—18,5	7,6—22,8	4—10	5,6—15,6	6,5—19
Высота подъема крюка, м	7,5—4,5	12—9	15—11,3	9,2—3,5	17,2—7,5	9,5—5,8	12,5—6,9	15—8	18,2—9,6	24—12,3	11—8	18,5—14,5	22—16
Скорость подъема груза, м/с	0,14—0,32	0,31—0,49		0,18—0,26	0,27—0,4	0,187—0,285			0,245—0,375		0,26	0,4	0,4
Частота вращения поворотной платформы, об/мин	1,4; 3,2			2,54; 3,33		Не более 1,5			Не более 2,0		Не более 2,0		
Масса дополнительного противовеса, кг	1200			2500		3800			3800		2500		

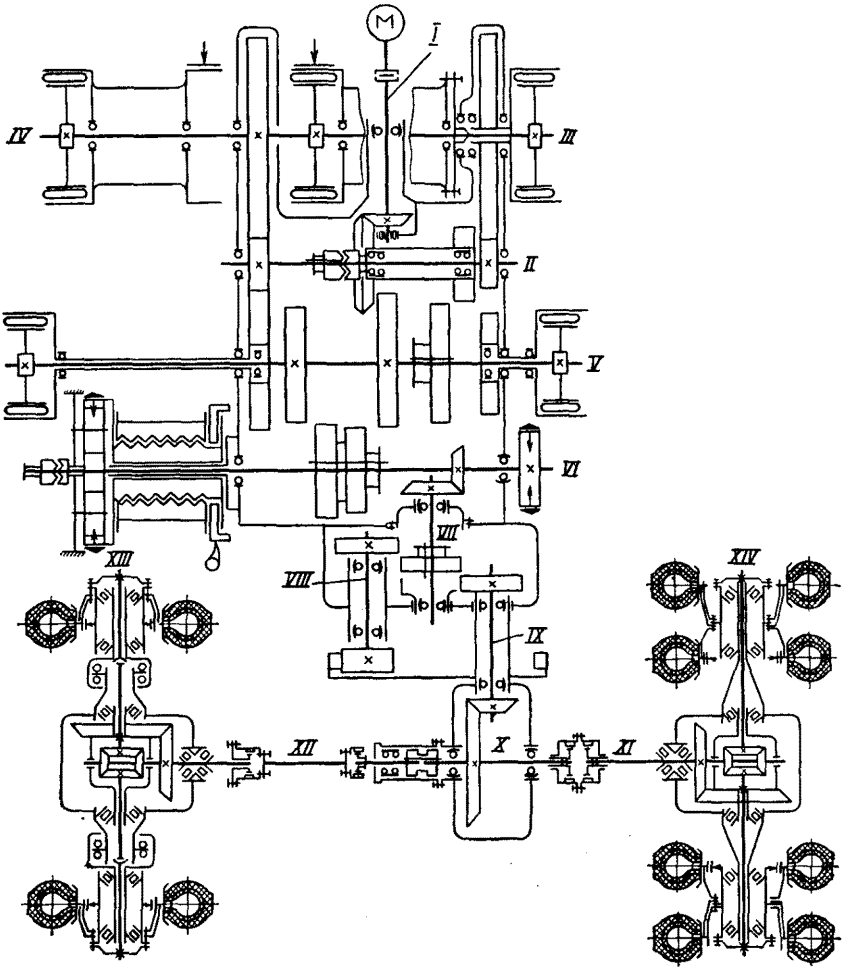


Рис. 142. Кинематическая схема экскаватора Э-302Б:

I — вал привода редуктора; *II* — вал первой передачи; *III* — вал лебедки левый; *IV* — вал лебедки правый; *V* — вал реверса; *VI* — вал перемены скоростей; *VII* — вертикальный вал главного редуктора; *VIII* — вал поворота; *IX* — вертикальный вал ходового редуктора; *X* — горизонтальный вал ходового редуктора; *XI* — ведущий вал заднего моста; *XII* — промежуточный вал; *XIII* — передний мост; *XIV* — задний мост

Кинематическая схема экскаватора показана на рис. 144. Все передачи смонтированы на подшипниках качения и заключены в масляные ванны. Барабаны главной и стрелоподъемной лебедок оборудованы фрикционными муфтами и тормозами ленточного типа. Муфты механизма поворота и стрелоподъемной лебедки конусные. Поворотная платформа соединена с ходовой частью роликовым опорно-поворотным устройством. Каждая гусеничная лента имеет стопорное устройство. Управление экскаватором пневматическое.

Экскаватор Э-652БС является модификацией экскаватора Э-652Б и предназначен для работы в северных районах при температуре окружающего воздуха до —60° С.

Экскаватор Э-10011Д с ковшом 1 м³ на гусеничном ходу выпускают с рабочим оборудованием: прямой и обратной лопатами, драглайном, грейфером и краном. На экскаваторе установлен гидротрансформатор вместо главной фрикционной муфты. Гидротрансформатор обеспечивает автоматическое бесступенчатое регулирование скорости исполнительных механизмов, уменьшая их с увеличением нагрузки и, наоборот, увеличивая с уменьшением нагрузки. Управление всеми механизмами экскаватора (за исключением стопора стрелоподъемной лебедки) пневматическое.

Экскаваторы Э-1251Б и Э-1252Б (рис. 145) с ковшом 1,25 м³ на гусеничном ходу выпускают с прямой и обратной лопатами, драглайном, грейфером и краном.

На поворотной платформе *8* экскаватора установлены главная лебедка *3*, механизм *2* реверса, редуктор, двуногая стойка. В задней части поворотной платформы расположена силовая установка с двигателем *1*. Все передачи установлены на подшипниках качения и заключены в масляные ванны. Механизмы поворотной платформы закрыты общим кузовом. Главная лебедка одновальная, канатные барабаны имеют ленточные фрикционные муфты и тормоза наружного типа. Механизм реверса имеет одноконусные фрикционные муфты. Стрелоподъемная лебедка приводится в движение от червячного редуктора.

Экскаватор Э-1251Б имеет электродвигатель, действующий от сети напряжением 380 В, экскаватор Э-1252Б приводится от дизеля тракторного типа. В остальном экскаваторы аналогичны.

Рабочее оборудование прямой и обратной лопат, драглайна и крана применяют во всех областях строительства. Специфическим для мелиорации является рабочее оборудование драглайна бокового копания, имеющее значительный

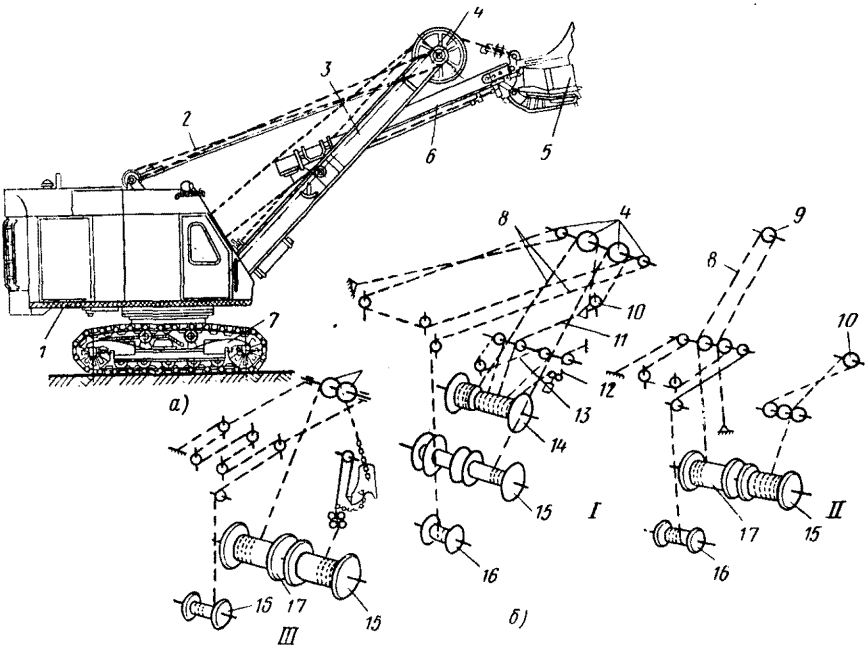


Рис. 143. Экскаватор Э-652Б (*а*) и схема запасовки канатов рабочего оборудования (*б*):
I — прямой лопаты; *II* — обратной лопаты; *III* — драглайна; *1* — поворотная платформа; *2* — поддерживающий канат; *3* — стрела; *4* — головные блоки; *5* — ковш; *6* — рукоять; *7* — гусеничный ход; *8* — подъемный канат; *9* — блоки рукояти; *10* — блок ковша; *11* — возвратный канат; *12* — механизм открывания днища ковша; *13* — напорный канат; *14* — напорный барабан; *15* — тяговый барабан; *16* — стрелоподъемный барабан; *17* — подъемный барабан

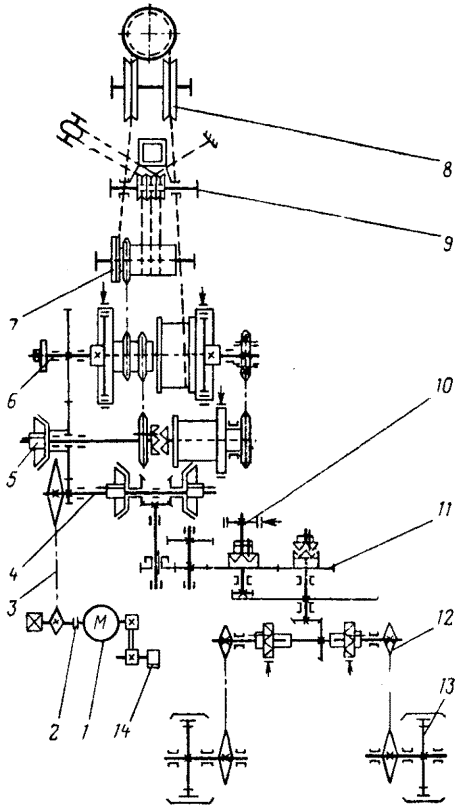


Рис. 144. Кинематическая схема экскаватора Э-652Б:

1 — двигатель; *2* — главная муфта; *3* — цепная передача; *4* — механизм реверса; *5* — промежуточный вал; *6* — главная лебедка; *7* — напорный барабан; *8* — головные блоки стрелы; *9* — седловой подшипник; *10* — механизм поворота; *11* — вертикальный вал ходового механизма; *12* — горизонтальный вал ходового механизма; *13* — ведущее колесо гусеничной цепи; *14* — компрессор

боковой вылет и позволяющее при проходе машины по берме очищать канал продольным перемещением ковша вдоль оси канала.

На рис. 146 представлено рабочее оборудование драглайна бокового копания экскаватора Э-304В. Между поворотной платформой *1* и гусеничным ходом *5* на опорно-поворотном устройстве *4* установлен тормоз *8*, обеспечивающий передачу крутящего момента, возникающего при копании, на значительном вылете. Рабочее оборудование драглайна бокового копания включает унифицированную стрелу *9*, укосину *2*, ковш *7*, подъемный канат *10* и тяговый канат *6*. При копании ковш перемещается вдоль оси канала тяговым канатом, который через вертлюг *3* и обводной блок *12* навивается на тяговый барабан *14*. При разгрузке ковш поднимается подъемным канатом *10*, который проходит через блоки *11* на конце стрелы и навивается на подъемный барабан *13*. При этом тяговый канат подтормаживается. После поворота платформы к месту отсыпки тормоз тягового каната освобождается, ковш зависает на подъемном канате и разгружается. После разгрузки поворотная платформа возвращается для заброса ковша к месту копания и цикл повторяется.

Следует отметить, что оборудование драглайна бокового копания имеет целевое назначение — очистку магистральных каналов большого сечения. На этой операции следует очищать от насосов только дно канала, без затрагивания откосов. Такое требование диктуется необходимостью сохранения формы канала без уширения его по дну во время очистки и не удовлетворяется драглайнами обычной конструкции.

Производительность экскаватора (в м³/ч)

$$П = qn \frac{k_н}{k_р} 60,$$

где q — вместимость ковша, м³; n — число циклов в минуту; $k_н$ — коэффициент наполнения ковша, $k_н = 0{,}9 \div 1{,}2$; $k_р$ — коэффициент разрыхления грунта; $k_р = 1{,}1 \div 1{,}3$.

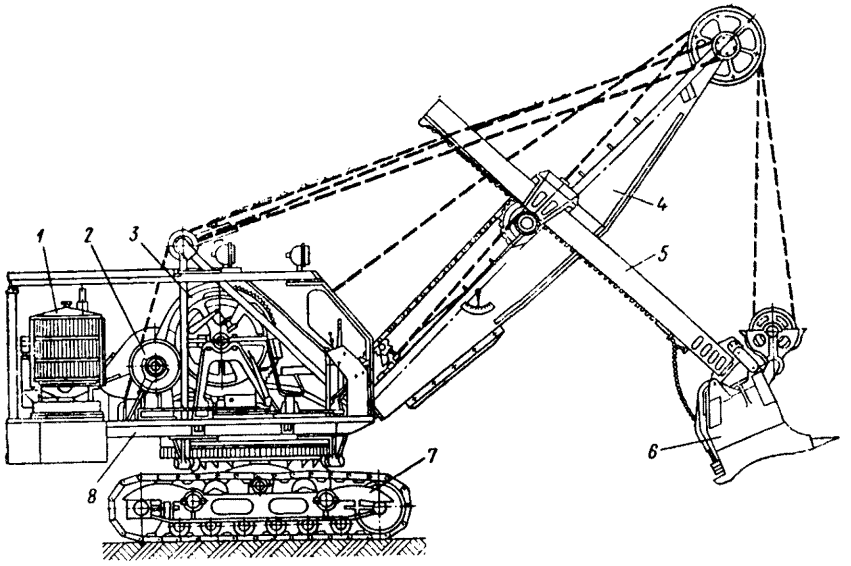


Рис. 145. Экскаватор Э-1252Б:
1 — двигатель; *2* — механизм реверса; *3* — главная лебедка; *4* — стрела; *5* — рукоять; *6* — ковш; *7* — гусеничный ход; *8* — поворотная платформа

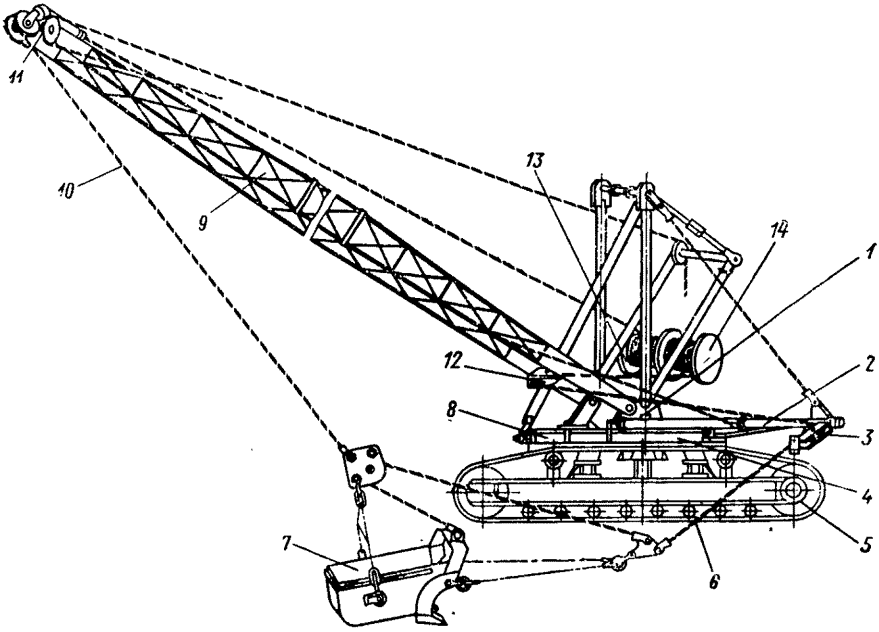


Рис. 146. Рабочее оборудование драглайна бокового копания экскаватора Э-304В

Число циклов в минуту $n = 60/t$, где t — продолжительность цикла, с. Для экскаваторов с рабочим оборудованием обратной лопаты $t = 14 \div 16$ с и $n = 4$; для экскаваторов с рабочим оборудованием драглайна или драглайна бокового копания $t = 20 \div 30$ с и $n = 2{,}5$.

Мощность двигателя экскаватора (в л. с.)

$$N_{\text{дв}} = \frac{qK'k_{\text{р}}}{75t_{\text{к}}k_{\text{н}}\eta\eta_0},$$

где q — вместимость ковша, м³; K' — удельная энергоемкость копания, кгс·м/м³ ($K' = 20\,000$ кгс·м/м³ для грунтов II категории, к которым относят наносы, подлежащие удалению при очистке каналов, $K' = 40\,000$ кгс·м/м³ для грунтов IV категории, разрабатываемых при прокладке каналов); $t_{\text{к}}$ — продолжительность копания (для предварительного расчета принимают равной 1/3 продолжительности цикла); η = КПД привода, $\eta = 0{,}75 \div 0{,}8$; η_0 — коэффициент использования номинальной мощности двигателя, $\eta_0 = 0{,}8 \div 0{,}9$.

ГИДРАВЛИЧЕСКИЙ ПРИВОД МЕЛИОРАТИВНЫХ МАШИН

1. РАБОЧАЯ ЖИДКОСТЬ

Гидропривод мелиоративных машин включает в себя следующие основные элементы: насосы, преобразующие механическую энергию в энергию потока рабочей жидкости; гидравлические распределители, предохранители, дроссели и делители потока, регулирующие и распределяющие потоки рабочей жидкости от насосов к гидромоторам и гидроцилиндрам; гидроцилиндры и гидромоторы, преобразующие энергию потока жидкости в механическую (поступательного или вращательного движения) энергию; трубопроводы, баки, фильтры, охлаждающие устройства и другую аппаратуру, обеспечивающую движение рабочей жидкости, ее очистку и охлаждение в процессе работы.

Рабочая жидкость в гидроприводе подвергается воздействию давления и температуры. При этом жидкость должна сохранять хорошую смазывающую способность, не изменять своего химического состава, не выделять пары и обладать необходимой вязкостью. Даже незначительное количество воды в рабочей жидкости приводит к выделению паров и вспениванию. Работа гидросистемы зависит от вязкости рабочей жидкости: чрезмерно высокая вязкость вызывает большие сопротивления движению рабочей жидкости и приводит к вредным затратам мощности; чрезмерно низкая вязкость приводит к утечкам рабочей жидкости через уплотнения и зазоры между поршневыми парами, что также повышает вредные потери и снижает КПД системы.

С увеличением температуры рабочей жидкости вязкость ее понижается, поэтому в теплое время года применяют более вязкие, а в холодное — менее вязкие рабочие жидкости. Сорта масел, применяемых в качестве рабочих жидкостей гидравлических систем, приведены в табл. 37.

Сорт масла, заливаемого в систему, должен строго соответствовать указанному в инструкции по эксплуатации для данного времени года.

Наличие механических абразивных примесей в рабочей жидкости приводит к износу трущихся пар и преждевременному выходу гидросистемы из строя. Особенно опасны примеси с частицами размерами, примерно равными размерам зазоров в трущихся парах золотников и поршней. Поэтому масло, предназначенное для заливки в систему в качестве рабочей жидкости, поставляют, как правило, в закрытой запломбированной таре. При доставке в открытой таре масло следует до заливки тщательно профильтровать.

В процессе работы в рабочую жидкость попадают механические частицы, особенно в период обкатки машины, поэтому через сравнительно непродолжительное время эксплуатации (около 100 ч) масло сливают, фильтры очищают и в систему заливают свежее масло. После этого фильтры очищают в сроки, указанные в инструкции по эксплуатации.

Отрицательно на работу гидропривода влияет наличие в рабочей жидкости воздуха. Необходимо следить, чтобы не подсасывался воздух, особенно во всасывающей магистрали. Для устранения воздуха систему прокачивают до появления масла в верхних точках (обычно в этих местах устанавливают специальные заглушки-воздушники). После заливки свежего масла прокачка системы обязательна.

Таблица 37

Характеристика рабочих жидкостей

Условия эксплуатации	Рабочая жидкость	Плотность при 20° С, кг/м³ (не более)	Температура вспышки в открытом тигле, °С (не ниже)	Температура застывания, °С (не выше)	Температурные пределы применения, °С, для насосов			
					шестеренных		аксиально-поршневых	
					при эксплуатации			
					длительной	кратковременной	длительной	кратковременной
При отрицательных температурах	ВМГЗ (ТУ 38-1-196—68) / АМГ-10 (ГОСТ 6794—53)	860 / 850	135 / 92	−60 / −70	(−40)—(+35) / —	(−55)—(+40) / —	(−40)—(+65) / (−45)—(+60)	(−50)—(+80) / (−55)—(+65)
При положительных температурах:								
на открытом воздухе	МГ-30 (ТУ 38-1-01-50—70) / ИС-30 (ГОСТ 8675—62)	980 / 916	190 / 190	−35 / −15	(−10)—(+60) / (−5)—(+60)	(−20)—(+70) / (−10)—(+67)	(+5)—(+80) / (+5)—(+80)	(−10)—(+85) / (−5)—(+85)
в закрытых помещениях	МГ-20 (ТУ 38-1-01-50—70) / ИС-20 (ГОСТ 8675—62)	885 / 900	180 / 180	−40 / −20	(−15)—(+50) / (−10)—(+50)	(−25)—(+60) / (−15)—(+55)	(−10)—(+80) / (+5)—(+80)	(−20)—(+85) / (−10)—(+85)

Примечание. В числителе приведены данные по основным жидкостям, в знаменателе — по заменителям.

Температура масла должна быть не выше 75—80° С. Давление в гидросистеме регулируют предохранительным клапаном, оно не должно превышать давления, указанного в инструкции по эксплуатации.

2. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ МАШИНЫ

К гидравлическим машинам относят насосы и гидромоторы. Насосы преобразуют механическую энергию привода в энергию потока рабочей жидкости; гидромоторы преобразуют энергию потока рабочей жидкости в механическую, вращая приводные валы механизмов.

Насосы характеризуются развиваемым давлением и подачей. Давление p, развиваемое насосом, равно сумме сопротивления $p_р$ в исполнительном механизме (гидроцилиндре, гидромоторе) и сопротивлений $p_с$ в трубопроводах и аппаратуре управления при прохождении рабочей жидкости, т. е.

$$p = p_р + p_с.$$

При этом сопротивление на отдельном участке потока

$$p_с = \lambda \frac{v^2}{2g} \frac{l}{d},$$

где λ — коэффициент гидравлического трения; v — скорость рабочей жидкости; l — длина участка, на котором определяют потери; g — ускорение свободного падения; d — внутренний диаметр трубопровода.

Скорость рабочей жидкости в напорных трубопроводах не должна превышать 3—6 м/с, сливных — 2 м/с. Следует обратить внимание на то, что сопротивление движению потока рабочей жидкости пропорционально квадрату скорости, а скорость обратно пропорциональна диаметру. Таким образом, при данной подаче насоса уменьшение сечения трубопровода ведет к резкому повышению сопротивления.

При оценке сопротивления трубопровода необходимо иметь в виду, что кроме указанных потерь давления по длине трубопровода следует учитывать дополнительные потери на поворотах, в местах сужения потока и других переходах. Значительные сопротивления вызывают резкие изгибы трубопровода.

Особенно опасны сопротивления во всасывающем трубопроводе. Повышение сопротивления во всасывающем трубопроводе может привести к подсосу воздуха и ненормальной работе системы. Скорость во всасывающем трубопроводе не должна превышать 1 м/с.

Мощность, развиваемая насосом (в кгс·м/с),

$$N = pQ,$$

где p — давление, кгс/м²; Q — расход (подача насоса), м³/с.

Обычно давление дается в кгс/см², подача насоса в л/мин, а мощность в л. с. При этом $N = \frac{pQ}{450}$ л. с. Мощность привода гидронасоса $N = \frac{pQ}{450\eta}$ л. с., где η — общий КПД насоса (для аксиально-поршневых $\eta = 0{,}9$; шестеренных $\eta = 0{,}85$).

В гидроприводах мелиоративных машин применяют шестеренные, пластинчатые и аксиально-поршневые насосы.

Шестеренные насосы (табл. 38) наиболее просты по конструкции, однако требуют высокой точности изготовления для создания давления.

На отечественных машинах широко используют шестеренные насосы типа НШ, которые развивают давление до 100, а новейшие модификации — до 140 кгс/см². Рабочая часть шестеренного насоса (рис. 147) состоит из приводной *6* и ведомой *4* шестерен. При движении шестерен навстречу одна другой объем полости *9* нагнетания уменьшается и рабочая жидкость выталкивается под давлением в трубопровод; одновременно в полости *8* возникает разрежение и рабочая жидкость засасывается в насос.

Таблица 38

Техническая характеристика шестеренных насосов типа НШ

Показатель	НШ-10У	НШ-32У	НШ-46У	НШ-67	НШ-98
Рабочий объем, см³/оборот	10	31,7	46,5	67	98
Давление, кгс/см²:					
номинальное			100		
максимальное	110			135	
Частота вращения приводного вала, об/мин	1100—1650			1000—2000	
Объемный КПД при работе на масле Дп-11, при температуре 50° С и давлении 100 кгс/см²	0,92 (при n = 1600÷1650 об/мин)			0,94 (при n = 1600÷1800 об/мин)	
Мощность на приводном валу насоса при 100 кгс/см², кВт	2,7	8,55	12,5	18,6	27,2
	при n = 1650 об/мин			при n = 1700 об/мин	
Масса, кг	2,55	6,6	7,0	17,5	17,7
Направление вращения приводного вала	Правое или левое				

Для создания давления шестеренным насосом должно быть создано надежное уплотнение по торцам шестерен *4* и *6*, что обеспечивается плавающими втулками *3* и *7*, которые поджимаются к торцам шестерен давлением в полости *9*. Соединение деталей *1* и *5* корпуса уплотняется от утечки жидкости резиновым кольцом *2*.

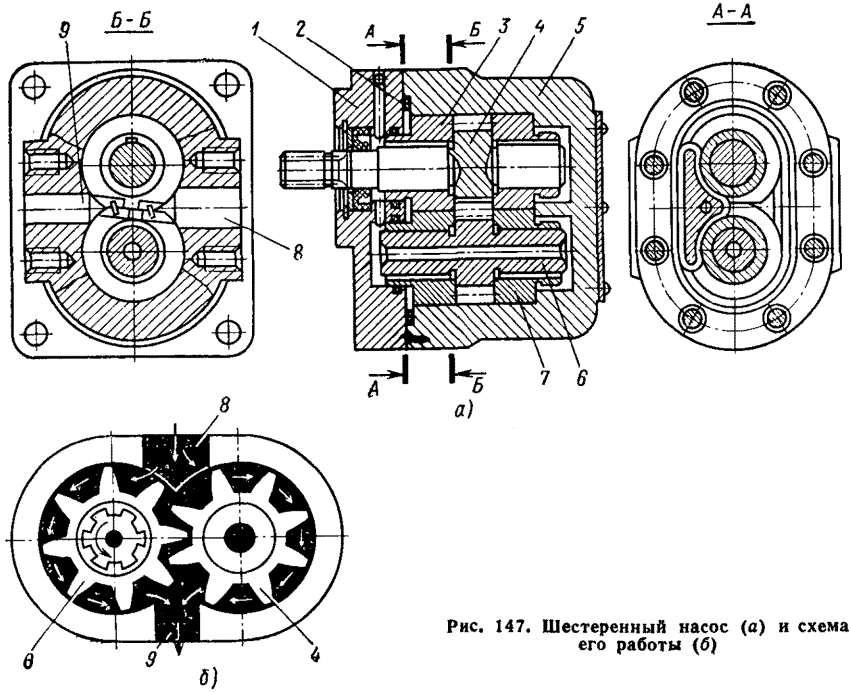


Рис. 147. Шестеренный насос (*а*) и схема его работы (*б*)

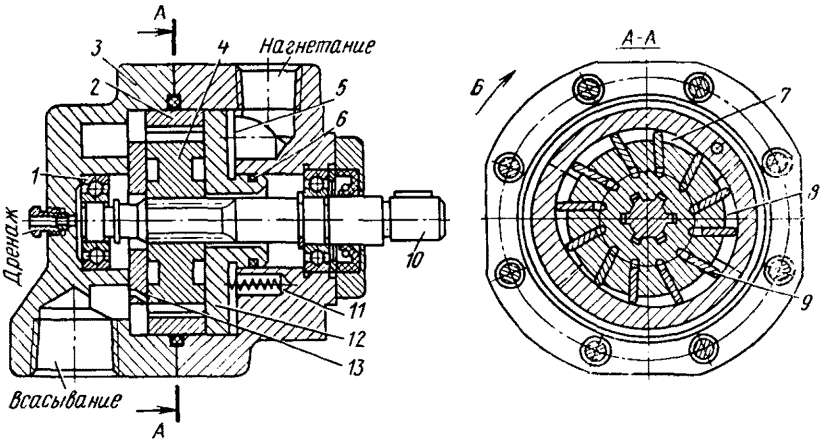


Рис. 148. Пластинчатый насос

Пластинчатые насосы (табл. 39, рис. 148) развивают давление до 63 кгс/см². В пазах ротора *4* перемещаются пластины *9*. Во внутренней части корпуса *3* насоса установлен статор *2*, выполненный эксцентрично по отношению к ротору. Поэтому при вращении ротора *4* в направлении, указанном стрелкой *Б*, полости *7*, ограниченные пластинами *9*, ротором *4* и статором *2*, уменьшаются в объеме, и рабочая жидкость из них выдавливается в нагнетательный трубопровод. Одновременно полости *8* при вращении ротора увеличиваются в объеме и в них засасывается рабочая жидкость. Процессы всасывания и нагнетания рабочей жидкости протекают одновременно и непрерывно, в результате чего насос равномерно подает рабочую жидкость под давлением.

Ротор *4* посажен на вал *10*, опирающийся на подшипники *1*. С торцов к ротору прилегают распределительные диски: подвижный (плавающий) *12* и неподвижный *13*. Диск *12* имеет цилиндрическую шейку с уплотняющим кольцом *6*. Для уплотнения полостей *7* и *8* по торцам диск *12* прижимается к статору *2* давлением рабочей жидкости, создаваемым в камере *5*, при этом предварительное поджатие осуществляется пружинами *11*.

Аксиально-поршневые насосы (табл. 40) развивают давление 160 кгс/см² и выше. В корпусе *1* (рис. 149) установлены под углом ведущий вал *2* и блок *3* цилиндров, гидроцилиндры *4* в котором расположены параллельно оси его вращения. Вал *2* и блок *3* гидроцилиндров, вращающийся валом *2*, соединены универсальным шарниром *6*. При одновременном вращении вала *2* и блока *3* поршни *5* начинают двигаться в гидроцилиндрах, засасывая рабочую жидкость

Таблица 39

Техническая характеристика пластинчатых насосов типа Г12

Показатель	Г12-21А	Г12-21	Г12-22А	Г12-22	Г12-23	Г12-24	Г12-25	Г12-26А
Подача, л/мин (при давлении 63 кгс/см² и частоте вращения 950 об/мин)	5	8	12	18	35	70	140	200
Мощность, л. с. . . .	1,5	2,0	2,7	3,8	6,3	13,0	29,0	38,0
Полный КПД	0,50	0,55	0,65	0,70	0,80	0,75	0,70	0,75

Таблица 40

Техническая характеристика аксиально-поршневых насосов и гидромоторов типа 210

Показатель	210.12	210.16	210.20	210.25	210.32
Давление, кгс/см²	160	160	160	160	160
Частота вращения, об/мин, не более	2800	2240	1800	1400	1120
Мощность, потребляемая насосом (при указанных давлении и частоте вращения), л. с.	11,5	22,4	35	53	90
Крутящий момент гидромотора, кгс·м	2,9	7,15	13,9	27	57,5
КПД:					
гидронасоса	0,92	0,92	0,92	0,92	0,92
гидромотора	0,93	0,93	0,93	0,93	0,93

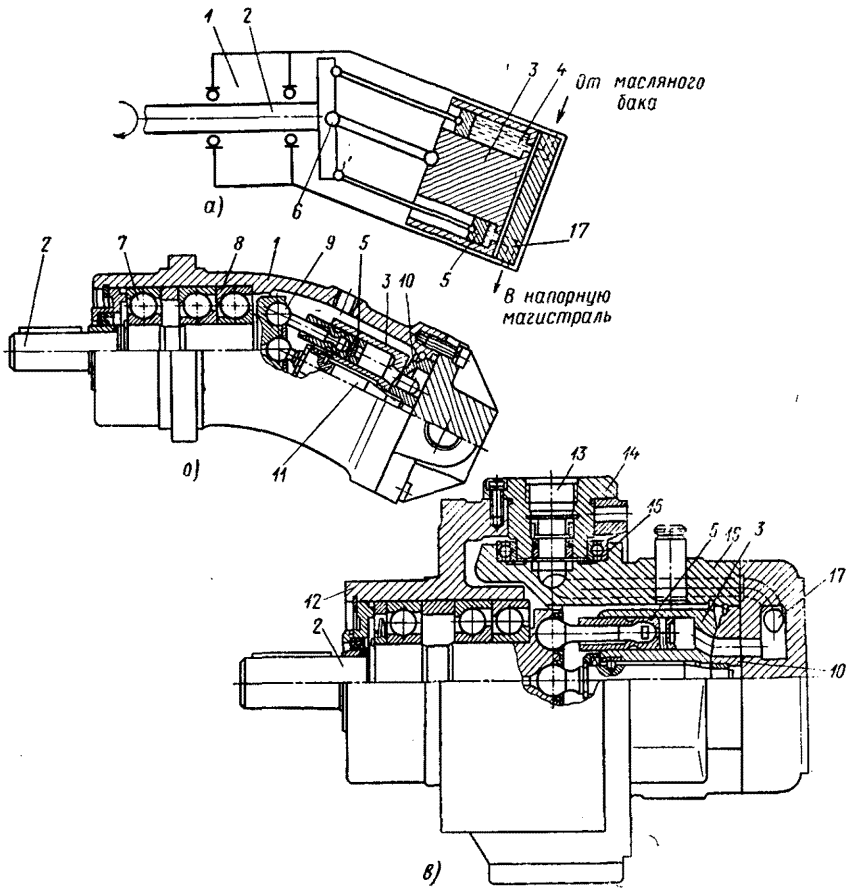


Рис. 149. Аксиально-поршневой насос:
а — принцип действия; *б* — насос постоянной передачи; *в* — насос переменной подачи

через распределительные клапаны в торце корпуса и нагнетая ее через каналы *17*, к которым в это время подходят гидроцилиндры с вдвигающимися поршнями.

Характерная особенность аксиально-поршневого насоса — возможность получения переменной подачи. Из рассмотренной схемы видно, что чем меньше угол между осями приводного вала и блока гидроцилиндров, тем больше ход цилиндра при обороте блока. Если вал и блок расположены по одной оси, поршни в гидроцилиндрах при вращении не перемещаются и подача насоса равна нулю.

Специальное исполнение аксиально-поршневого насоса с качающимся блоком цилиндров позволяет изменять угол между осями роторов и тем самым подачу насоса. При увеличении угла между осями роторов (и соответственно снижении подачи при постоянном крутящем моменте) увеличивается давление, развиваемое насосом. При постоянных крутящем моменте и частоте вращения *мощность насоса сохраняется постоянной*. Таким образом, из выражения $N = pQ$ следует, что в насосах переменной подачи могут обратно пропорционально изменяться давление p и подача Q при сохранении постоянной мощности.

Это качество аксиально-поршневых насосов переменной подачи используют для автоматизации рабочего процесса. Для этого насосы снабжают устройствами, обеспечивающими поворот оси блока в зависимости от давления в системе. Допустим, что нагрузка на рабочем органе увеличилась. В этом случае давление в гидросистеме повышается и угол увеличится, а подача насоса и связанная с ней скорость гидроцилиндра или гидромотора снизятся. При повышении давления в системе увеличится усилие гидроцилиндра или момент гидромотора и возросшее сопротивление преодолеется на сниженной частоте вращения вала гидромотора при постоянной его мощности.

При снижении внешней нагрузки давление в системе падает, соответственно увеличивается подача насоса и частота вращения вала гидромотора или скорость движения поршня гидроцилиндра и обеспечивается использование полной мощности двигателя.

В аксиально-поршневом насосе постоянной подачи ведущий вал *2*, установленный в корпусе *1* гидронасоса на радиальном подшипнике *7* и спаренных радиально-упорных подшипниках *8*, соединен с блоком *3* цилиндров посредством центрального шипа *11* с шаровым шарниром и шатунами *9*, приводящими в действие поршни *5*. Блок цилиндров своим торцом прилегает к распределительной шайбе *10*, в которой выполнены проходы, соединяющие гидроцилиндры с напорной и всасывающей магистралями.

У аксиально-поршневого насоса переменной подачи (рис. 149, *в*) корпус гидронасоса состоит из стационарной части *12* и качающейся *16*, соединенных цапфами *14* на подшипниках *15*. В стационарной части *12* установлен ведущий вал *2*, а в качающейся *16* — блок цилиндров *3*. При повороте части *16* относительно цапф *14* изменяется угол между осями вала *2* и блока *3* цилиндров и соответственно изменяется подача насоса. Подводится масло к насосу и отводится от него под давлением к исполнительному органу через отверстия *13* в цапфах, канал *17* и распределительную шайбу *10*.

3. ГИДРАВЛИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ

Одними из основных элементов гидравлических систем являются распределители и дроссели. При помощи распределителей поток жидкости от насоса направляется по трубопроводам к гидромоторам и гидроцилиндрам или на слив. *Как правило, распределители выполняют многосекционными*, что позволяет от одного насоса приводить в действие несколько рабочих органов. Каждая секция бывает трех- или четырехпозиционной. Трехпозиционная секция обеспечивает подачу рабочей жидкости в две стороны и положение «Заперто», при котором гидроцилиндр остается неподвижным в фиксированном положении. Четырехпозиционная секция, кроме указанных трех положений, имеет четвертое — плавающее, при котором исполнительный орган (гидроцилиндр) может свободно перемещаться под действием внешней нагрузки.

Рассмотрим в качестве примера конструкцию многосекционного распределителя с одной трехпозиционной и одной четырехпозиционной секциями (рис. 150). Распределитель состоит из напорной секции *1*, рабочей трехпозиционной секции *2* с золотником *3*, рабочей четырехпозиционной секции *4* с золотником *5* и концевой секции *6*. Положение золотника *3* фиксируется пружиной *10*: при перемещении золотника в любую сторону для прямого или обратного хода гидроцилиндра пружина *10* сжимается, а когда машинист отпускает ручку включения, пружина возвращает золотник в нейтральное положение, соответствующее положению «Заперто». Положения золотника *5* фиксируются подпружиненными шариками *9*, которые входят в один из четырех пазов и удерживают золотник в нужном положении.

При нейтральном положении золотников *3* и *5* рабочая жидкость, поступающая в распределитель через ввод *13*, по переливному каналу *12* идет на слив через секцию *6* и выводное отверстие *8*. При перемещении золотников *3* и *5* на ход *s* в одно из рабочих положений переливной канал *12* перекрывается и одновременно открываются напорный канал *15* и один из сливных каналов *14*, которые соответственно соединяются с отводами *7* к исполнительному рабочему органу. При перемещении золотника *5* на ход *s* в плавающее положение канал *15* перекрывается, канал *12* открывается, а каналы *14* соединяются с отводами *7*.

В напорной секции *1* установлены предохранительный *11* и обратный *16* клапаны. При сопротивлении на исполнительном органе, вызывающем давление в гидросистеме выше расчетного, клапан *11* срабатывает и перепускает рабочую жидкость в сливную магистраль. Клапан *16* исключает противоток рабочей жидкости к насосу во время включений золотника.

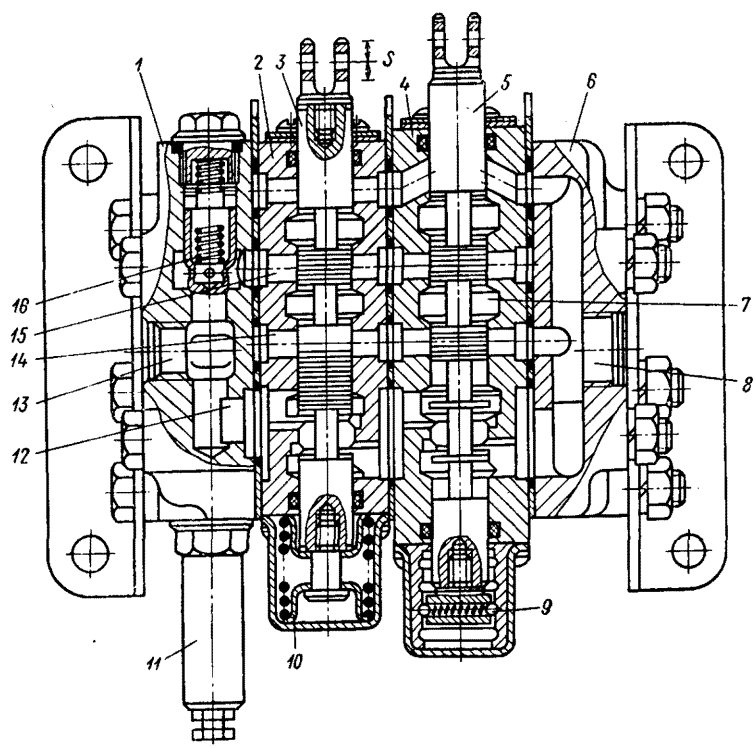


Рис. 150. Многосекционный распределитель

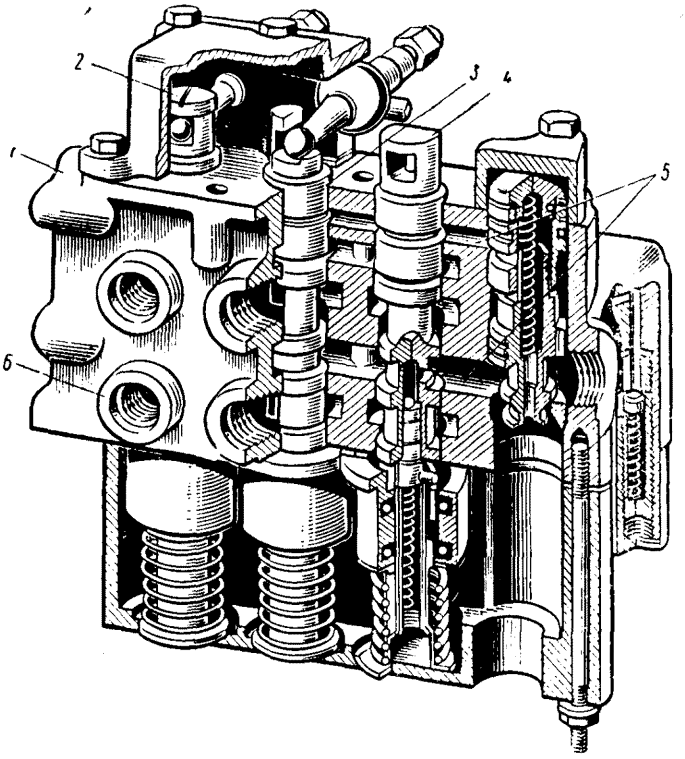


Рис. 151. Моноблочный распределитель тракторного типа

Многосекционные золотники, набираемые из стандартных секций, могут управлять одним, двумя и более рабочими органами. Но следует помнить, что при одновременном включении секций будет работать тот исполнительный орган, который требует меньшего давления в гидросистеме. Управлять исполнительными рабочими органами при обычном исполнении многосекционного распределителя можно только поочередно.

В моноблочных распределителях все соединительные каналы выполнены в одном корпусе *1* (рис. 151), в котором установлены золотники *2*, *3* и *4*, соединенные каналами *5*. Каналы *5* имеют выводные отверстия *6*.

При помощи дросселей регулируется расход рабочей жидкости. Наиболее распространенными являются дроссели типа Г-55, оснащенные автоматическим регулятором, который обеспечивает стабильность установленной дросселем скорости исполнительного органа независимо от колебаний нагрузки на нем. Дроссель Г-55-2 (рис. 152) включает в себя собственно дроссель *6* и дозирующий клапан *1*, являющийся автоматическим регулятором. Рабочая жидкость подводится в полость *4* через открытый золотник клапана *1*, попадает в полость *2* и через щелевую канавку *7* отводится через полость *5* внутри дросселя. Количество масла, проходящее через дроссель, определяется проходным сечением дроссельной щели и перепадом давления на дросселе.

Проходное сечение дросселя зависит от положения щелевой канавки *7* относительно полости *2* и регулируется по лимбу *9* поворотом кольца *8*. Перепад давления на дросселе поддерживается посредством дозирующего клапана. Рабочая жидкость из проточки *3* проходит под торцы клапана *1*. Давление масла перед дросселем стремится переместить клапан вверх и закрыть проход масла

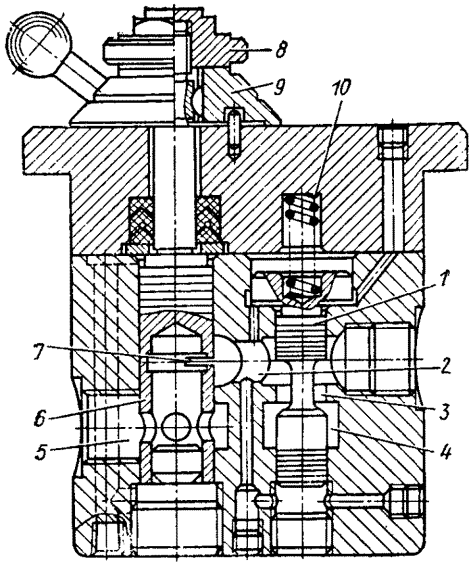


Рис. 152. Дроссель Г-55-2

из полости *4* в полость *2*. Этому препятствует усилие пружины *10* клапана и давление рабочей жидкости после дросселя, действующее на торец клапана со стороны пружины через внутренний канал. Характеристика пружины *10* подобрана таким образом, чтобы обеспечивать перепад давления на дросселе 2—3 кгс/см². При полном перекрытии прохода масла из полости *4* в полость *2* давление перед дросселем падает и пружина *10* перемещает клапан вниз, увеличивая поток масла, к дроссельной щели до тех пор, пока возросшее давление перед дросселем не начнет опять перемещать клапан вверх.

Таким образом, клапан автоматически самоустанавливается, дросселируя поток масла, который поступает из системы, что поддерживает постоянно небольшую разность давления до и после дросселя, не зависящую от давления в системе. Это обеспечивает стабильность расхода масла через дроссель и в конечном итоге установленную скорость на исполнительном органе.

Кроме гидромашин и распределителей гидросистемы включают баки, фильтры и трубопроводы. Бак для рабочей жидкости представляет собой герметически выполненный корпус *2* (рис. 153) с заливной горловиной *17*, в которой установлен фильтр *19* для первоначальной очистки заливаемого масла. К баку подведена сливная труба *14*, через которую, пройдя фильтр *6* текущей очистки, отработанная жидкость поступает в бак. В крышке *16* заливной горловины бака установлен сапун для выпуска воздуха, а в нижней части бака — сливная трубка *1* с магнитной пробкой для сбора металлических включений и заборный патрубок *21*, подводящий рабочую жидкость к насосу. Клапан *10* служит для предохранения сеток фильтрующих элементов от деформации и разрывов давлением рабочей жидкости в сливной магистрали. При засорении фильтрующих элементов, а также при поступлении в фильтр загустевшего масла (в холодное время) клапан открывается и перепускает рабочую жидкость мимо фильтра непосредственно в бак. Для обеспечения надежности работы фильтра давление перепуска рабочей жидкости предохранительным клапаном не должно превышать 3,5 кгс/см².

В гидросистемах мелиоративных машин масляные фильтры (рис. 154) устанавливают обычно отдельно от бака на магистрали. Фильтр состоит из корпуса *2* и навинчивающейся на него крышки *1*. На крышке закреплен трехперый стержень *3*, а на нем болтом *5* — набор фильтрующих элементов *4*. Рабочая жидкость, поступающая в фильтр через горловину *11*, проходит через фильтрующие элементы к выходной горловине 7. Между горловинами *11* и *7* установлен перепускной клапан *8* в виде седла, удерживаемого пружиной *9* через болт *10*. Клапан срабатывает при загрязнении фильтра или загустении масла и предохраняет фильтрующие элементы от повреждения. В нижней части фильтра расположено спускное отверстие для слива отстоя, закрытое пробкой *6*.

Соединения трубопроводов гидросистем должны быть надежными во избежание подтекания рабочей жидкости и подсосов воздуха. Наиболее распространены шароконусные соединения (рис. 155). При навинчивании накидной гайки *2*

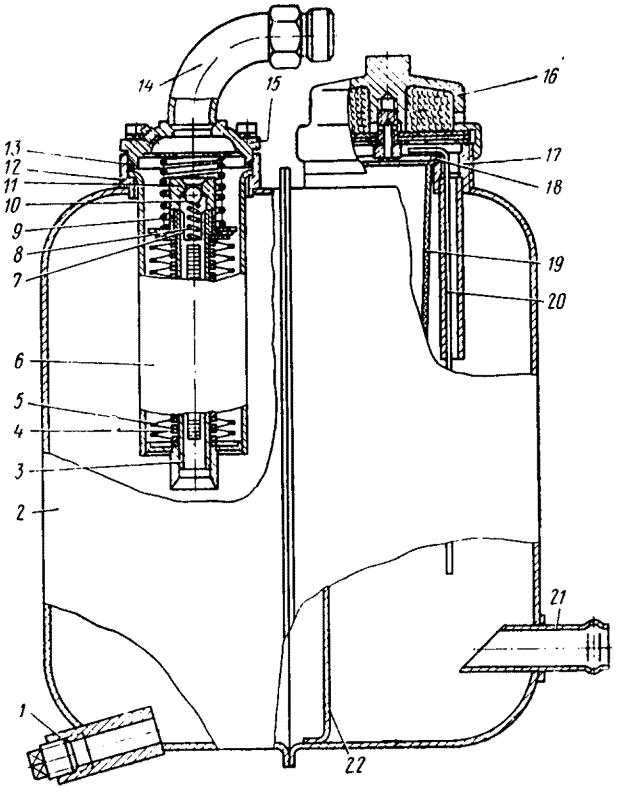


Рис. 153. Бак для рабочей жидкости:

— сливная трубка; *2* — корпус бака; *3* — трубка фильтров; *4* и *13* — уплотнительные ольца; *5* — фильтрующий элемент; *6* — фильтр; *7* — стаканчик; *8* и *9* — пружины; *0* — предохранительный клапан; *11* — корпус клапана; *12* и *17* — горловины; *14* — ливная труба; *15* и *16* — крышки; *18* — стопорное кольцо; *19* — сетчатый фильтр; *20* — масломерная линейка; *21* — заборный патрубок; *22* — перегородка

а штуцер *1* или соединительный штуцер *4* шаровое окончание *3* трубопровода лотно прижимается к внутреннему конусу штуцеров.

Каждая гидравлическая система имеет источники энергии в виде гидро-асосов и исполнительные органы. К исполнительным органам гидросистем тносят гидромоторы и гидроцилиндры. Исполнительные органы преобразо-ывают энергию движущейся рабочей жидкости в механическую работу. Как ыло указано выше, гидронасосы являются обратными машинами и при под-оде к ним рабочей жидкости под давлением обеспечивается отбор мощности т вала. Гидросистемы насос—гидромотор бывают открытые со сливом всей рабо-ей жидкости в бак и закрытые с циркуляцией основной массы рабочей жидкости ежду насосом и гидромотором и баком небольшой вместимости, служащим ля подпитки системы.

Принципиальная схема открытой системы насос—гидромотор показана на ис. 156, *а*. Из бака по всасывающему трубопроводу *8* рабочая жидкость подается насосу *1*, нагнетается в напорный трубопровод *2* и поступает к распредели-елю *3*, который включает и выключает гидромотор. При выключении гидро-отора рабочая жидкость от распределителя по трубопроводу *9* поступает в бак *7*

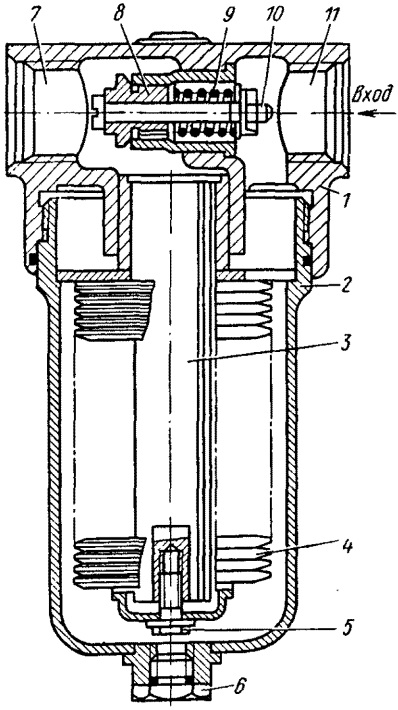


Рис. 154. Магистральный фильтр

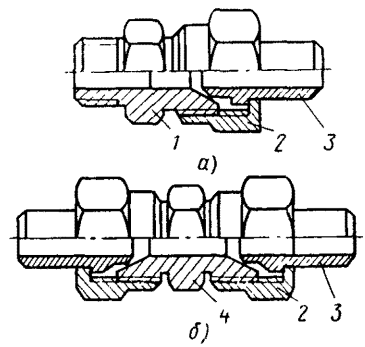


Рис. 155. Соединение трубопровода с насосом или аппаратурой (*а*) и двух трубопроводов (*б*)

и насос работает вхолостую, при включении — рабочая жидкость поступает к гидромотору *5*, вращает его и переходит в бак по сливному трубопроводу *6*.

В распределителе установлен предохранительный клапан *4*. Если гидромотор испытывает перегрузку и давление в гидросистеме превосходит допустимые, предохранительный клапан перепускает рабочую жидкость в бак по трубопроводу *9*. В баке установлен фильтр, очищающий рабочую жидкость в процессе циркуляции.

Схема закрытой системы насос—гидромотор (рис. 156, *б*) выполнена применительно к насосу переменной подачи. От насоса *1* рабочая жидкость поступает по напорному трубопроводу *2* непосредственно к гидромотору *5*, а от него по сливному трубопроводу *6* возвращается в насос *1*. Для поддержания постоянного давления в системе установлен дополнительный подпитывающий насос *11* с подпиточным бачком *9*. Система защищена от перегрузки предохранительными клапанами *4* и *10*. В закрытой системе циркулирует значительно меньше рабочей жидкости, чем в открытой, поэтому жидкость необходимо охлаждать. Для

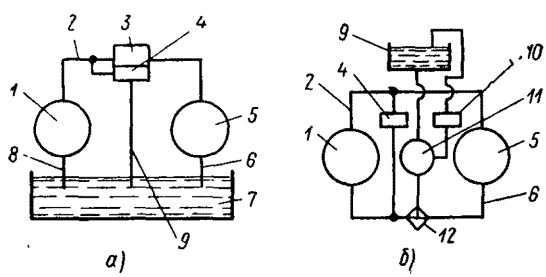


Рис. 156. Открытая (*а*) и закрытая (*б*) системы насос — гидромотор

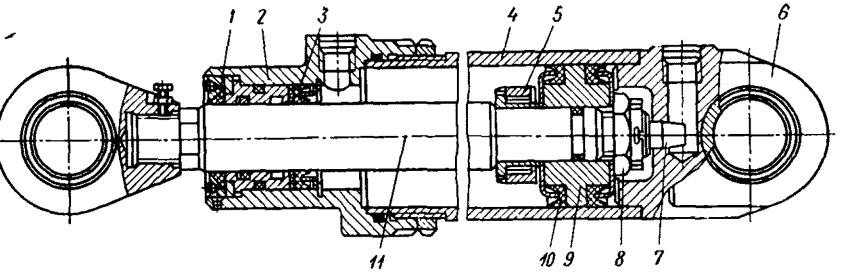


Рис. 157. Гидроцилиндр

ого служат холодильники *12*, установленные в ветвях подпитки и слива. ключают гидромотор *5* и регулируют его скорость с помощью насоса *1* пере-нной подачи.

Кроме систем насос—гидромотор широко применяют системы насос—гидро-илиндр. На штоке *11* гидроцилиндра (рис. 157) закреплен гайкой *8* поршень *9*. гильзе *4* гидроцилиндра приварена задняя крышка *6*. Передняя крышка *2* крепилена на резьбе. Перетечка масла из полости, находящейся под давлением, ненагруженную полость предотвращается манжетными уплотнениями *10*. ротив утечки масла из полости гидроцилиндра через зазор между штоком направляющей втулкой служит уплотнение *3*. Грязесъемник *1* снимает пыль грязь со штока при входе его в гидроцилиндр. С одной стороны поршня на токе установлена конусная шайба *5*, с другой расположено конусное оконча-е *7* штока. При входе конусов в отверстия торцовых крышек *2* и *6* гидроцилин-а происходит постепенное демпфирование рабочей жидкости и смягчение инер-онных нагрузок при движении поршня.

Подпоршневая и надпоршневая полости гидроцилиндра имеют разные ъемы, поэтому систему привода гидроцилиндров (рис. 158) выполняют откры-й, с *гидробаками*. Распределители, как правило, устанавливают трехпозици-ные. Они обеспечивают подачу жидкости в левую *1* полость и слив из пра-й *2*; подачу в правую *2* и слив из левой *1* полости, а также отсечку полостей положении «Заперто», при котором положение поршня в цилиндре остается ксированным. В этом положении рабочая жидкость от насоса *5* через рас-еделитель *6* поступает непосредственно в бак *4*. Систему от перегрузки защи-ет предохранительный клапан *3*.

ТЕПЛОВОЙ РЕЖИМ ГИДРОПРИВОДА

Гидросистемы мелиоративных машин, как правило, лючают периодически действующее управление поло-нием рабочих органов и приводы рабочих органов, анспортирующих устройств и ходовых механизмов, йствующих непрерывно и одновременно. Периодически йствующие механизмы не связаны со значительными деления*ми тепла; непрерывно действующие приводы, оборот, отличаются весьма напряженным тепловым жимом, что должно учитываться при проектировании эксплуатации мелиоративных машин с гидроприводом. ссчитывать характеристики теплового режима следует условия работы машины в установившемся тепловом жиме.

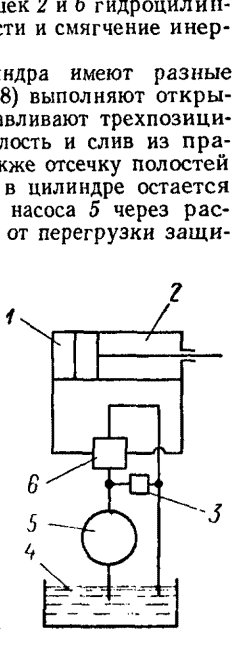


Рис. 158. Схема привода гидроцилиндра

Расчет средней температуры рабочей жидкости гидропривода. Температуру рабочей жидкости гидропри-

вода гидрофицированных машин определяют из уравнения теплового баланса

$$\frac{m_{\text{г. ж}} C_{\text{т}}}{k_{\text{т}} F} \frac{dT}{d\tau} + T = \frac{N_{\text{п}}}{k_{\text{т}} F} + T_{\text{о}},$$

где $m_{\text{г. ж}}$ — масса гидропривода и рабочей жидкости, кг; $C_{\text{т}}$ — средняя теплоемкость материалов гидропривода и рабочей жидкости, Дж/(кг·град), $C_{\text{т}} = (C_{\text{м}} m_{\text{м}} + C_{\text{ж}} m_{\text{ж}})/(m_{\text{м}} + m_{\text{ж}})$, [$C_{\text{м}}$ — теплоемкость металла, Дж/(кг·град); $m_{\text{м}}$ — масса металлических частей гидропривода, кг; $C_{\text{ж}}$ — теплоемкость рабочей жидкости, Дж/(кг·град); $m_{\text{ж}}$ — масса жидкости, кг]; $k_{\text{т}}$ — средний коэффициент теплопередачи гидропривода, Вт/(м²·град); F — площадь теплообмена, м²; $T_{\text{о}}$ — температура окружающего воздуха, град, τ — время, с; $N_{\text{п}}$ — количество тепла, выделяемое в единицу времени, Вт.

Количество тепла, выделяющееся в гидроприводе, определяют разностью между затраченной мощностью на привод насосной установки $N_{\text{з}}$ и полезной мощностью, снимаемой со всех гидродвигателей, $N_{\text{пол}}$:

$$N_{\text{п}} = N_{\text{з}} - N_{\text{пол}} = N_{\text{з}} (1 - \eta),$$

где η — общий КПД гидропривода.

Средний коэффициент теплопередачи для всего гидропривода

$$k_{\text{т}} = \sum_{i=1}^{n} \frac{k_i F_i}{F},$$

где k_i — коэффициент теплопередачи i-го элемента гидропривода, Вт/(м²·град); F_i — площадь теплообмена i-го элемента, м²; F — общая площадь теплообмена, м².

Коэффициент теплопередачи от нагретого отдельного элемента гидропривода к окружающей среде при отношении наружного диаметра к внутреннему меньше 2

$$k_i = \frac{1}{1/\alpha_{\text{ж}} + \sum_{j=1}^{n} \delta_j/\lambda_j + 1/\alpha_{\text{в}}},$$

где $\alpha_{\text{ж}}$ — коэффициент теплоотдачи от рабочей жидкости к стенке, Вт/(м²·град); δ_j — толщина j-го слоя стенки, м; λ_j — теплопроводность j-го слоя стенки (при многослойной стенке), Вт/(м·град); $\alpha_{\text{в}}$ — коэффициент теплоотдачи от стенки к окружающей среде (воздуху), Вт/(м²·град).

При циклическом характере работы i-го элемента гидропривода коэффициент теплопередачи k_i следует определять как средний за цикл.

Продолжительность достижения теплового режима, близкого к установившемуся, может быть практически ограничена величиной

$$\tau = 3\tau_{\text{вр}} \text{ или } \tau = \frac{3 m_{\text{г. ж}} C_m}{k_m F},$$

где $\tau_{\text{вр}}$ — постоянная времени нагрева, с.

Расчет температуры потоков рабочей жидкости гидропривода. Тепловой режим в этом случае определяют на основе уравнения теплового баланса для участка гидропривода dx:

$$\frac{\partial T}{\partial \tau} + \frac{Q_{\text{ж}} C_{\text{ж}}}{m_{\text{п}} C_{\text{т}}} \frac{\partial T}{\partial x} = \frac{1}{m_{\text{п}} C_{\text{т}}} [N_n (T, \tau) - k F_n (T - T_{\text{о}})],$$

де $Q_ж$ — массовый расход рабочей жидкости, кг/с; $C_ж$ — удельная теплоемкость абочей жидкости, Дж/(кг·град); $m_п$ — масса металлической части и рабочей идкости единицы длины участка, кг/м; $C_т$ — средняя удельная теплоемкость частка, Дж/(кг·град); $N_п$ — тепловыделение на единицу длины участка, Вт/м; $_п$ — эффективная площадь единицы длины участка, м²/м; k — коэффициент еплопередачи участка, Вт/(м²·град); $T_о$ — температура окружающего воз-уха, град.

Объемный гидропривод в общем случае состоит из отдельных элементов (на-осов, гидромоторов, фильтров, бака и т. д.) — узлов и соединительных гидро-иний. Отыскиваемой температурой является температура T рабочей жидкости а выходе узла. Расчетное уравнение теплового баланса для узла имеет вид

$$\sum_{i=1}^{n} C_ж Q_{жi} T_{pi} - \sum_{i=n+1}^{n+m} C_ж Q_{жi} T - kF(T - T_о) + N_п(T, \tau) = MC_т \frac{dT}{d\tau},$$

де $C_ж$ — теплоемкость рабочей жидкости, Дж/(кг·град); $Q_{жi}$ — массовый асход рабочей жидкости из i-го узла (в i-й узел), кг/с; T_{pi} — температура ра-очей жидкости на входе в рассматриваемый узел потока, выходящего из i-го зла, град; k — коэффициент теплопередачи узла, Вт/(м²·град); F — поверхность еплообмена узла, м²; $N_п$ — количество выделяемого в узле тепла, Вт; M — умма масс металлической части узла и рабочей жидкости, кг; $C_т$ — средняя еплоемкость узла, Дж/(кг·град).

В этом уравнении величину T_{pi} находят интегрированием уравнения тепло-ого баланса для гидролиний при заданных граничных и начальных условиях.

В установившемся тепловом режиме работы уравнение теплового баланса ля узла имеет вид

$$\sum_{i=1}^{n} C_ж Q_{жi} T_{pi} - \sum_{i=n+1}^{n+m} C_ж Q_{жi} T - kF(T - T_о) + N_п(T, \tau) = 0.$$

Расчетное значение T_{pi} в стационарном режиме работы находят при посто-нных коэффициентах по уравнению

$$T_{pi} = \left(T_1 - \frac{N_п + kF_п T_о}{kF_п}\right) \exp\left(-\frac{kF_п}{Q_{жi} C_ж} x\right) + \frac{N_п + kF_п T_о}{kF_п},$$

де T_1 — температура на входе в гидролинию, град.

Записанные для всех узлов гидропривода уравнения энергии представляют обой систему уравнений, решение которой позволяет определить температуру абочей жидкости во всех расчетных точках.

Потери тепла в элементах гидропривода, так же как и в случае теплового асчета по средней температуре, определяют на основании технических харак-еристик этих элементов и расчетным путем.

Коэффициенты теплообмена также определяют расчетным путем, при вероят-остной оценке — с учетом климатических условий эксплуатации.

Определив значения критерия $Nu_ж$ для отдельных элементов гидроприво-да, находят для каждого из этих элементов коэффициент теплоотдачи

$$\alpha_ж = Nu_ж \frac{\lambda_ж}{d_э},$$

де $\lambda_ж$ — теплопроводность жидкости при определяющей температуре, т/(м·град); $d_э$ — эквивалентный диаметр, м.

Коэффициент теплоотдачи от стенок элементов гидропривода к окружающей реде $\alpha_в$ определяют по условиям теплового взаимодействия гидропривода с окру-ающей средой.

Тепло нагретой поверхностью передается также путем теплового излучения. Коэффициент теплового излучения

$$\alpha_{в.и} = \frac{\varepsilon C_0 \left[\left(\frac{T_{c2}}{100} \right)^4 - \left(\frac{T_o}{100} \right)^4 \right]}{T_{c2} - T_o},$$

где ε — коэффициент (степень) черноты; C_0 — коэффициент излучения абсолютно черного тела, равный 5,7 Вт/(м^2·К^4); T_{c2} — абсолютная температура поверхности тела, К; T_o — температура окружающего воздуха, К.

Коэффициент теплоотдачи от стенок элементов гидропривода в окружающий воздух при естественной конвекции $\alpha_в = \alpha_{в.е} + \alpha_{в.и}$.

Коэффициент теплоотдачи от стенок открытых элементов гидропривода в окружающий воздух при вынужденной конвекции $\alpha_в = \alpha_{в.е} + \alpha_{в.и}$.

Тепловой расчет гидропривода машин по средней температуре целесообразно проводить при предварительном анализе теплового режима гидропривода, а также для расчета гидросистем, в которых имеет место непрерывный и полный массообмен рабочей жидкости во всех рабочих контурах и с системой охлаждения.

Наиболее точные результаты расчет по средней температуре дает при тепловом расчете гидропривода с открытым контуром циркуляции рабочей жидкости.

При тепловом расчете гидропривода, в котором имеет место частичный или периодический массообмен рабочей жидкости отдельных рабочих контуров друг с другом и с системой охлаждения, а также при более точном расчете и оптимизации любой другой гидросистемы, следует использовать методику расчета, учитывающую массообмен циркулирующих потоков рабочей жидкости. В частности, такой подход целесообразен при тепловом расчете гидропривода машин с замкнутым контуром циркуляции рабочей жидкости.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Аксиально-поршневой** регулируемый гидропривод. Под ред. В. Н. Прокофьева. М., «Машиностроение», 1969. 495 с. Авт.: В. Н. Прокофьев, Ю. А. Данилов, Л. А. Кондаков и др.

2. **Беркман И. Л., Раннев А. В., Рейш А. К.** Одноковшовые гидравлические экскаваторы. М., «Высшая школа», 1973. 366 с.

3. **Васильев А. А., Мартынов Н. В.** Машины для земляных работ при строительстве дорог. М., «Машиностроение», 1970. 344 с.

4. **Вислобокова Е. Е., Жадан В. Д., Михайлова А. М.** Дорожные машины. Каталог-справочник. М., ЦНИИТЭстроймаш, 1976. 462 с.

5. **Давидович П. Я., Крикун В. Я.** Роторные траншейные экскаваторы. М., «Недра», 1974. 320 с.

6. **Дорожные** машины. Часть I. Машины для земляных работ. М., «Машиностроение», 1972. 504 с. Авт.: Т. В. Алексеева, К. А. Артемьев, А. А. Бромберг и др.

7. **Землеройные** машины непрерывного действия. М.—Л., «Машиностроение», 1965. 276 с. Авт.: З. Е. Гарбузов, В. К. Ильгисонис, Г. А. Мутушев и др.

8. **Мануйлов В. Ю., Мирзоян Г. С.** Определение теплового режима гидропривода землеройных машин непрерывного действия. — «Строительные и дорожные машины», 1976, № 2, с. 27—30.

9. **Машины** для строительства и содержания осушительных дрен. М., «Машиностроение», 1973. 224 с. Авт.: В. А. Скотников, Л. И. Можейко, А. А. Мащенский и др.

10. **Машины** и оборудование для строительства мелиоративных систем. Каталог-справочник. М., ЦНИИТЭстроймаш, 1975. 330 с.

11. **Михеев М. А., Михеева И. М.** Основы теплопередачи. М., «Энергия», 1973. 320 с.

12. **Песков В. Г., Березов С. И.** Машины для мелиоративного строительства. Справочник для рабочих. М., «Машиностроение», 1974. 166 с.

13. **Плешков Д. И., Хейфец М. И., Яркин А. А.** Бульдозеры, скреперы, грейдеры. М., «Высшая школа», 1972. 328 с.

14. **Справочник** конструктора дорожных машин. Под ред. И. П. Бородачева. М., «Машиностроение», 1973. 504 с. Авт.: Б. Ф. Бандаков, С. А. Варганов, М. Р. Гарбер и др.

15. **Справочник** по механизации мелиоративных работ в зоне избыточного увлажнения. Под ред. А. М. Царевского. М., «Колос», 1969. 327 с.

16. **Справочник** по механизации мелиоративных работ (в зоне орошаемого земледелия). Под ред. Е. Д. Томина. М., «Колос», 1974. 375 с.

17. **Справочное** пособие по строительным машинам в 12 выпусках. Вып. 2. Машины для земляных работ. Под ред. С. П. Епифанова и др. М., Стройиздат, 1974. 327 с. Авт.: А. К. Рейш, С. М. Борисов, Б. Ф. Бандаков и др.

18. **Экскаваторы** непрерывного действия. М., «Высшая школа», 1975. 320 с. Авт: З. Е. Гарбузов, В. М. Донской, Н. В. Карев и Л. Е. Подборский.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Предисловие 3

Глава I. **Машины для подготовительных работ** 5
1. Кусторезы 5
2. Корчеватели и машины для фрезерования 11
3. Рыхлители 28

Глава II. **Машины для планировочных работ** 33
1. Комплексная механизация работ 33
2. Бульдозеры 37
3. Скреперы 53
4. Грейдеры и автогрейдеры 79
5. Грейдер-элеваторы 95
6. Длиннобазовые планировщики 98

Глава III. **Машины для нарезки каналов** 107
1. Плужные каналокопатели 107
2. Плужно-роторные и двухроторные каналокопатели 112
3. Шнекороторные экскаваторы-каналокопатели 119

Глава IV. **Машины для строительства мелиоративных трубопроводов** 128
1. Цепные траншейные экскаваторы 128
2. Экскаваторы-дреноукладчики 141
3. Роторные траншейные экскаваторы 157

Глава V. **Машины для очистки и содержания мелиоративных каналов** 169
1. Мелиоративные экскаваторы поперечного копания 169
2. Каналоочистители с роторным рабочим органом 174
3. Одноковшовые экскаваторы с гидроприводом 176
4. Одноковшовые экскаваторы с механическим приводом 192

Глава VI. **Гидравлический привод мелиоративных машин** 205
1. Рабочая жидкость 205
2. Гидравлические машины 207
3. Гидравлические системы 211
4. Тепловой режим гидропривода 217

Список литературы 221

ИБ № 1141

Юрий Григорьевич Мануйлов

Залман Еремеевич Гарбузов

Виктор Михайлович Донской

МАШИНЫ ДЛЯ МЕЛИОРАТИВНОГО СТРОИТЕЛЬСТВА

Редактор В. В. Фролова

Технический редактор А. И. Захарова

Корректоры: Ж. Л. Суходолова, В. А. Воробьева

Переплет художника Е. В. Бекетова

Сдано в набор 05.08.77. Подписано в печать 30.12.77.
Т-15375. Формат 60×90¹/₁₆ Бумага типографская № 2.
Литературная гарнитура. Печать высокая.
Усл. печ. л. 14.0. Уч.-изд. л. 19,5.
Тираж 14 000 экз. Зак. 408 Цена 1 р. 30 к.

Издательство «Машиностроение», 107885,
Москва, Б-78, 1-й Басманный пер., 3

Ленинградская типография № 6 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете Совета Министров СССР
по делам издательств, полиграфии и книжной торговли
193144, Ленинград, С-144, ул. Моисеенко, 10

Издательство «Машиностроение»

НОВЫЕ КНИГИ

ПО СТРОИТЕЛЬНО-ДОРОЖНОМУ И ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНОМУ МАШИНОСТРОЕНИЮ

Выпуск 1978 года

Брауде В. И. **Вероятностные методы расчета грузоподъемных машин.** 16 изд. л. 1 р. 10 к.

Войнов К. Н. **Прогнозирование надежности механических систем.** 15 изд. л. 90 к.

Дорожно-строительные машины. Справочник. Изд. 4-е, перераб. и доп. 40 изд. л. 2 р. 50 к. Авт.: А. А. Васильев, И. А. Васильев, Б. Н. Пруссак, М. М. Урусов.

Зорин В. А. **Основы надежности дорожных машин.** Учебное пособие для вузов. 10 изд. л. 35 к.

Зотов В. А. **Машины для городских озеленительных хозяйств.** 15 изд. л. 1 р.

Механическое оборудование предприятий строительных материалов, изделий и конструкций. Атлас. Учебное пособие для вузов. 30 изд. л. 2 р. 80 к. Авт.: М. Я. Сапожников, С. Г. Силенок, З. Г. Гиберов, И. М. Журавлев.

Мясковский И. Г. **Тепловой контроль и автоматизация тепловых процессов.** Учебник для строительных техникумов. 14 изд. л. 65 к.

Остапенко В. И. **Мотор-толкатели центробежного типа.** 15 изд. л. 1 р.

Пассажирские лифты. 16 изд. л. 1 р. 05 к. Авт.: П. И. Чутчиков, Н. Е. Дроздов, А. А. Абрамов, В. Г. Ермишкин.

Строительные и дорожные машины для районов с холодным климатом. 15 изд. л. 1 р. Авт.: В. Д. Телушкин, В. А. Винокуров, В. А. Ряхин и др.

Шахмейстер Л. Г., Дмитриев В. Г. **Теория и расчет ленточных конвейеров.** 25 изд. л. 1 р. 70 к.

Своевременно заказывайте и приобретайте новые книги издательства «Машиностроение» в магазинах, распространяющих техническую литературу!