

ФЕДЕРАЛЬНОЕ АГЕНТСТВО ПО ОБРАЗОВАНИЮ  
СИБИРСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

## **МАШИНЫ И АГРЕГАТЫ ДЛЯ СОДЕРЖАНИЯ АЭРОДРОМОВ**

Допущено УМО вузов РФ по образованию в области транспортных машин и транспортно-технологических комплексов в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по специальности «Средства аэродромно-технического обеспечения полетов авиации» направления подготовки «Транспортные машины и транспортно-технологические комплексы»

Издание второе,  
переработанное и дополненное

Красноярск  
ИПК СФУ  
2009

УДК 656.71.002.5(07)  
МЗ8

Рецензенты:

В. Ф. Полетайкин, д-р техн. наук, проф., зав. кафедрой «Проектирование лесного оборудования» СибГТУ;

В. С. Брилев, техн. директор ОАО «Аэропорт Красноярск»

МЗ8      Машины и агрегаты для содержания аэродромов : учеб. пособие / Р. Б. Желукевич, В. Н. Подвезенный, Ю. Н. Безбородов, Ю. Ф. Кайзер. – 2-е изд., перераб. и доп. – Красноярск : ИПК СФУ, 2009. – 316 с.  
ISBN 978-5-7638-1334-0

Рассмотрены классификация, технические характеристики и устройство машин для содержания аэродромов, требования к их техническому состоянию, кинематические и гидравлические схемы, методы расчета основных параметров и режимов работы, особенности тягового, энергетического расчета и расчета на устойчивость. Освещены вопросы автоматизации определения коэффициента сцепления взлетно-посадочных полос аэродромов с искусственным покрытием, координат местоположения и скорости движения аэродромной техники.

Предназначено для студентов направления подготовки специалистов 190204.65 «Средства аэродромно-технического обеспечения полетов авиации» укрупненной группы 190000 «Транспортные средства». Может быть полезно инженерно-техническим работникам аэродромов гражданской авиации.

**УДК 656.71.002.5(07)**

Редактор Т. И. Тайгина  
Компьютерная верстка: Д. Р. Мифтахутдинова

Подписано в печать 16.07.2009. Печать плоская  
Формат 60×84/16. Бумага офсетная. Усл. печ. л. 18,4  
Тираж 500 экз. Заказ 683

Издательско-полиграфический комплекс  
Сибирского федерального университета  
660041, г. Красноярск, пр. Свободный, 79  
Отпечатано в типографии ИПК СФУ  
660074, г. Красноярск, ул. Киренского, 28

ISBN 978-5-7638-1334-0

© Сибирский федеральный  
университет, 2009



## **ВВЕДЕНИЕ**

Машины и агрегаты для содержания аэродромов в аэропортах гражданской авиации (ГА) выполняют большой объем работ по обеспечению безопасности и регулярности полетов.

Безопасность и регулярность полетов воздушных судов (ВС) связана с использованием широкого спектра сложных специальных машин, агрегатов, установок, базовыми большинством которых являются автомобили и тракторы, серийно выпускаемые промышленностью.

Данная техника отличается сложностью конструкции, спецификой работы, технического обслуживания и ремонта, хранения и требует от лиц, связанных с ее эксплуатацией, высоких профессиональных навыков и знаний.

В учебном пособии рассмотрены назначение, классификация и требования, предъявляемые к машинам для содержания аэродромов, устройство их основных узлов и систем, подсистем и элементов, а также организация технологического процесса по содержанию взлетно-посадочных полос (ВПП), рулежных дорожек (РД) и мест стоянки (МС) воздушных судов.

Содержание учебного пособия соответствует государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования направления подготовки специалистов 190204.65 «Средства аэродромно-технического обеспечения полетов авиации».

При подготовке учебного пособия использованы материалы по техническим характеристикам и устройству машин и оборудования нового поколения отечественного и зарубежного производства, поступившего за последние 5 лет на аэродромы гражданской авиации, а также результаты исследований ряда научно-исследовательских и проектных учреждений.

## **Глава 1. ТРЕБОВАНИЯ К КАЧЕСТВУ СОДЕРЖАНИЯ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ И ТЕХНИЧЕСКОМУ СОСТОЯНИЮ СПЕЦМАШИН**

### **1.1. Машины для содержания аэродромов в структуре средств обеспечения полетов авиации**

Воздушный транспорт является важной составной частью народно-хозяйственного комплекса, а в отдельных случаях возможным единственным способом доставки пассажиров и грузов в отдаленные пункты и регионы. Одна из главных составляющих безаварийного взлета и посадки воздушного судна – качественное состояние ВПП.

Создание и производство систем и комплексов машин различного назначения, обеспечивающих высокое качество работ по содержанию искусственных покрытий аэродромов, повышение производительности и сокращение материальных, энергетических и трудовых затрат при технической эксплуатации и ремонте, являются определяющими задачами.

Выпуск техники для содержания аэродромов, отвечающей требованиям перспективного развития воздушного транспорта, в значительной степени зависит от качества продукции смежных отраслей, поставляющих двигатели, базовые тягачи, приборы автоматики, микропроцессорную технику, бортовые ЭВМ и другие комплектующие изделия. Экономические преобразования позволяют отечественным производителям техники приобретать комплектующие изделия у ведущих отечественных и зарубежных фирм и использовать их на базовых машинах.

Требования, предъявляемые к машинам для содержания аэродромов и технологиям их эксплуатации, определяют состав и структуру систем и комплексов спецмашин. Спецмашины обеспечивают механизацию всех технологических операций и процессов содержания и ремонта покрытий ВПП, РД и МС самолетов и вертолетов. Основными операциями по надежной эксплуатации покрытий ВПП являются работы по летнему и зимнему содержанию, маркировке и ремонту, определению коэффициента сцепления шин самолета с покрытием и др.

Конструкция и параметры спецмашин определяются специфическими особенностями каждой операции технологии производства различных видов работ: частой повторяемостью, цикличностью и синхронизацией операций; жесткой регламентацией ряда операций по времени; увязкой производительности машин комплекса между собой и со скоростью технологического процесса; высоким качеством уплотнения асфальтобетонных смесей при ямочном ремонте ИВПП; точностью планировки; необходимостью регенерации

старого материала. При требуемом высоком качестве работ машины должны обеспечивать существенное сокращение ручного труда, материальных и энергетических затрат; эффективную эксплуатацию покрытий независимо от времени года и климатических условий и полностью отвечать требованиям охраны труда и экологической безопасности.

Общая классификация машин и оборудования для содержания аэродромов приведена в табл. 1.1.

Интенсивность эксплуатации ВПП, РД, МС, подъездных путей и дорог аэропортов обеспечивается рациональным выбором номенклатуры и типоразмера машин. Для выполнения ряда технологических операций с успехом используют машины для дорожного и коммунального хозяйства.

Анализ технологий обслуживания покрытий аэродромов позволяет выделить основное направление в развитии техники для содержания аэродромов: повышение показателей безотказности, долговечности, ремонтнопригодности.

Все это решается на этапах проектирования и производства.

В новых конструкциях спецмашин обеспечивается значительно меньший объем работ по техническому обслуживанию. Для этого используют оборудование с увеличенным периодом времени между операциями по техническому обслуживанию, централизованным смазыванием и управлением от бортовой ЭВМ, высокоэффективными фильтрами, модульной компоновкой, обеспечивающей легкий доступ к узлам с групповым расположением элементов, требующих частого обслуживания.

Для удобства диагностирования конструкций применяют узлы со встроенными диагностическими системами.

Для повышения конкурентоспособности машин улучшают эстетическое оформление, микропроцессорное обеспечение систем с обратными связями обработки сигналов от датчиков по программам оптимального проектирования рабочего процесса.

Важным направлением является решение проблемы дальнейшего повышения эффективности рабочих органов спецмашин. Оно включает два основных способа совершенствования рабочих органов: на базе традиционных методов воздействия на среду и на основе использования новых ресурсосберегающих физических эффектов. Совершенствование систем привода и энергетических установок позволит сократить энергетические затраты и повысить уровень экологической безопасности. Гидрофикация в комплексе с электронизацией машин обеспечит существенное увеличение производительности и снижение металлоемкости.

Классификация машин и оборудования для содержания аэродромов

Показатели	Машины, оборудование и комплексы машин																
Производственное назначение машин и оборудования	Маркировочные машины	Поливочно-моечные	Подметально-уборочные	Сбора и вывоза бытовых отходов	Для ремонта искусственных покрытий аэродрома	Оборудование для оценки состояния фрикционных свойств покрытий	Автогрейдеры	Плужные снегоочистители	Роторные снегоочистители	Машины аэродромные уборочные	Тепловые машины	Распределители технологических материалов	Машины для погрузки снега	Бульдозеры	Катки	Механизированный инструмент	
	Колесный					Специальный					Комбинированный						
	Гидропривод			Электропривод			Механический			Комбинированный							
	Механическое		Жидкостное			Воздушное			Вакуумное		Тепловое		Комбини- рованное				
	С автоматизированным управлением и контролем на базе микропроцессоров и мини-ЭВМ								С автоматическим управлением на базе микропроцессоров и мини-ЭВМ								

В перспективе дизельные двигатели с электронным управлением будут основным источником энергии спецмашин, кроме того источником энергии могут стать водородные двигатели и топливные элементы, основу работы которых составляет химическая реакция между кислородом и водородом с выделением воды. Они обеспечат повышение КПД, экономию топлива, чистый выхлоп и снижение шума до 80 дБ. Предполагается дальнейшее использование отработавших летный срок службы газотурбинных двигателей на мобильных спецмашинах для содержания аэродромных покрытий. Широкое использование методов модульного проектирования и унификации, ресурсосберегающих технологий и систем механизированного инструмента, средств и методов автоматизированного проектирования позволит повысить качество проектно-конструкторской документации.

## 1.2. Основные требования к искусственным покрытиям аэродромов

При проектировании искусственных покрытий большое значение придается выбору рациональных конструкций, применению материалов хорошего качества и обеспечению устойчивости грунтового основания. К основным требованиям, предъявляемым к искусственным покрытиям, относятся: прочность, надежность и долговечность; беспыльность поверхности, ровность и достаточная шероховатость, создающие сцепление колес самолета с покрытием; устойчивость к климатическим и гидрологическим факторам; водонепроницаемость, препятствующая проникновению поверхностных вод в грунтовое основание; сопротивляемость воздействию струй выхлопных газов реактивных двигателей; стойкость против действия топлива и смазочных материалов; экономичность, простота строительства при максимальном использовании средств механизации и ухода за покрытием при ремонте и содержании; возможность реконструкции покрытий при появлении новых типов самолетов с большими скоростями движения и нагрузками на опору.

На аэродромах применяют два типа искусственных покрытий – жесткий и нежесткий. Жесткие покрытия обладают способностью воспринимать растягивающие напряжения, вызываемые температурно-усадочными факторами и действием самолетной нагрузки. На аэродромные покрытия, кроме нагрузок от колес, воздействуют газозоодушные струи газотурбинных двигателей. Газовые струи воздействуют совместно со скоростным напором и температурой.

Газозоодушная струя, вытекающая из сопла авиадвигателя в месте контакта с покрытием, распространяется на некоторую эллиптическую площадь. Продолжительность воздействия газозоодушных струй авиадвигателей на поверхность аэродромного покрытия невелика: от одной до нескольких минут при стоянке на старте и до 3–5 минут при опробовании двигателей на МС и специальных площадках. На средней части искусственной взлетно-посадочной полосы (ИВПП) и скоростных РД, где самолеты двигаются с большой скоростью, действие струи газов непродолжительно и температура покрытий не успевает существенно повыситься. На стартовых участках ИВПП, МС и площадках для запуска авиадвигателей температура на поверхности покрытий может превышать 200–250 °С. По данным [14], бетонные покрытия выдерживают кратковременные (30–45 с) воздействия температур до 300–350 °С.

Помимо воздействия на покрытие струй воздуха и газов реактивных двигателей возможно попадание авиационного топлива в местах заправки ВС. Жесткие покрытия являются стойкими при воздействии авиационного топлива, поэтому их устройство эффективно на таких участках и при наличии на аэродромах покрытий нежесткого типа.

Жесткое покрытие под нагрузкой работает как плита на упругом основании: деформации покрытия, как правило, упругие, а давление плиты на грунт мало. К жестким относят покрытия из предварительно напряженного монолитного бетона и железобетона, сборных железобетонных плит.

Нежесткие покрытия не воспринимают растягивающих напряжений. Их сопротивление самолетным нагрузкам обусловливается сопротивлением подстилающего грунта сжатию и боковому выжиманию. В периоды весенней и осенней распутицы давление на грунт достигает значительной величины, а деформации покрытий носят пластический характер. К покрытиям нежесткого типа относят асфальтобетонные, черные щебеночные и гравийные, устраиваемые способом пропитки или смешивания на месте, а также грунтов, укрепленных вяжущими.

### **1.3. Задачи текущего содержания аэродромных покрытий. Требования к качеству очистки покрытий средствами механизации**

Основные задачи текущего содержания аэродромных покрытий – обеспечение постоянной готовности аэродрома к полетам самолетов и увеличение срока службы всего комплекса инженерных сооружений. Это достигается правильной эксплуатацией, систематическим уходом и текущим ремонтом ВПП, РД, МС самолетов, внутриаэродромных и подъездных дорог и путей. Правильная эксплуатация аэродрома предусматривает использование его только для установленных типов самолетов и движения транспортных и специальных автомобилей, планирование полетов с учетом времени, необходимого для текущего содержания ВПП.

Для обеспечения правильной эксплуатации и содержания аэродрома технический персонал должен знать конструкции сооружений, регулярно проводить профилактические мероприятия по их сохранности, а в необходимых случаях и ремонтные работы для устранения выявленных дефектов. Систематические работы по текущему содержанию аэродрома увеличивают срок его службы. Теплое время года – наилучший период для проведения профилактических мероприятий и организации работ по содержанию аэродрома. В этот период легче производить текущий ремонт подъездных путей, элементов летного поля, от которого во многом зависит бесперебойная эксплуатация аэродрома в весеннюю и осеннюю распутицу и зимний период. Большое значение имеет проведение мероприятий по своевременной подготовке к работе аэродромно-эксплуатационной техники, особенно зимой.

Весной проводят комплекс мероприятий по содержанию в исправном состоянии аэродромных сооружений летной зоны (ВПП, РД, МС самолетов), внутриаэродромных дорог и подъездных путей, так как в северных и центральных районах страны в период оттаивания грунта происходит наибольшее увлажнение грунтовых оснований и конструктивных слоев, понижающих прочность покрытий.

Поэтому весенние работы по содержанию аэродромов сводятся главным образом к предохранению грунтовых оснований и искусственных покрытий аэродромов и дорог от проникновения воды и ее отводу.

К летним работам на аэродромах относят: заделку колеи и выбоин, подсыпку и планировку грунта на грунтовой части летного поля, уход за искусственными покрытиями, приведение в порядок внутриаэродромных дорог и подъездных путей, устранение пыли и грязи.

Летний период наиболее благоприятен для текущего ремонта искусственных покрытий аэродрома и автомобильных дорог. Летом особое внимание требуется уделять содержанию нежестких покрытий. Покрытия, обработанные органическими вяжущими материалами, в жаркую погоду размягчаются, вяжущие материалы в местах избытка выступают на поверхность покрытия, нарушается безопасность взлета и посадки самолетов. Поэтому на местах с избытком вяжущего материала необходимо наносить высевки.

Особо важное значение имеет устранение пыли и грязи. Пыль повышает износ трущихся частей самолетов, ухудшает работу двигателей, делает опасной посадку самолетов. Грязь и различные металлические предметы вызывают повреждения шин самолета. В сухое и жаркое время покрытия поливают водой и моют. Посторонние предметы удаляют с искусственных покрытий специальными машинами.

Для содержания аэродрома и подъездных путей в постоянной (круглогодичной) готовности большое значение имеет своевременная подготовка аэродромно-эксплуатационной техники.

Современная аэродромно-эксплуатационная техника представляет собой сложный комплекс машин, предназначенных для содержания и текущего ремонта аэродрома. В этот комплекс входят снегоуборочные и снегоуплотняющие машины, машины для удаления с искусственных покрытий льда, комбинированные поливочно-моечные машины с плужными снегоочистителями, катки на пневматических шинах, механизмы для ремонта искусственных покрытий и др.

Зимой аэродром должен находиться в пригодном для эксплуатации состоянии. С этой целью проводят работы по уборке снега на летных полосах и других участках, где двигаются и обслуживаются самолеты или другие машины и механизмы, работающие на аэродроме. Кроме того, необходимо проводить предупредительные мероприятия против образования гололедицы на покрытиях. Опыт зимней эксплуатации показывает, что для обеспечения готовности аэродрома в этот период необходимо: аэродромные покрытия (ИВПП, РД, МС и перроны) полностью и тщательно очищать от снега и льда; концевые полосы безопасности очищать от снега на половину их стандартной длины от торца ИВПП с каждой стороны; боковые полосы безопасности с каждой стороны от границы ИВПП очищать от снега на ширину 25 м, а далее устраивать сопряжения из снега с уклоном не более  $1/20$ ; обочины рулежных дорожек, места стоянок и перронов очищать от снега на ширину 10 м с устройством сопряжения из снега с уклоном не более  $1/20$ .

Способ содержания аэродромов в зимне-весенний период, а также размеры очищаемых и уплотняемых площадей устанавливаются с учетом класса и назначения аэродрома и климатических особенностей района его расположения.

Качество очистки покрытий от всех видов осадков характеризуется следующими параметрами: коэффициентом сцепления, видом и толщиной слоя осадков.

Качество очистки покрытий от атмосферных осадков считается приемлемым, если очистка покрытий выполняется машинами и механизмами с эффективностью работы не ниже значений, приведенных в табл. 1.2.

Под эффективностью работы понимается отклонение количества убранных осадков от их общего количества до уборки (в процентах). Эффективность работы применяемых средств механизации должна определяться при номинальных условиях их работы, т. е. при рабочих скоростях движения.

Содержание участков летного поля в летний период (очистка от пыли, грязи и посторонних предметов) осуществляется, как правило, теми же средствами механизации, что и для очистки покрытий аэродромов от снега: плужно-щеточными, щеточно-пневматическими, поливочно-моечными и ветровыми машинами.

#### **1.4. Требования, предъявляемые к техническому состоянию спецмашин для содержания аэродромов**

Для работ по эксплуатационному содержанию аэродрома подразделение спецавтотранспорта (ПСТ) выделяет спецмашины в распоряжение аэродромной службы. При выполнении работ на летном поле должны соблюдаться требования технологии взаимодействия служб авиапредприятий и автохозяйств организаций гражданской авиации, обеспечивающих полеты и безопасность труда. Технологические операции по содержанию аэродрома должны выполняться в соответствии с Руководством по эксплуатации гражданских аэродромов РФ (РЭГА–94) и технологическими картами проведения работ. Кроме того, техническое состояние спецмашин должно соответствовать требованиям инструкций заводов изготовителей, ГОСТ 25478–91 «Правила технической эксплуатации автомобильного транспорта».

Окраска машин должна соответствовать требованиям ГОСТ 18388–81.

Системы питания, охлаждения и смазки двигателя не должны иметь течи топлива, масла, антифриза и воды, а также пропускать отработанные газы через неплотности соединений в системах питания, газораспределения и выпуска. Вентиляционное устройство двигателя должно работать исправно, не допуская прорывов газов в подкапотное пространство. Труба глушителя должна плотно соединяться с выпускным трубопроводом двигателя.



К кабине спецмашин предъявляют следующие требования:

- ветровые и боковые стекла не должны иметь повреждений, затрудняющих видимость;
- боковые стекла должны плавно передвигаться стеклоподъемными механизмами;
- стеклоочистительные щетки должны обеспечивать очистку лобового стекла;
- замки дверей должны быть исправными и исключать возможность самопроизвольного открывания;
- отопительное устройство в зимнее время должно исправно работать и обеспечивать при снижении температуры воздуха до минус 20 °С температуру воздуха в кабине не менее 14 °С;
- пол кабины должен быть без дефектов и застелен резиновым ковриком.

Состояние рулевого управления должно обеспечивать легкость и надежность управления колесами при любой скорости движения спецмашин. Люфт рулевого управления не более 25 градусов (при наличии усилителя проверка люфта производится при работающем усилителе). Не допускается: ослабление крепления рулевой колонки, рулевой сошки и наличие поврежденных крепежных деталей; неисправность продольных и поперечных рулевых тяг; повышенный люфт в шарнирных соединениях рулевых тяг.

Техническое состояние переднего моста должно обеспечивать возможность регулируемой установки передних колес и надежность крепления деталей рулевого привода к деталям ходовой части.

Состояние тормозной системы должно обеспечивать своевременную остановку спецмашин и одновременность начала торможения всех колес.

В тормозной системе не допускается: повреждение и заедание деталей привода колодок в колесных тормозах; просачивание жидкости (воздуха) из системы; замена тормозной жидкости минеральными или иными маслами.

Запрещается эксплуатация шин: не соответствующих марке спецмашины по размеру и допустимой нагрузке; с износом протектора выше установленной допустимой нормы; с механическими повреждениями (сквозное отверстие, расслоение и др.) и применением временных манжет; с давлением воздуха, не соответствующим норме.

Электрооборудование должно обеспечивать запуск двигателя стартером, бесперебойное и своевременное зажигание смеси в цилиндрах, работу освещения, сигнализации и электрических контрольных приборов и исключать возможность искрообразования в соединениях. Электропроводка должна иметь надежную неповрежденную изоляцию.

Аккумуляторную батарею устанавливают в специальные гнезда и надежно закрепляют. Не допускается подтекание электролита из моноблока аккумуляторной батареи. Плотность электролита должна соответствовать сезону эксплуатации.

Таблица 1.2

## Требования к эффективности работы аэродромных уборочных машин

№ п/п	Тип уборочной машины, рабочего органа	Состояние поверхности, вид загрязнения	Минимальная эффективность работы, %
1	Плужный снегоочиститель	Снег: свежавыпавший с объемным весом до $200 \text{ кг/м}^3$ ; не примерзший, с силой сцепления не более $2 \cdot 10^{-7} \text{ МПа}$ , толщина слоя до 5 см	85
2	Щеточный рабочий орган	Снег по п. 1, толщина слоя до 15 мм	100
3	Газоструйный рабочий орган-воздуходувка	Снег по п. 1, толщина слоя, распределенного по ширине захвата щетки, до 1 мм	100
4	Роторный снегоочиститель	Валы снега на искусственном покрытии	Толщина оставляемого неубранного снега не более 10 мм
5	Вакуумная уборочная машина при скорости 16 км/ч	Свободно лежащие скрепки с плотностью распределения 50 скрепок/ $\text{м}^2$ , расположенные: на открытой поверхности; в швах между плитами покрытия. Мощность всасывания должна обеспечивать уборку предметов массой до 100 г	100 90
6	Магнитный рабочий орган при скорости движения 16 км/ч	Свободно лежащие предметы из магнитного материала (контровочная проволока, болты, гайки, металлический ворс и др.)	100

Каждая спецмашина должна быть оборудована зеркалами заднего вида, исправным освещением, стоп-сигналом, указателями поворота, проблесковыми огнями, а также средствами радиосвязи и буксировочными устройствами.

Техническое состояние сцепного устройства тягачей и прицепных средств механизации должно исключать возможность отрыва прицепа от тягача. Обязательным является наличие страховочной цепи или троса, соединяющих прицеп и тягач.

Запрещается эксплуатация спецмашин с неисправными и неопломбированными контрольно-измерительными приборами и оборудованием.

Техническое состояние специального оборудования машин должно соответствовать техническим условиям и требованиям инструкций заводов-изготовителей по эксплуатации каждого конкретного типа машин.

Узлы, агрегаты и соединительные элементы систем спецоборудования должны быть исправны и надежно закреплены.

Редукторы привода рабочего оборудования и цепные передачи должны работать плавно, без резких шумов и стуков.

Карданные валы не должны иметь дисбаланса и механических повреждений, люфт в подшипниках вилок карданных валов при покачивании рукой не должен ощущаться.

Гидравлическая система должна обеспечивать плавный без заеданий подъем рабочих органов, их опускание и фиксацию в заданном положении, а также вращение и повороты. Не допускается наличие забоин на главной рабочей поверхности штоков гидроцилиндров. Грязесъемники должны обеспечивать надежную защиту внутренней полости гидроцилиндров от попадания грязи.

Цистерны для воды не должны иметь течи, крышки емкостей должны плотно прилегать к горловинам, через которые осуществляется заполнение емкостей жидкостью. Не допускаются отслоения защитного покрытия внутренних поверхностей цистерн. Запорные вентили водяной системы должны легко вращаться рукой без применения вспомогательных предметов и обеспечивать четкое открывание и перекрытие каналов в системе трубопроводов.

К установленным на спецмашинах авиадвигателям, генерирующим рабочий газозоудушный поток, предъявляются следующие требования:

не допускается наличие забоин и механических повреждений лопаток турбины и компрессора;

при неработающем двигателе ротор должен легко без усилий проворачиваться рукой по ходу вращения, при этом не допускается наличие посторонних шумов и стуков;

в процессе запуска и работы авиадвигателя на всех режимах его работы, температура газов на выходе, давление масла на входе в двигатель должны быть в пределах, указанных в инструкции по эксплуатации данного типа авиадвигателя в наземных условиях;

при остановке двигателя не допускается выброс масла из общей трубы, суфлирующей лабиринтные полости камеры сгорания, а также подтекание масла через лабиринтные уплотнения подшипников турбины.

Соединения газопроводов должны быть герметичными, исключать потери газовоздушного потока, генерируемого авиадвигателем; установка газопровода должна обеспечивать возможность регулировки параметров газовой струи и изменение ее направления относительно обрабатываемой поверхности.

Шумовые характеристики машин и параметры вибрации на рабочих местах и органах управления должны соответствовать требованиям ГОСТ 12.0.002–83 и ГОСТ 12.1.012–90.

Усилия на органах управления должны быть:

на рулевом колесе при движении машины со скоростью менее 8 км/ч на горизонтальном участке с сухим твердым покрытием не более 115 Н;

органах управления двигателем внутреннего сгорания не более 50 Н;

органах управления рабочим оборудованием, используемых в каждом рабочем цикле, не более 60 Н для рычагов и 120 Н для педалей;

органах управления машиной, используемых при перемещении ее собственным ходом, не более 120 Н для рычагов и 245 Н для педалей, на педалях типа тормозной не более 300 Н;

рычагах и педалях, используемых не более 5 раз в смену, не более 200 Н.

### **1.5. Требования к аэродромным машинам при работе на летном поле**

Все аэродромные машины, допущенные для работ на летной полосе, РД, перроне и МС, должны быть оборудованы проблесковыми огнями, включаемыми во время работы независимо от времени суток, а также средствами аэропортовой связи.

Проблесковые огни, установленные на аэродромных машинах, должны быть желтого цвета, обладать эффективной силой света не менее 40 и не более 400 кандел с частотой вспышек 75 раз в минуту.

На машине лица, ответственного за проведение работ на летной полосе и РД, дополнительно устанавливают радиоприемник для прослушивания радиообмена на частоте диспетчера посадки.

Каждая машина, работающая на летной полосе и РД, должна быть оборудована средствами пожаротушения и медицинской аптечкой.

Допуск на летную полосу и РД технически неисправных машин и механизмов, не оборудованных средствами сигнализации и связи, запрещается.

При работе на летной полосе и РД средства радиосвязи и проблесковые огни, установленные на машинах, выключать запрещается.

Въезд на аэродромные покрытия машин и механизмов с загрязненными колесами, а также механизмов на гусеничном ходу запрещается.

Радиофицированные аэродромные машины должны управляться водителями, обученными правилам ведения внутриаэропортовой связи.

При получении соответствующей команды по каналам связи или по установленному сигналу водители, работающие на летном поле и РД, обязаны прекратить работу и незамедлительно вывести технику в установленное место.

В случае выхода из строя средств связи на аэродромной машине она немедленно отводится с летного поля и не должна работать до устранения неисправностей.

### **Контрольные вопросы**

1. От чего зависит создание и выпуск качественных спецмашин для содержания аэродромов?
2. Что определяет состав и структуру спецмашин и комплексов для содержания аэродромов?
3. Основные признаки классификации спецмашин для содержания аэродромов.
4. Какие качества спецмашин улучшают для повышения конкурентоспособности?
5. Какое воздействие на покрытия аэродромов оказывают летательные аппараты?
6. Какие двигатели в перспективе будут основным источником энергии спецмашин?
7. Основные требования, предъявляемые к искусственным покрытиям аэродромов.
8. Задачи текущего содержания аэродромных покрытий.
9. Требования к качеству очистки покрытий средствами механизации.
10. Какие работы выполняются на аэродромных покрытиях в летнее и зимнее время?
11. Какими параметрами характеризуется качество очистки покрытий от всех видов осадков?
12. Какие основные требования предъявляют к техническому состоянию спецмашин для содержания аэродромов?
13. Какие требования предъявляют к аэродромным машинам при работе на летном поле?

## **Глава 2. МАШИНЫ И ОБОРУДОВАНИЕ ДЛЯ МАРКИРОВКИ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ И ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ**

### **2.1. Маркировка аэродромов**

Дневная маркировка и оборудование маркировочными знаками обязательны для всех аэродромов и вертодромов. В процессе эксплуатации аэродромов производится периодическое обновление маркировочных знаков. Все маркировочные знаки ИВПП должны быть белого цвета. При отсутствии контрастности поверхности покрытия с белым цветом допускается обводка знаков черным цветом.

Маркировочные знаки искусственных покрытий РД, МС и перрона должны быть контрастирующими по цвету со знаками ИВПП и иметь оранжевый (желтый) цвет. Маркировочные знаки зон обслуживания ВС имеют красный цвет, а пути движения спецавтотранспорта – белый цвет.

Цвет маркировочных знаков грунтовых аэродромов (вертодромов) представляет собой сочетание двух цветов: оранжевого с белым, красного с белым или черного с белым.

На ИВПП маркировочными знаками обозначают: продольную ось ИВПП, порог, цифровой знак посадочного магнитного путевого угла (ПМПУ), зону приземления, фиксированное расстояние и край. Схемы маркировки ИВПП, РД, МС и перрона приведены в [26].

### **2.2. Требования к покрытию и основные характеристики эмалей**

Маркировочные знаки на покрытия ИВПП, РД, МС и перрона наносятся [26] с помощью маркировочных машин или вручную по шаблонам. До начала маркировочных работ должен быть закончен текущий ремонт искусственных покрытий, а поверхность покрытия очищена от пыли, грязи и посторонних предметов. Поверхность покрытия очищается с помощью щеточных машин с последующей промывкой загрязненных мест водой. Масляные пятна удаляют с помощью бензина или керосина, после чего очищаемые места промывают горячей водой. Перед нанесением лакокрасочного материала поверхность покрытия должна быть высушена, а лакокрасочный материал подготовлен. Его перемешивают, доводят вязкость до требуемой консистенции, фильтруют, заправляют в емкости. Нанесение лакокрасочных материалов на покрытие производят вручную в два слоя. Второй слой наносят после полного высыхания первого.

Для маркировки покрытий аэродромов применяют эмали ЭП-5155 (ТУ 6-10-1085–75), НЦ-25 (ГОСТ 5406–84).

Основные характеристики эмалей приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Характеристики лакокрасочных материалов  
для маркировки аэродромных покрытий

Основные характеристики эмалей	Марки эмалей			
	ЭП-5155		НЦ-25	КО-503
	Категория эмалей			
	Первая	Высшая		
Цвет	Белый, оттенок не нормируется		Белый Черный Желтый Красный Зеленый Голубой	Белый Желтый Красный
Вязкость по вискозиметру ВЗ-4 при $t = 20\text{ }^{\circ}\text{C}$	40–120		45–70	
Время высыхания при $t = (20 \pm 2)\text{ }^{\circ}\text{C}$ , мин, не более	60	40	60	40
Растворитель для разбавления эмали до рабочей вязкости	№ 646 или 648		№ 646 или 645	№ 646 или 647

В настоящее время для маркировки подъездных путей все большим спросом пользуются краски на основе эпоксидной смолы, хлорированной резины, алкидов и каучуковых композиций.

### 2.3. Основные характеристики маркировочных машин и способы нанесения лакокрасочных материалов

Маркировочные машины предназначены для нанесения линий разметки аэродромных и дорожных покрытий, обозначения взлетно-посадочных полос, рулежных дорожек, мест стоянок и перронов, а также для окраски элементов обстановки. Маркировочные машины применяют для разметки предварительно очищенных, сухих асфальтобетонных и цементобетонных покрытий при температуре воздуха от 10 до 40 °С.

Основными признаками, определяющими условное разделение маркировочных машин на классы, являются: назначение машины, объем и вид выполняемых работ, применяемый материал, способ нанесения знака, тип ходового оборудования. Существуют несколько способов механизированного нанесения лакокрасочных и термопластичных материалов на покрытия (рис. 2.1): бескомпрессорный, пневматический, гравитационный и кинетиче-

ский. Способ нанесения пленочных материалов на покрытие не получил широкого распространения, как и способ фрезерования выемок под укладку термопластичных материалов.

У большинства современных краскораспылителей, установленных на самоходных маркировщиках (табл. 2.2), управление исполнительными механизмами осуществляется универсальным пневматическим способом. Компрессор подает воздух под давлением в коммуникации по трем основным ветвям. По одной ветви – в резервуар для краски, по другой – в бак для растворителя, по третьей – в краскораспылитель. Краскораспылитель снабжен двумя пневматическими трубопроводами, одним для распыления материала, другим для управления его работой. Одновременно с этим в краскораспылитель поступает под давлением лакокрасочный или термопластичный материал, вытесняемый из резервуара. В насадке краскораспылителя струя материала дробится воздушным потоком и через сопло распыляется на покрытие.

Бескомпрессорный способ – краска из резервуара поступает под давлением сжатого воздуха или насоса в краскораспылитель и, перемешиваясь в насадке, распыляется через сопло.

Гравитационный способ – наносимый на покрытие материал предварительно подогревается до текучего состояния и под действием силы тяжести вытекает на покрытие, а контур линии принимает форму выходного отверстия.

Кинетический способ распыления красочных и термопластичных материалов – давление 3–12 МПа создается в системе насосом, материал истекает на покрытие через отверстие малого диаметра и в результате резкого перепада давления дробится на мелкие частицы, образуя факел.

Основными элементами, характеризующими высокий уровень качества маркировочных машин, являются: компрессор с ресивером, трубопроводами, масловодоотделителями; система подачи краски с баками и подогревом; система промывки каналов подачи краски с баками и трубопроводами; краскораспределитель; система воздушного и безвоздушного распыления материала с ограничительными дисками или без них; механизм изменения шага, обеспечивающий автоматическое нанесение прерывистых линий; система управления работой форсунки (ручная или автоматическая с помощью электронного блока, состоящего из преобразователя, программного блока и исполнительного органа).

Машины оборудуют визирным устройством, дополнительным пистолетом-краскораспылителем и насосом для механизированной заправки емкостей краской и растворителем.

Для расширения области применения самоходные машины средней и высокой производительности оснащают кронштейнами для подсоединения



ручных маркировщиков (рис. 2.2) в виде трехколесных тележек, осуществляющих краевую маркировку дорог. Маркировщики монтируют в местах подсоединения краскораспылителя. Ограничительные диски для формирования боковых контуров наносимых линий размещены на двух колесах, одно из которых имеет возможность перемещаться по направляющим, обеспечивая изменение ширины наносимых линий. Нанесение линий осуществляется с помощью форсунки, к которой подается краска и сжатый воздух от маркировочной машины. Управление работой форсунки производится с помощью пневмораспределителя путем изменения направления потока воздуха в пневматическом приводе.

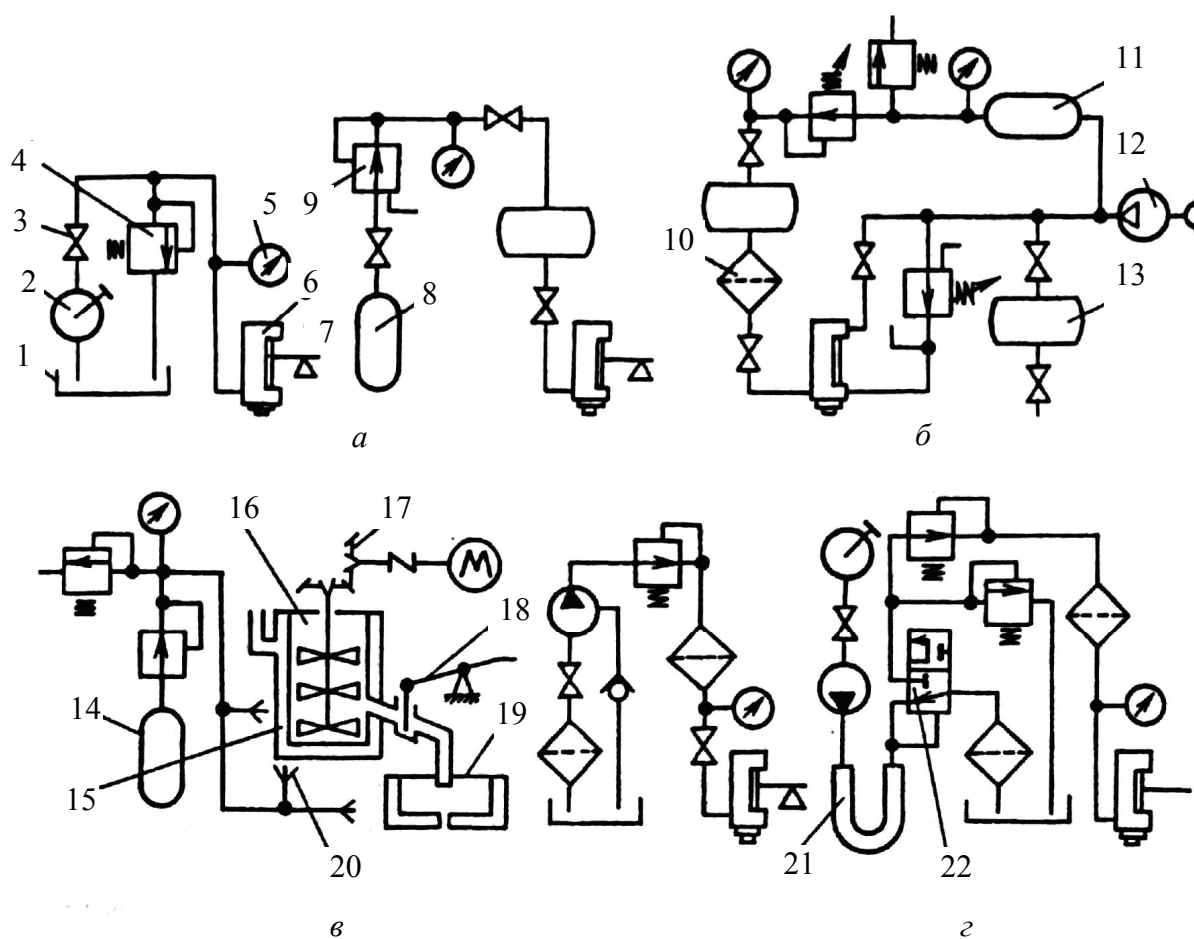


Рис. 2.1. Схема устройств для выполнения маркировки покрытий различными способами: *а* – бескомпрессорным; *б* – пневматическим; *в* – гравитационным; *г* – кинетическим; 1 – резервуары для краски; 2 – ручной насос; 3 – проходной кран; 4 – предохранительный клапан; 5 – манометр; 6 – краскораспылитель; 7 – рычаг управления; 8 – баллон для сжатого воздуха; 9 – редукционный клапан; 10 – фильтр; 11 – ресивер; 12 – компрессор; 13 – бак для растворителя; 14 – баллон для сжиженного газа; 15 – масляная ванна; 16 – резервуар для термопласта; 17 – мешалка; 18 – рычаг управления; 19 – бункер; 20 – горелка; 21 – буферная камера; 22 – клапанная коробка

Технические характеристики маркировочных машин

Показатель	Маркировочные машины						
	ДЭ-3А	ДЭ-3Б	ДЭ-18	ДЭ-18А	ДЭ-20	ДЭ-21	ДЭ-40
Базовое шасси	Т-16М	Т-16М	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53-12	УАЗ-452Д
Материал, наносимых сплошных и прерывистых линий	Краска	Эпоксидная эмаль	Краска		Термопластик	Термопластик или краска	Краска
Способ нанесения					Пневматический	Гравитационный	—
Число линий	1	1; 2	3	1; 2; 3	1	1; 2; 3	—
Ширина полосы, мм	100–300	—	100–1000	100–1000	100, 200	—	130–170
Длина прерывистых линий, м:							
кратная 1	1–31	4–31	1–31	1–31	1–31	0,5–30	—
кратная 1,4	—	—	—	—	—	—	1, 4
Компрессор:							
тип	У43102	У43102	ПУ-1,75	У43102	—	У43102	—
подача, м³/мин	0,5	0,5	1–75	0,5	—	0,5	—
давление, МПа:							
в пневмосистеме	0,6	0,6	0,6	0,6	—	—	—
в краскопроводной и термопластической системах	—	—	—	—	16	0,7	6,8
Вместимость резервуара, л:							
для краски	165×2	165×2	500×2	1000 + 23,5	—	1000 + 800	300×2
для растворителя	23,5	23,5	50	50	—	50	—
Скорость передвижения максимальная, км/ч:							
рабочая	1,38–6,25	1,38–6,25	12	12	5	1,5–6	3–10
транспортная	20,6	20	60	60	50	50	42
Габаритные размеры (навесного оборудования) в рабочем положении, мм:							
длина	3950	3950	7020	10000	9400	8500	5050
ширина	2450	1900	2240	2800	2700	2500	2070
высота	2750	2750	2550	2900	2700	2900	3590
Масса машины (навесного оборудования) в заправленном состоянии, кг	2730	2530	6300	5800	7100	7500	3573

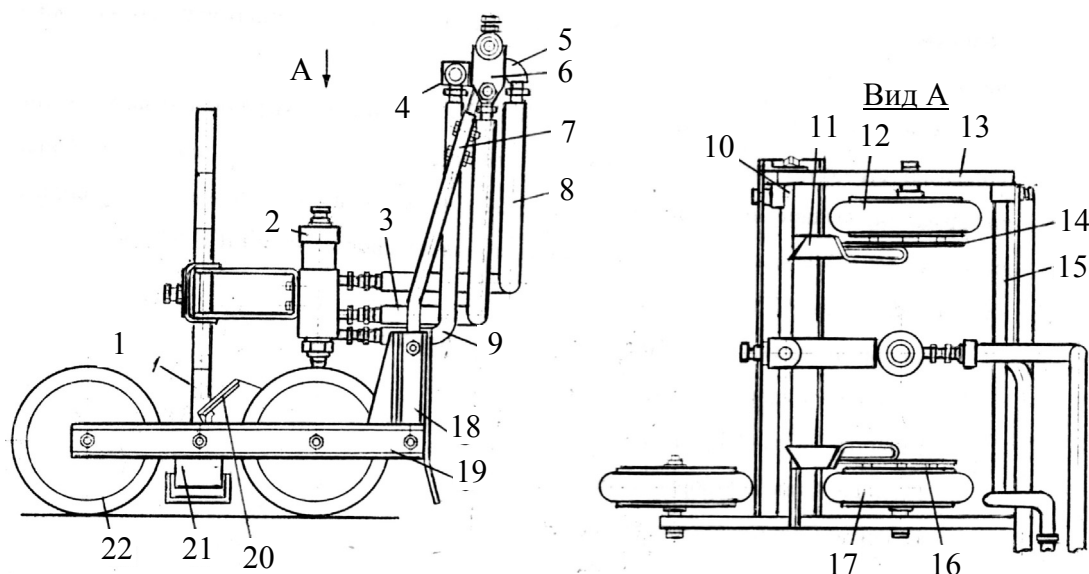


Рис. 2.2. Ручной маркировщик: 1 – штанга; 2 – форсунка; 3, 8, 9 – шланги; 4 – тройник; 5 – угольник; 6 – пневмораспределитель; 7 – рукоятка; 10, 15 – направляющие; 11, 20 – скребки; 12, 17, 22 – колеса; 13, 19 – швеллеры; 14, 16 – ограничительные диски; 18 – стойка; 21 – краскосборник

## 2.4. Машины для маркировки покрытий

Маркировочные машины ДЭ-3А, ДЭ-3Б, ДЭ-18, ДЭ-18А предназначены для нанесения пневматическим способом сплошных и прерывистых линий краской на асфальтобетонные и цементобетонные покрытия дорог и аэродромов. Для нанесения на покрытие термопластиков гравитационным способом применяют машину ДЭ-20, на машине ДЭ-40 краску распыляют кинетическим способом.

**Маркировочная машина ДЭ-3А.** Это модернизированная машина ДЭ-3. На ней установлены компрессор с принудительным охлаждением, новая конструкция рабочего органа и электронный блок системы автоматики вместо механической коробки изменения шага, используемой для нанесения прерывистых линий. Кроме компрессора специальное оборудование этой машины состоит из баков для краски и растворителя, ресивера, рабочего органа, системы трубопроводов с пультом управления. Спереди машины установлено визирное устройство.

При работе машины сжатый воздух поступает в ресивер и далее в баки для краски и к краскораспределителю, где, смешиваясь с поступающим из ресивера сжатым воздухом, образует двухфазную смесь, которая через форсунки наносится на покрытие. Для промывки системы от краски используют растворитель.

С помощью электронного устройства, состоящего из преобразователя, программного блока и исполнительного органа, осуществляется ручное или автоматическое управление работой форсунки. Преобразователь состоит из мерного колеса, делительного диска и датчика импульсов. Программный

блок формирует импульс включения и выключения исполнительного органа. Исполнительный орган представляет собой электропневматический клапан, который вырабатывает на выходе пневматический импульс, позволяющий поднять запорную иглу и обеспечить поступление краски в смесительную полость краскораспылителя.

Машина ДЭ-3Б (рис. 2.3) существенного отличия от машины ДЭ-3А не имеет. Она может наносить одновременно две линии маркировки эпоксидной эмалью.

**Маркировочная машина ДЭ-18А.** Это модернизированная модификация машины ДЭ-18, которая отличается от нее конструкцией баков для краски вместимостью 500 литров каждый с пневматическим приводом лопастных мешалок. Базовой машиной является ГАЗ-53А (рис. 2.4). В состав машины входят: два бака для краски (основной и дополнительный), бак для растворителя, четыре ресивера, рабочий орган, визирное устройство, программный блок, дополнительное оборудование.

Трансмиссия базовой машины модернизирована, на нее установлена коробка отбора мощности для привода двух компрессоров и демультипликатора, который находится между коробкой передач и задним ведущим мостом автомобиля (рис. 2.5).

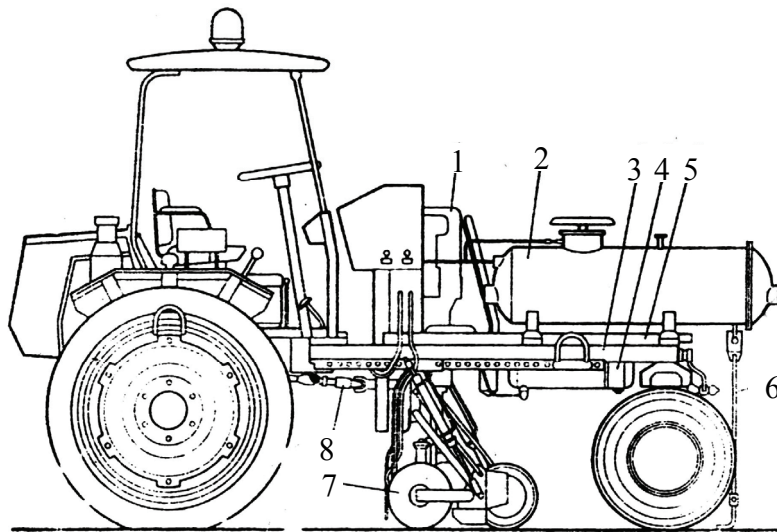


Рис. 2.3. Маркировочная машина ДЭ-3Б: 1 – компрессор; 2 – бак для краски; 3 – шасси; 4 – бак для растворителя; 5 – рама; 6 – визирное устройство; 7 – рабочий орган; 8 – трансмиссия

Рабочий орган смонтирован на раме сзади машины и может перемещаться по направляющим влево и вправо за габарит машины. Основные узлы рабочего органа: три форсунки, три пары ограничительных дисков, пневмоцилиндр, два опорных колеса, каретка и система подвески. Форсунки предназначены для приготовления красковоздушной смеси и подачи ее на покрытие. Ограничительные диски формируют боковой контур маркировочных линий. Ширину линии устанавливают перемещением дисков по направляю-

щим. Для нанесения линий шириной 0,5–1 м внутренние диски снимают и распыляют красковоздушную смесь двумя или тремя форсунками. Вертикальное положение форсунки и неизменное расстояние между ней и покрытием обеспечивается с помощью системы навески, состоящей из четырехзвенного параллелограммного механизма. Подъем и опускание рабочего органа осуществляется с помощью гидроцилиндра. Система управления работой форсунок позволяет наносить одновременно три линии с различными комбинациями штрихов и пропусков в каждой.

Внутри основного бака для краски установлена лопастная мешалка с ручным приводом. Баки для растворителя представляют собой две герметичные цилиндрические емкости, соединенные трубопроводами. Краскопроводную магистраль, баки для краски, форсунки и выносной краскораспылитель по окончании работы промывают растворителем. Дополнительное оборудование состоит из выносного пистолета-краскораспылителя, струйного насоса, обеспечивающего заправку баков краской и растворителем, и устройства для установки заставок.

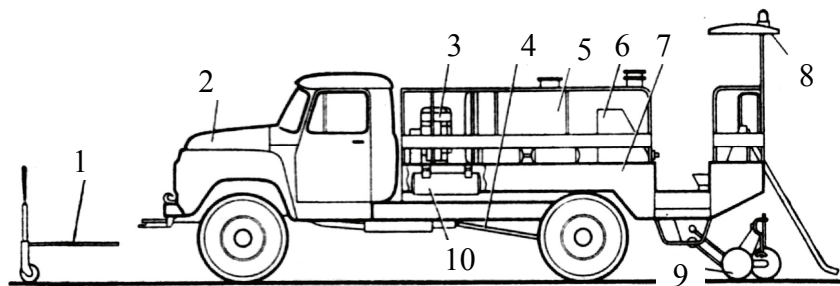


Рис. 2.4. Маркировочная машина ДЭ-18А: 1 – визирное устройство; 2 – базовое шасси; 3 – привод компрессора; 4 – трансмиссия; 5 – основной бак для окраски; 6 – пульт управления; 7 – платформа; 8 – электрооборудование; 9 – рабочий орган; 10 – бак для растворителя

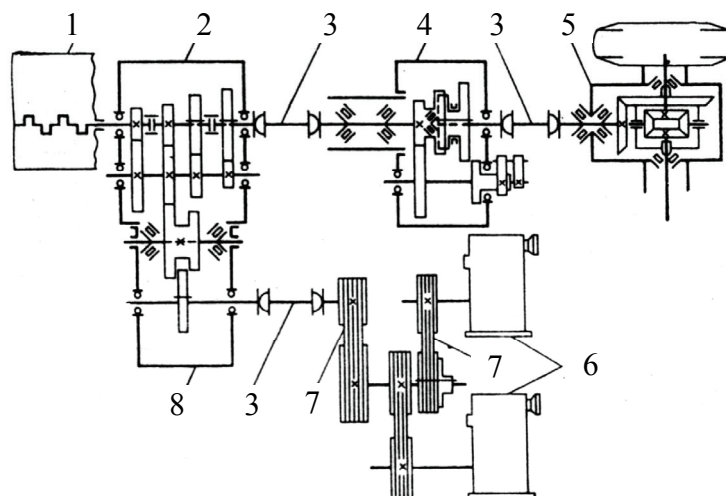


Рис. 2.5. Кинематическая схема машины ДЭ-18А: 1 – двигатель базового шасси; 2 – коробка передач базового шасси; 3 – карданный вал; 4 – демультипликатор; 5 – коробка заднего моста базового шасси; 6 – компрессор; 7 – клиноременные передачи; 8 – коробка отбора мощности

**Маркировочная машина ДЭ-20.** Оборудование смонтировано на шасси автомобиля ГАЗ-53А (рис. 2.6) и имеет блок из двух котлов, рабочий орган (маркер) с механизмом выдвижения, две группы газовых баллонов, установленных с каждой стороны платформы, систему циркуляции жидкого теплоносителя с насосной установкой, гидросистему, пульт управления.

Блок котлов предназначен для нагрева термопластика до рабочей температуры и состоит из двух баков, омываемых теплоносителем, внутри баков установлены мешалки. Крутящий момент мешалке передается от гидромотора через муфту и редуктор. Под каждым баком установлены по две жаровые трубы, к которым подсоединены газовые горелки. На передней стенке блока котлов расположены датчики, контролирующие температуру термопластика. Разогретый термопластик из баков через коллектор поступает к рабочему органу.

Система теплоносителя (рис. 2.7) предназначена для нагрева термопластика до рабочей температуры и обогрева емкостей маркера и баллонов с газом. В качестве теплоносителя применяется масло типа И-40А. Циркуляция его в зоне нагрева под котлами, в полостях маркера и трубах под баллонами обеспечивается шестеренным насосом.

Машина работает следующим образом. Материал для нанесения разметочных линий разогревается в специальных котлах до температуры текучести и самотеком поступает к рабочему органу. Рабочий орган (маркер) предназначен для нанесения термопластика на покрытие. Он представляет собой небольшую емкость с заслонкой, открываемой гидроцилиндром. Для обеспечения установленной температуры термопластика в полых стенках маркера циркулирует индустриальное масло, разогретое в котлах газовой системой подогрева.

Рабочее место оператора расположено в задней части автомобильной платформы и оборудовано пультом, на котором смонтированы контрольно-измерительные приборы и органы управления маркером.

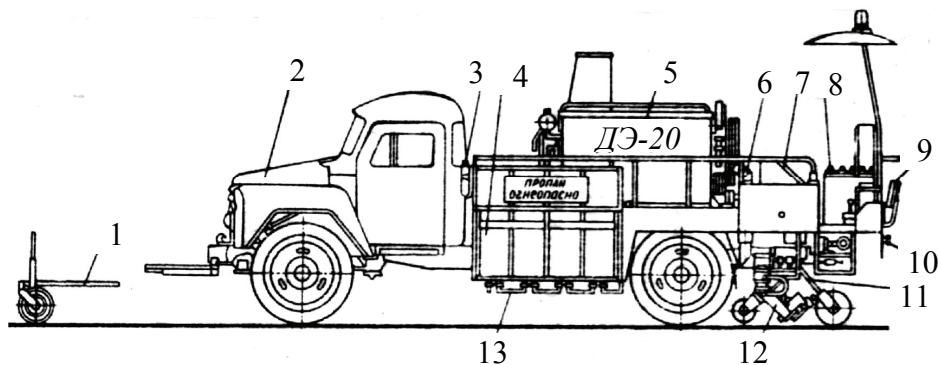


Рис. 2.6. Маркировочная машина ДЭ-20: 1 – визирное устройство; 2 – шасси; 3 – запасные части, инструмент; 4 – газовые баллоны; 5 – котел для разогрева термопластика; 6 – коллектор; 7 – программный блок; 8 – пульт управления; 9 – сидение оператора; 10 – платформа; 11 – измерительный орган; 12 – маркер; 13 – система теплоносителя



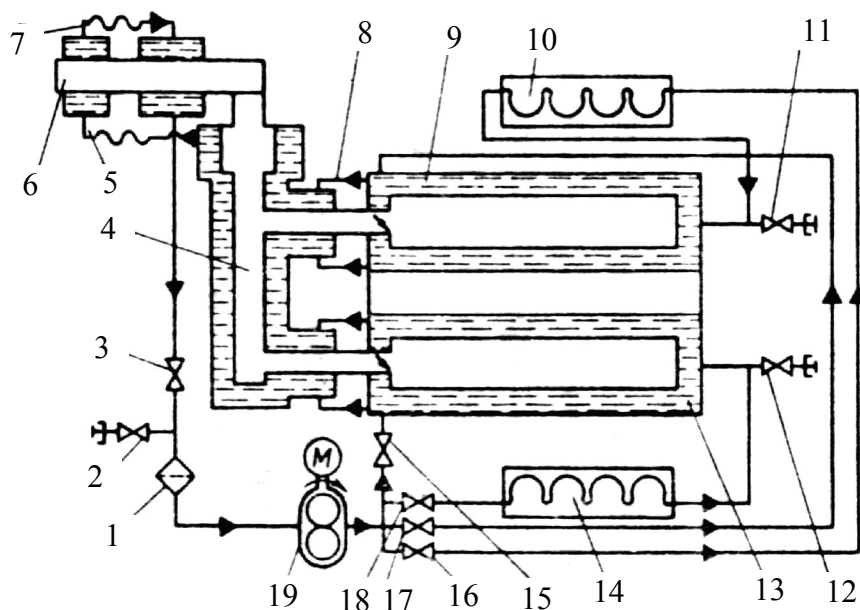


Рис. 2.7. Система теплоносителя маркировочной машины ДЭ-20: 1 – фильтр; 2, 3, 11, 12, 15–18 – вентили; 4 – коллекторы; 5, 7 – шланги; 6 – маркер; 8 – труба; 9, 13 – баки; 10, 14 – газовые баллоны; 19 – насос

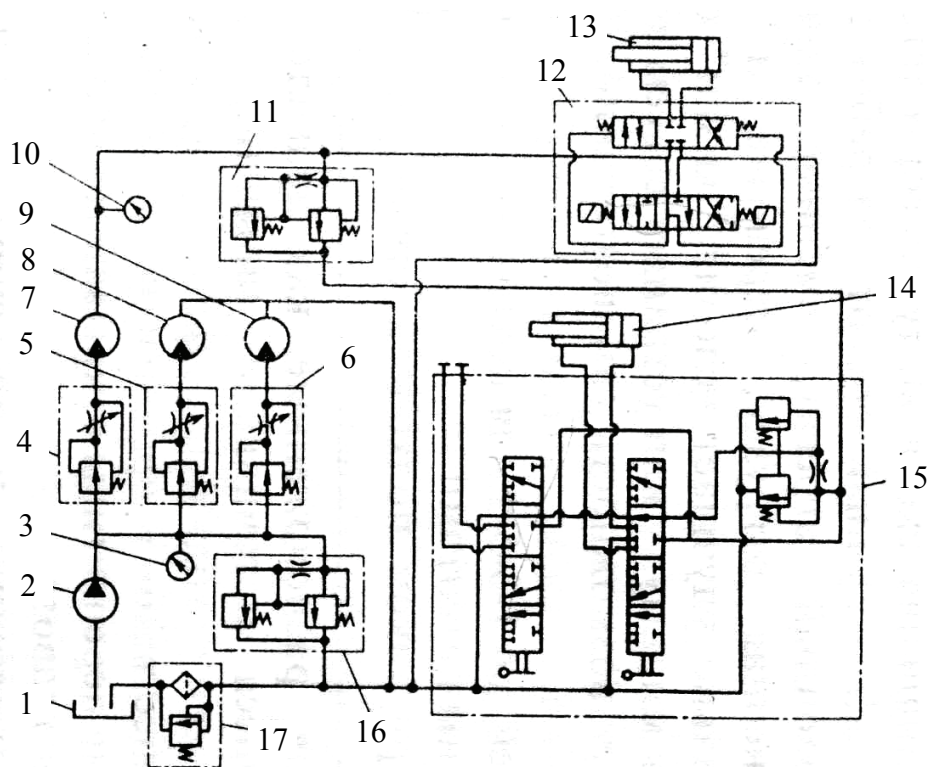


Рис. 2.8. Гидравлическая схема маркировочной машины ДЭ-20: 1 – масляный бак; 2 – насос; 3, 10 – манометр; 4–6 – дроссели с регуляторами; 7–9 – гидромоторы; 11, 16 – предохранительные клапаны с переливными золотниками; 12 – гидрораспределитель с электрогидравлическим управлением; 13, 14 – гидроцилиндры; 15 – двухзолотниковый распределитель; 17 – магистральный фильтр

Процесс разметки осуществляется автоматически. Блок автоматического управления форсунками или заслонками маркера расположен на пульте оператора и позволяет набирать любую из типовых программ разметки. Подъем рабочего оборудования в транспортное и опускание в рабочее положение происходят с помощью гидроцилиндра.

Гидравлическая система машины предназначена для управления заслонками маркера, а также для подъема и опускания маркера (рис. 2.8).

Рабочая жидкость нагнетается в гидравлическую систему насосом из бака вместительностью 50 литров и распределяется по трем направлениям: к гидромотору, который приводит во вращение насос системы теплоносителя, и гидромоторам, вращающим мешалки в баках для разогрева термопластика. Дроссели с регуляторами служат для поддержания перед гидромоторами определенного давления (16 МПа). Для предотвращения перегрузки насоса служит предохранительный клапан с переливным золотником. От гидромотора рабочая жидкость поступает к гидрораспределителю, который управляет открытием заслонки маркера с помощью гидроцилиндра. Подъем и опускание маркера осуществляются гидроцилиндром, рабочая жидкость к которому поступает от предохранительного клапана с переливным золотником. Управление подачей рабочей жидкости в полости гидроцилиндра производится двухзолотниковым распределителем, в корпус которого встроены предохранительный и перепускной клапаны. На сливе гидросистемы установлен фильтр с предохранительным клапаном.

**Маркировочная машина ДЭ-21.** Выпускается в двух модификациях: ДЭ-21-1 – для нанесения линий термопластиком и ДЭ-21-2 – для нанесения линий краской. На базе автомобиля ГАЗ-53-12 без грузовой платформы монтируют платформы с технологическим оборудованием для нанесения линий термопластиком или краской с использованием трафарета и ручного краскораспылителя, входящего в комплект поставки.

На бампере устанавливают визирное устройство, а в трансмиссию встраивают демультипликатор и коробку отбора мощности. Глушитель для обеспечения безопасной работы переносят в ее переднюю часть и направляют в правую сторону.

Оборудование машины ДЭ-21-1 для нанесения линий термопластиком (рис. 2.9) включает блок котлов, коллектор, маркер, систему теплоносителя, газовое оборудование, пневмосистему и электрооборудование. Блок котлов используется для загрузки, разогрева, перемешивания и выдачи термопластика в коллектор и дальше в маркер для нанесения на покрытие. Маркер обеспечивает нанесение термопластиком сплошных и прерывистых линий продольной разметки и формирование их контуров. Расплавление термопластика в блоке котлов осуществляется с помощью системы теплоносителя, которая используется также для поддержания заданной температуры термопластика и для обогрева маркера и коллектора.



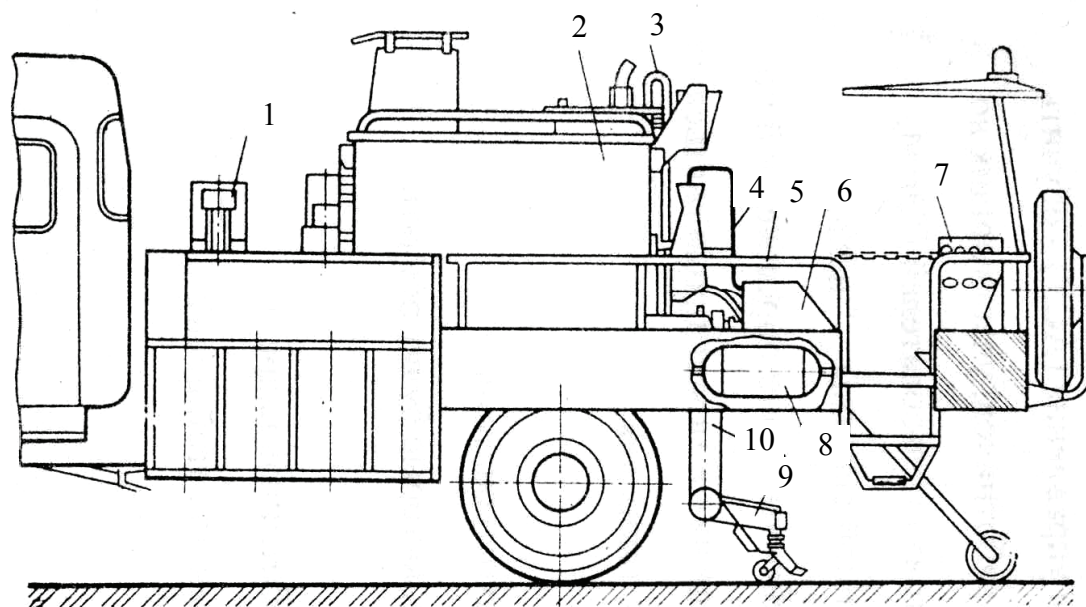


Рис. 2.9. Оборудование машины ДЭ-21-1 для нанесения линий термопластиком: 1 – привод рабочего оборудования; 2 – блок котлов; 3 – система теплоносителя; 4 – газовое оборудование; 5 – платформа; 6 – электрооборудование; 7 – гидросистема; 8 – пневмосистема; 9 – маркер; 10 – коллектор

Гидропривод машины предназначен для обеспечения: работы мешалок в блоке котлов, систем циркуляции теплоносителя; ручного или автоматического управления процессом нанесения линий разметки; подъема и опускания маркера. Привод оборудования производится от коробки отбора мощности, встроенной в трансмиссию машины, через карданный вал и клиноременные передачи. В состав оборудования входят также компрессор, пневмосистема и насос. Пневмосистема используется для очистки покрытия перед маркером в процессе работы.

Электрооборудование машины обеспечивает разогрев и поддержание температуры термопластика, нанесение его на покрытие, безопасность движения при работе. Электрооборудование оснащено: электронным устройством, управляющим процессом нанесения линий в соответствии с заданными параметрами; системой регулирования температуры теплоносителя; устройством электроразвучковой сигнализационной связи оператора с водителем; проблесковым маяком. Нанесение линий термопластиком осуществляется гравитационным способом, а формирование линий обеспечивается высокой концентрацией материала и формой выходного отверстия маркера.

Оборудование машины ДЭ-21-2 для нанесения линий краской (рис. 2.10) включает: привод компрессоров, рабочий орган, основной и дополнительный баки для краски, бак для растворителя, пневмосистему, электрооборудование и оборудование для установки заставок. Нанесение линий краской осуществляется пневматическим способом распыления (рис. 2.11).

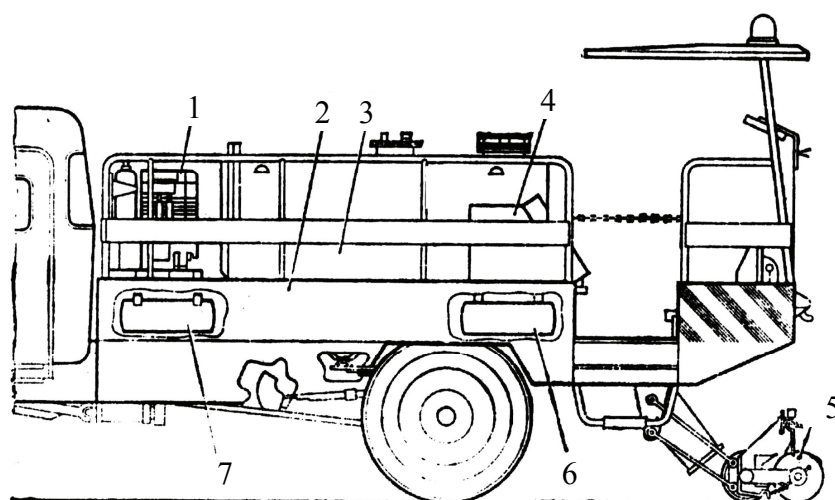


Рис. 2.10. Оборудование машины ДЭ-21-2 для нанесения линий краской: 1 – привод компрессора; 2 – платформа; 3 – основной бак для краски; 4 – пневмосистема; 5 – рабочий орган; 6 – дополнительный бак для краски; 7 – бак для растворителя

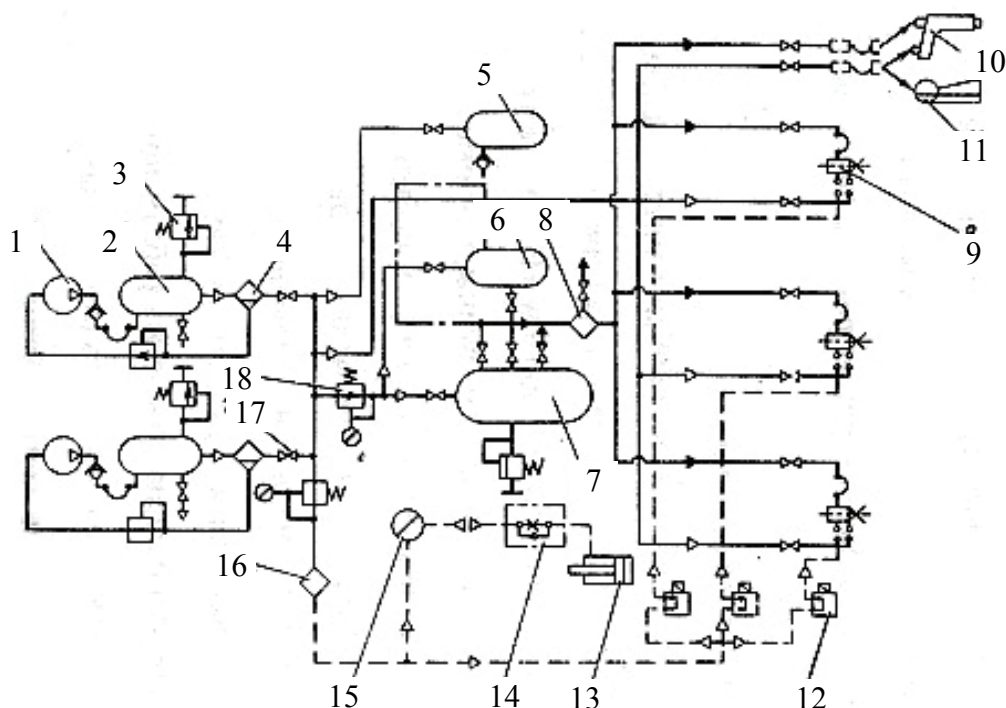


Рис. 2.11. Пневмосистема машины ДЭ-21-2: 1 – компрессор; 2, 5 – ресиверы; 3, 18 – клапаны; 4 – маслоотделитель; 6, 7 – баки для краски; 8 – фильтр; 9 – форсунка; 10 – краскораспределитель; 11 – струйный насос; 12 – электропневматический клапан; 13 – пневмоцилиндр; 14 – дроссель; 15 – ручной пневмораспределитель; 16 – маслоотделитель; 17 – кран

Компрессоры нагнетают воздух в ресиверы, откуда через маслоотделители, проходные краны и регулятор давления сжатый воздух попадает в основной и дополнительный баки для краски, в бак для растворителя и в форсунки рабочего органа, управление которыми осуществляется с помощью электропневматических клапанов.

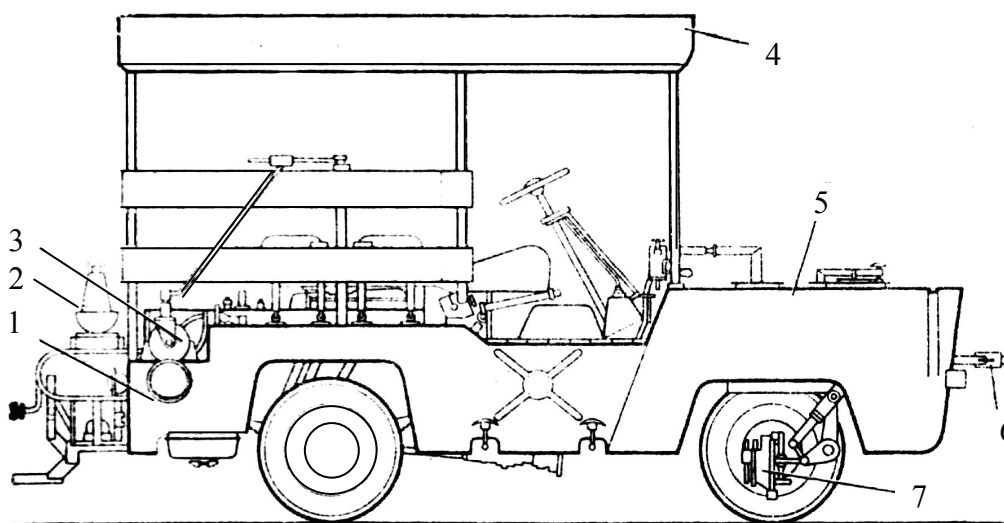


Рис. 2.12. Маркировочная машина ДЭ-40: 1 – базовое шасси; 2 – ограждение; 3 – выносной краскораспылитель; 4 – тент; 5 – баки для краски; 6 – визир; 7 – краскораспылитель

Промывка краскопроводных магистралей, баков для краски, форсунок и выносного краскораспылителя производится с помощью заслонки рабочего органа.

Маркировочная машина ДЭ-40 предназначена для механизированного нанесения маркировочных линий, выполнена на базе автомобиля УАЗ (рис. 2.12). Технологическое оборудование состоит из рабочего органа, двух баков с краской, пульта управления, визира, стоек ограждения, дополнительного оборудования. На машине ДЭ-40 произведена доработка базового автомобиля УАЗ: с автомобиля снята кабина и направление его движения изменено на противоположное; задний ведущий мост заменен специальным ведущим мостом, а передний стал ведущим и управляемым мостом; в трансмиссии между сцеплением и коробкой передач установлен ходоуменьшитель (рис. 2.13), от которого также приводится плунжерный насос покрасочной системы.

Изменены компоновки механизмов управления машиной, рулевой колонки; с обеих сторон спереди машины установлены два бака с краской вместимостью 600 л, сзади машины оборудовано место для рабочих и хранения стоек ограждения. Система покраски состоит из подкачивающего и плунжерного насосов, разделительной камеры с клапанной коробкой, ресивера с предохранительным клапаном, фильтра тонкой очистки краскораспылителя, приемного фильтра-насоса, емкости с краской и краскораспылителя высокого давления.

Работой краскораспылителя управляют с помощью электромагнитов, цепь питания которых замыкается в соответствии с необходимостью нанесения сплошных или прерывистых линий.

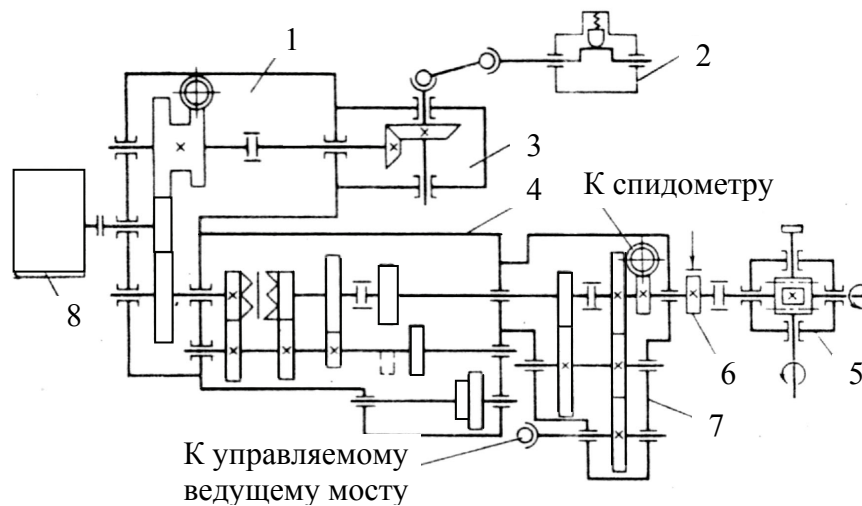


Рис. 2.13. Кинематическая схема машины ДЭ-40: 1 – ходоуменьшитель; 2 – плунжерный насос; 3 – редуктор привода насоса; 4 – коробка передач; 5 – редуктор управления пистолетом; 6 – ручной тормоз; 7 – раздаточная коробка; 8 – двигатель

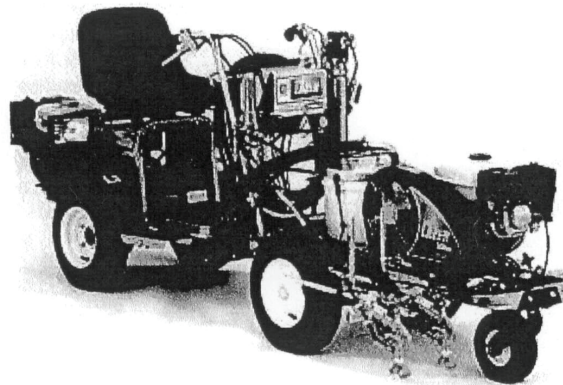


Рис. 2.14. Передвижное устройство для нанесения разметки типа LL в комплекте с самодвижущей тележкой

Производительность маркировочных машин определяется рабочей скоростью автомобиля  $V = 0,556\text{--}6,944$  м/с в зависимости от характера разметки, состава разметочного материала и способа нанесения на покрытие.

Для малых объемов работ зарубежными производителями выпускаются ручные передвижные маркировочные машины Line Coat, Line Lazer, Power Liner различных модификаций с шириной наносимых линий 5–30 см, двигателем Honda мощностью до 5,5 л. с. Производительность таких машин 2,5–5 км/ч.

ООО «Научно-производственная компания «Созвездие» предлагает передвижное устройство для нанесения разметки LL IV 200 HS. Благодаря мощному гидравлическому приводу оно обеспечивает производительность, сравнимую с немецкими HOFMANN. Устройство может комплектоваться самоходным аппаратом L DRIVER, обеспечивающим скорость передвижения при разметке до 16 км/ч.

Таблица 2.3

## Техническая характеристика устройств для разметки

Показатели	Модель		
	LL IV 200HS	LL II 3900	LL II 5900
Максимальный размер сопла, мм:			
первого пистолета	1,15	До 0,86	До 1
второго пистолета	0,84	До 0,6	До 0,7
Максимальный расход краски, л/мин	7,5	4,4	5,7
Максимальное рабочее давление, МПа	23	22,7	22,7
Максимальная длина шлангов, м	—	91,4	91,4
Двигатель:	HONDA	HONDA	HONDA
мощность, л. с.	5,5	4,0	5,5
емкость топливного бака, л	3,6	2,4	3,5
масса, кг	125	96	105
Самодвижущее устройство:			
скорость движения вперед, км/ч	16		
скорость движения назад, км/ч	9,6		
Двигатель:	HONDA		
мощность, кВт	4		
емкость топливного бака, л	3,6		

Комплект для нанесения разметки типа LL с самодвижущимся устройством L DRIVER показан на рис. 2.14, а техническая характеристика устройств для разметки ИВПП, рулежных дорожек, мест стоянки самолетов и подъездных путей приведена в табл. 2.3.

### 2.5. Расчет пневматических краскораспылителей

Исходными параметрами для расчета пневматических краскораспылителей являются физико-механические свойства краски, норма расхода ( $0,4 \text{ кг/м}^2$  при механизированном способе нанесения краски и  $0,5 \text{ кг/м}^2$  при ручном), давление в пневмосистеме, которое может обеспечить тип компрессора, а также диапазон рабочих скоростей маркировочной машины.

При расчете определяют мощность привода компрессора, объем бака для краски, подачу краски и сжатого воздуха в единицу времени, геометрические параметры пневматического краскораспылителя и факела распыления краски.

Краска поступает в камеру смешивания через сопло в результате разряжения, которое составляет 12–15 Па. Одновременно через воздушные каналы подается сжатый воздух под давлением 0,4–0,6 МПа.

Согласно работе [10], ниже приведены расчеты пневматического краскораспылителя. Массовая подача краски, кг/с:

$$Q_k = 10^{-3} q V_{\max} B, \quad (2.1)$$

где  $q$  – норма расхода краски,  $\text{г/м}^2$ ;  $V_{\max}$  – максимальная рабочая скорость маркировочной машины ( $V_{\max} = 4\text{--}2,8 \text{ м/с}$ );  $B$  – ширина маркировочной линии, м.

Объемная подача сжатого воздуха, м<sup>3</sup>/с:

$$Q_v = Q_k / (\lambda \rho_v), \quad (2.2)$$

где  $\lambda$  – массовая концентрация краски после смешивания с воздухом ( $\lambda = 9\text{--}10,5$ );  $\rho_v$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>.

Площадь, м<sup>2</sup>, выходного сечения сопла

$$S_m = Q_k / (0,1 \mu \sqrt{20 P / \rho_k}), \quad (2.3)$$

где  $\mu$  – гидравлический коэффициент расхода краски ( $\mu = 0,5\text{--}0,7$ , меньшие значения принимают для более вязких красок);  $P$  – давление смеси на срезе сопла, Па;  $\rho_k$  – плотность краски, кг/м<sup>3</sup>.

Длина камеры смешивания (рис. 2.15)

$$L_{k.c} = \varepsilon d_r, \quad (2.4)$$

где  $\varepsilon$  – коэффициент пропорциональности, ( $\varepsilon = 3,8\text{--}4$ );  $d_r$  – приведенный гидравлический диаметр сопла, мм:

$$d_r = 2B_m h / (B_m + h),$$

где  $B_m$  – длина сопла, мм ( $B_m = S_m / h$ );  $h$  – ширина щели, мм ( $h = 2\text{--}3$  мм).

Площадь поперечного сечения выходного сопла  $S_{b.c} = 2,7 S_m$ .

Высота канала выходного сопла  $L_k = 3\text{--}4$  мм.

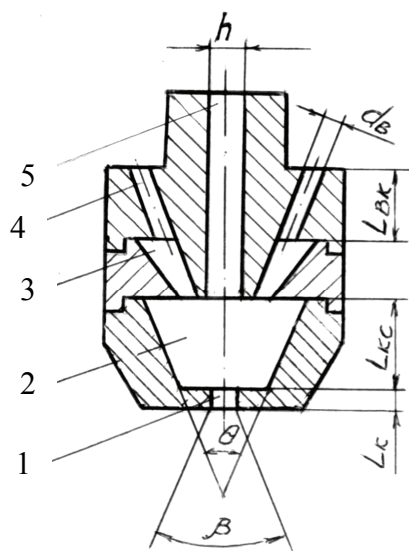


Рис. 2.15. Схема пневматического краскораспылителя: 1 – выходное сопло; 2 – камера смешивания; 3 – кольцевой зазор; 4 – воздушный канал; 5 – сопло



Площадь,  $\text{м}^2$ , проходного сечения кольцевого воздушного зазора

$$S_{\text{к.з}} = Q_{\text{в}} / \left( 10^2 \sqrt{\kappa \left( \frac{2}{\kappa + 1} \right)^{\frac{\kappa + 1}{\kappa - 1}} \cdot \frac{20P_{\text{в}}}{\rho_{\text{в}}}} \right), \quad (2.5)$$

где  $P_{\text{в}}$  – давление воздуха, МПа;  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха (при атмосферном давлении  $\rho_{\text{в}} = 1,2 \text{ кг/м}^3$ );  $\kappa$  – показатель адиабаты расширения воздуха ( $\kappa = 1,41$ ).

Диаметр, м, воздушного канала

$$d_{\text{в}} = \sqrt{4S_{\text{к.з}} / (\pi n_{\text{к}})}, \quad (2.6)$$

где  $n_{\text{к}}$  – число воздушных каналов ( $n_{\text{к}} = 4-8$ ).

Длину воздушных каналов принимают в 2–3 раза больше их диаметра.

Угол конусности камеры смешивания в сторону выходного сопла  $\theta = 12^\circ$ .

Центральный угол  $\beta$  факела распыления краски определяется по формуле

$$\beta = 2 \arctg \frac{0,64(B' - 1)}{B' + 3 - 1,8\sqrt{B' + 3,92}}, \quad (2.7)$$

$$B' = B/B_0 = 10-30;$$

где  $B$  – ширина маркировки, мм;  $B_0$  – ширина сопла краскораспылителя, мм.

Высота, м, установки пневматического краскораспылителя над покрытием

$$H = (B - B_0) / (2 \tg 0,5\beta). \quad (2.8)$$

Мощность, кВт, привода воздушного компрессора

$$N = \frac{10^3 P_{\text{в}} (Q_{\text{в}} + Q_{\text{всп}})}{\eta_{\text{в}} \eta_{\text{пр}}}, \quad (2.9)$$

где  $Q_{\text{всп}}$  – расход воздуха для вспомогательного оборудования,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $\eta_{\text{в}}$  – объемный КПД компрессора;  $\eta_{\text{пр}}$  – КПД привода компрессора.

Техническая производительность, м/ч, маркировочной машины

$$\Pi_{\text{тех}} = 3600 V_{\text{м}}, \quad (2.10)$$

где  $V_{\text{м}}$  – рабочая скорость машины, м/с.

### **Контрольные вопросы**

1. Какие элементы ИВПП обозначают маркировочными знаками?
2. Какие требования предъявляют к маркировочным знакам?
3. Требования к поверхности аэродромных покрытий перед нанесением маркировочных знаков.
4. Какие эмали применяют для нанесения маркировочных знаков?
5. По каким признакам разделяют маркировочные машины?
6. Способы механизированного нанесения лакокрасочных материалов на покрытия.
7. Сущность кинетического способа распыления краски.
8. Основные элементы и характеристики маркировочных машин.
9. Основные модели и общее устройство маркировочных машин.
10. Сущность гравитационного способа нанесения маркировки.



## Глава 3. ПОЛИВОЧНО-МОЕЧНЫЕ МАШИНЫ

### 3.1. Конструкции поливочно-моечных машин

Поливочно-моечные машины предназначены для поливки и мойки искусственных покрытий аэродромов и автомобильных дорог, зеленых насаждений, а со специальным оборудованием – для тушения пожаров. В зимнее время поливочно-моечные машины переоборудуются в плужно-щеточные снегоочистители, а отдельные модификации в машины для распределения противогололедных реагентов.

Поливочно-моечные машины имеют единую принципиальную схему устройства и гидросистему. Вода из цистерны через центральный клапан поступает к насосу, который подает жидкость в напорный трубопровод, заканчивающийся щелевыми поливочными и моечными насадками или форсунками (рис. 3.1), установленными под углом  $70\text{--}80^\circ$  к продольной оси машины и шагом вдоль трубы  $250\text{--}300$  мм. При таком способе мойки снижается удельный расход воды, но требуется более высокое давление воды (более  $1,0$  МПа).

Сменные щелевые поливочные насадки устанавливают симметрично относительно продольной оси машины повернутыми вверх под углом  $15\text{--}20^\circ$  к горизонту и развернутыми в сторону на угол  $10^\circ$ ; моечные насадки (рис. 3.2) – повернутыми вниз под углом  $10\text{--}12^\circ$  к горизонту и несимметрично вправо относительно продольной оси машины.

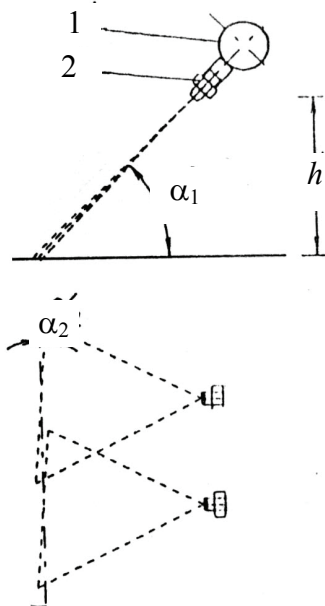


Рис. 3.1. Схема установки форсунок:  
1 – труба магистральная;  
2 – форсунки

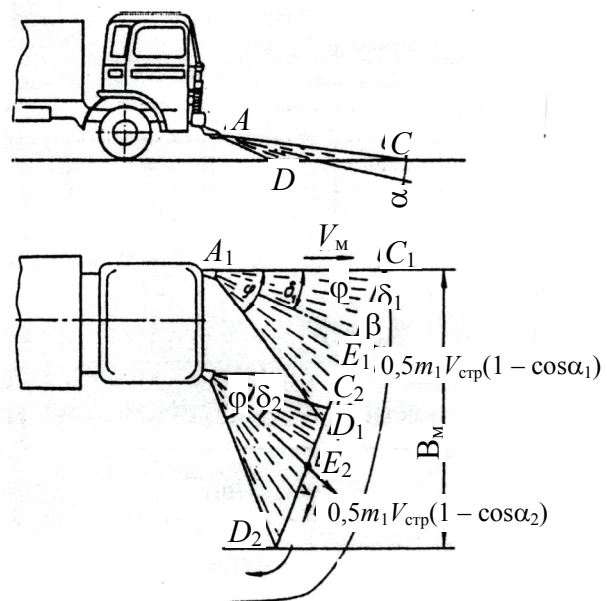


Рис. 3.2. Схема взаимодействия моечного оборудования с покрытием

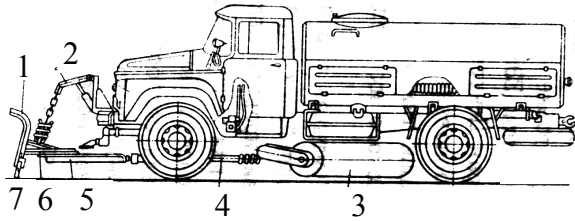


Рис. 3.3. Поливочно-моечная машина со снегоочистительным оборудованием: 1 – отвал; 2 – механизм подъема плуга; 3 – щетка; 4 – толкающая рама; 5 – сцепная рама; 6 – поворотная рама; 7 – нож

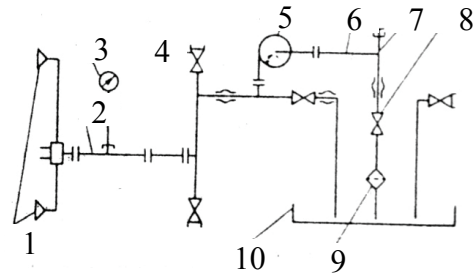


Рис. 3.4. Схема водяной системы поливочно-моечной машины ПМ-130: 1 – насадок; 2 – напорная линия; 3 – манометр; 4 – вентиль; 5 – центробежный насос; 6 – всасывающая линия; 7 – заборная труба; 8 – центральный клапан; 9 – фильтр; 10 – цистерна

Основным широко распространенным типом поливочно-моечной машины является ПМ-130 и ее модификации ПМ-130Б, КДМ-130, КО-002 и др. Поливочно-моечная машина ПМ-130 с плужным отвалом показана на рис. 3.3, а схема ее водяной системы – на рис. 3.4.

Цистерна установлена на раме автомобиля, под днищем смонтирован центральный клапан для перекрытия воды, поступающей из цистерны к водяному насосу. Управляют центральным клапаном из кабины водителя рычагом. Для очистки воды в верхней части центрального клапана установлен фильтр.

Система трубопроводов включает в себя всасывающую и напорную линии и водяной насос. Всасывающая труба крепится фланцем к всасывающему патрубку насоса и соединяется с горловиной центрального клапана резиновым патрубком. Всасывающая труба имеет вывод, к которому при заборе воды из водоема подсоединяется шланг.

Водяной насос центробежный, одноступенчатый, консольного типа.

Для распределения воды при подаче ее к передним насадкам служит трехходовой кран, вмонтированный в переднюю и продольную трубы. Передняя труба крепится к переднему бамперу машины. Насадки соединяются с трубопроводом переходниками, шарнирное соединение которых с трубами обеспечивает поворот насадок в двух плоскостях.

Поливочно-моечная машина ПМ-130 для круглогодичного использования снабжена съемным плужно-щеточным оборудованием. Это оборудование применяют при очистке аэродромных и дорожных асфальтобетонных и цементобетонных покрытий от свежевывавшего снега.

Кинематическая схема машины ПМ-130Б показана на рис. 3.5.

Модернизация этой машины направлена на изменение формы цистерны, конструкции и расположения вспомогательного оборудования. Принцип работы и конструкции машин ПМ-130 и КДМ-130 аналогичны, а на модернизированной машине этого типа КО-002 установлен третий моечный насадок с правой стороны машины.

Машина комбинированная (универсальная) КО-713 с поливочно-моечным (рис. 3.6), плужно-щеточным и разбрасывающим оборудованием предназначена для круглогодичной работы по содержанию дорог и аэродромов с асфальтобетонным и цементобетонным покрытием.

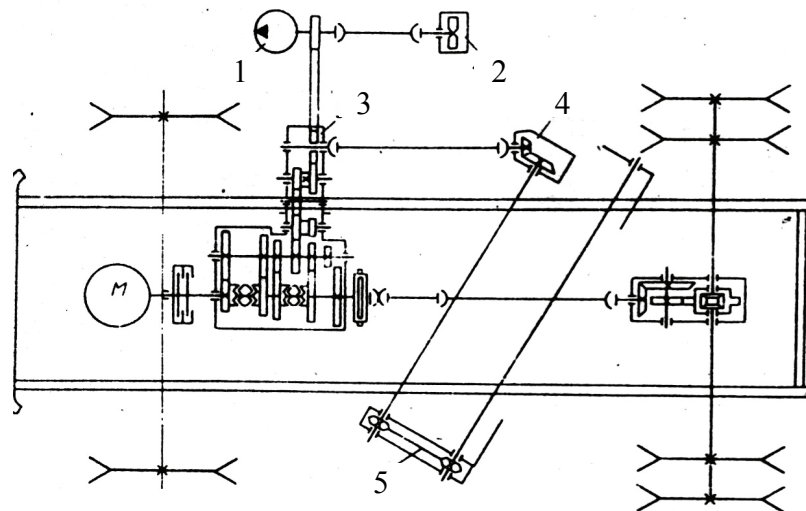


Рис. 3.5. Кинематическая схема машины ПМ-130: 1 – масляный насос; 2 – центробежный насос; 3 – раздаточная коробка; 4 – конический редуктор; 5 – цепная передача

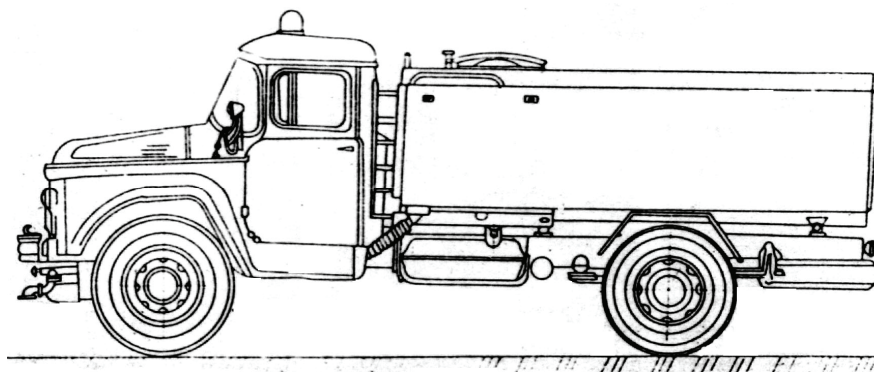


Рис. 3.6. Комбинированная машина КО-713 с поливочно-моечным оборудованием

В зависимости от вида и количества спецоборудования машину выпускают в пяти исполнениях. Обозначения машины по исполнениям указаны в табл. 3.1, а основные технические данные машины КО-713-04 приведены в табл. 3.2.

Трансмиссия машины (рис. 3.7) имеет двигатель, коробку перемены передач, раздаточную коробку, карданные валы, раздаточный редуктор и редуктор с водяным насосом. Раздаточную коробку РК-12Д устанавливают на все исполнения комбинированной машины.

Поливочное оборудование имеет все основные узлы, присущие этому типу машин. Цистерна крепится к установленным на раме шасси теми же кронштейнами, что и кузов. Привод водяного насоса (рис. 3.7) осуществляется от двигателя через коробку перемены передач, раздаточную коробку, карданный вал, редуктор водяного насоса. При работе машины в режиме поливки-мойки водяной насос закачивает воду из цистерны и подает ее под давлением к насадкам. За счет изменения углов установки насадок к поверхности покрытия и различного режима работы водяного насоса происходит поливка или мойка дорожного покрытия.

Таблица 3.1

## Обозначения машин по виду спецоборудования

Вид спецоборудования	Обозначение
Поливочно-моечное, плужно-щеточное и разбрасывающее	КО-713
Поливочно-моечное и плужно-щеточное	КО-713-01
Разбрасывающее и плужно-щеточное	КО-713-02
Поливочно-моечным и щеточное	КО-713-03
Поливочно-моечное	КО-713-04

Таблица 3.2

## Технические данные машины КО-713-04 с поливочно-моечным оборудованием

Показатели	Величина
Модель и наименование шасси	ЗИЛ-431412 или ЗИЛ-431812
Номинальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	110 (150)
Масса загружаемой воды в цистерну, кг, не менее	6350
Вместимость геометрическая цистерны, м <sup>3</sup> , не менее	6,5
Ширина рабочей зоны, м, не более:	
при мойке	8,5
при поливке	20
Удельный расход воды, дм <sup>3</sup> /м <sup>2</sup> , не более:	
при мойке	0,8
при поливке	0,2
Рабочее давление воды, МПа, не менее	0,8
Диапазон рабочих скоростей машины, км/ч:	
при мойке	10–20
при поливке	20–30
Транспортная скорость движения машины с водой в цистерне, км/ч, не более	35
Технологическая (расчетная) производительность за цикл при установленных затратах времени на наполнение цистерны не более 10 мин, на проезд не более 10 мин и вспомогательные операции не более 4 минут, м <sup>2</sup> /ч, не менее:	
при мойке	17700
при поливке	69900
Масса спецоборудования поливочного, кг, не более	1400
Масса машины с поливочным оборудованием, кг, не более	5180
Габаритные размеры, м, не более:	
длина	6,8
ширина	3,0
высота	2,7

Заполнение цистерны водой может производиться как от водопроводной сети (при помощи колонки пожарной, водопроводных рукавов и переходников) через пробковый кран, так и из водоема (при помощи всасывающих рукавов) через заборную трубу.

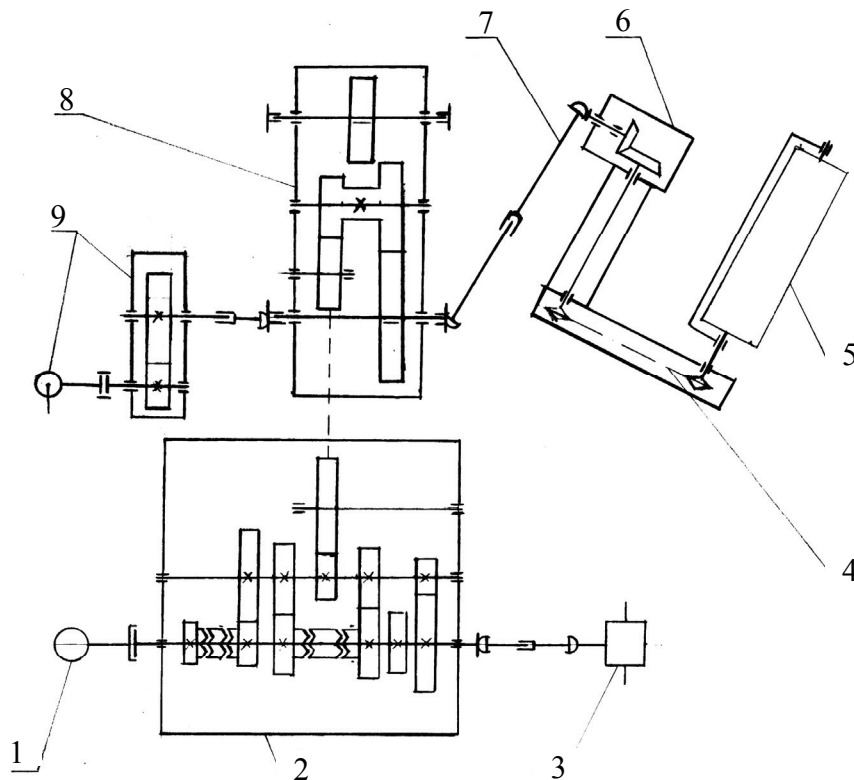


Рис. 3.7. Кинематическая схема привода щетки и насоса водяного машины КО-713-04: 1 – двигатель; 2 – коробка перемены передач; 3 – задний мост; 4 – передача цепная; 5 – щетка; 6 – редуктор привода щетки; 7 – карданная передача; 8 – коробка раздаточная РК-12Д; 9 – насос водяной с редуктором

Для наполнения от водопроводной сети с правой стороны цистерны крепят заливной патрубок, на котором установлен шаровой кран. В кран вмонтирована соединительная головка для подсоединения водопроводного шланга от пожарной колонки. Слив отстоя из цистерны производится через шаровой кран.

Наполнение цистерны от насосной станции может производиться через верхний люк при открытой крышке.

С правой стороны цистерны вварен патрубок, связанный с нагнетательной ветвью насоса. Через патрубок производится наполнение цистерны при заборе воды из водоема.

В задней части цистерны имеется отсек, в который укладывают инструмент и принадлежности, необходимые для заправки цистерны, а также дополнительное оборудование для тушения пожара.

Водяной центробежный насос 4К-6ПМ с редуктором установлен на кронштейнах, которые крепятся снизу к поперечинам рамы шасси автомобиля. Для повышения оборотов насоса до номинальных в систему встроен редуктор водяного насоса, корпус которого крепится к насосу через переходной фланец. В корпусе редуктора на подшипниках вращается вал-шестерня и

вал, с закрепленной на нем шестерней. Вал-шестерня соединяется с валом насоса при помощи шариковой муфты. На валу закреплен фланец, с которым соединяется карданный вал, последний, в свою очередь, соединен с раздаточной коробкой РК-12Д.

Система трубопровода имеет всасывающую и напорную линии. Всасывающая линия состоит из клапана, всасывающего рукава и фильтра. Фильтр имеет штуцер с навинченной на него всасывающей головкой, к которой при заборе воды из водоема присоединяют всасывающий рукав, заканчивающийся всасывающей сеткой. По окончании забора воды всасывающий рукав отсоединяется, а на всасывающую головку устанавливается заглушка.

Напорная линия включает систему трубопроводов с вентилями, двумя или тремя насадками для полива или мойки покрытий. Для распределения подачи воды к передним и боковым насадкам, а также для заполнения цистерны (при заборе воды из водоема) служат вентили.

Передняя труба с вентилями и насадками крепится стремянками к шасси автомобиля. Насадки соединяются с нагнетательными трубопроводами при помощи двух колен, шарнирное соединение которых с трубами обеспечивает две степени свободы поворота насадков. Насадок состоит из корпуса, дна и стальной прокладки.

Гидросистема машины только с поливочным оборудованием состоит из механизма управления центральным клапаном цистерны, представляющего собой два гидроцилиндра (управляющий и исполнительный), соединенные между собой маслопроводом. При нажатии расположенного в кабине рычага вниз клапан открывается, вверх – закрывается.

Технические характеристики машин, используемых при поливочно-моечных операциях очистки покрытий аэродромов и дорог, приведены в табл. 3.3.

### **3.2. Расчет параметров поливочно-моечных машин**

Расчет начинается с определения основных параметров, режимов работы рабочих органов и их расположения на машине, определения затрат энергии, выбора шасси базовой машины по грузоподъемности, расчета водяной системы, продольной и поперечной устойчивости и производительности.

Схема взаимодействия моечного оборудования с покрытием показана на рис. 3.8.

Для осуществления процесса мойки дорожного покрытия необходимо задать параметры насосной установки и водяной системы машины, найти эффективную ширину мойки. При этом принято, что взаимодействие моющих секторов с покрытием происходит по прямой линии БВ и перекрытие секторов отсутствует.

Краткие технические характеристики машин, используемых при поливочно-моечных операциях очистки покрытий аэродромов и дорог

Параметры	Машины										
	универсальные					комбинированные					
	ПМ-130	ПМ-130Б	КО-002	КО-802	АКПМ-3У	КО-804	КО-806	КО-820	КДМ-130А	КО-713	КО-822-2
Базовое шасси	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	КамАЗ-53213	Урал-4320	ЗИЛ-433362	КамАЗ-4925	ГАЗ-3302	ЗИЛ-130	ЗИЛ-433362	Урал-4320
Вместимость цистерны, м <sup>3</sup>	5-6	6	6,45	11	10	6	8	0,95	6	6,35	8
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	—	—	—	—	—	—	—	1	3,25	3	—
Ширина рабочей зоны, м:											
при поливке	15-18	16	14-20	15	20	18	20	3	15-18	20	15,8
при мойке	8	10-18	20	10-19	2,7-9	8	8,5	—	20	8,5	9
при снегоочистке плугом	2,5-3	3,0	3,0	2,5	3	3	10	—	2,7	2,9	3
при распределении противогололедных материалов	—	—	—	—	—	10	10	2	10	4-9	15,8
Полная масса, кг	11500	10985	10445	21000	20000	12490	15200	3500	11210	12600	—
Габариты, м:											
длина	8,46	6,71	7,75	8,3	10,2	8,6	7,4	5,15	6,8	8,6	11,2
ширина	3,06	2,42	2,89	2,5	3,0	3,0	2,5	2,1	2,7	3,0	3,5
высота	2,5	2,75	2,75	3,1	2,9	2,7	3,0	2,12	2,75	2,7	3,1

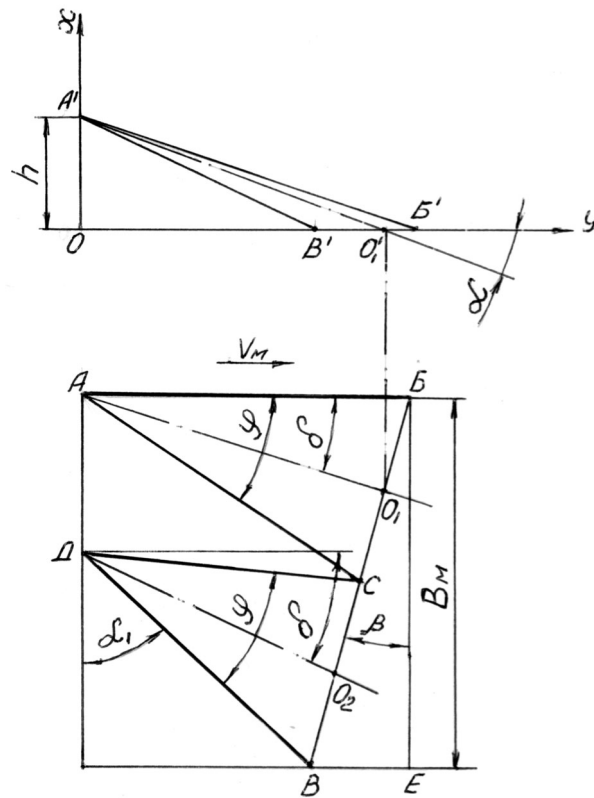


Рис. 3.8. Расчетная схема взаимодействия моечного оборудования с покрытием

Оптимальный угол поворота количества движения воды по линии встреч БВ определен [10]:

$$\beta = \operatorname{arctg} \frac{\sin \delta}{\cos \delta + V_m / V_{\text{стр}}}, \quad (3.1)$$

где  $\delta$  – угол поворота биссектрисы моеющего сектора относительно направления движения машины, град;  $V_m$  – скорость передвижения машины, м/с;  $V_{\text{стр}}$  – скорость элементарной водяной струи моеющего сектора в точке  $O_1$ , м/с.

Решение косоугольных треугольников АВС и ДСВ позволяет определить теоретическую ширину мойки:

$$B_m = h \operatorname{ctg} \alpha \cos \beta \left( \frac{\sin \delta}{\sin (90 - \beta)} + \frac{\sin \delta}{\sin (90 - \varphi + \beta)} + \frac{\sin (90 + \delta - \beta) \sin (90 - \varphi) \sin \varphi}{\sin (90 - \varphi + \beta) \sin (90 - \varphi - \alpha_1)} \right), \quad (3.2)$$

где  $h$  – высота установки выходного отверстия насадка над поверхностью покрытия, м;  $\alpha_1$  – угол, образованный проекцией крайней линии встречи струи правого насадка на поверхность покрытия и перпендикуляра, проходящего через ось выходного отверстия насадка, к продольной оси машины, град ( $\alpha_1 = 2-5^\circ$ ).

Реальная ширина мойки будет меньше на ширину перекрытия секторов А и Д.



Для упрощения производства машины и ее эксплуатации насадки изготавливают одинаковой конструкции. Поэтому через каждый из насадков должна подаваться на покрытие половина всего расхода воды:

$$Q = 2Q_n, \quad (3.3)$$

где  $Q_n$  – расход воды через насадок, л/м<sup>2</sup>.

Суммарный расход воды через насадки, л/с:

$$Q = B_m q V_m, \quad (3.4)$$

где  $q$  – удельный расход воды при мойке, л/м<sup>2</sup>.

Расход воды через насадок, м<sup>3</sup>/с:

$$Q_n = \mu S \sqrt{2gH}, \quad (3.5)$$

где  $\mu$  – коэффициент расхода воды через насадок ( $\mu = 0,85–0,95$ );  $S$  – площадь поперечного сечения выходного отверстия насадка, м<sup>2</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $H$  – напор при выходе из насадка, м,

$$S = \frac{B_m q V_m}{1000 \mu \sqrt{2qH}}. \quad (3.6)$$

Мощность двигателя машины должна быть больше суммы мощностей, затрачиваемых на перемещение машины и на привод центробежного насоса:

$$N_{дв} > N = N_{п} + N_n, \quad (3.7)$$

где  $N_{п}$  – мощность на перемещение машины, кВт;  $N_n$  – мощность на привод центробежного насоса, кВт:

$$N_{п} = G_m V_m (f + i) / (1000 \eta_0), \quad (3.8)$$

где  $G_m$  – сила тяжести машины, Н;  $V_m$  – рабочая скорость машины, м/с;  $f$  – коэффициент сопротивления перекачиванию ( $f = 0,02$ );  $i$  – уклон пути (для дорог  $i = 0,07–0,09$ ); для ИВПП в зависимости от класса аэродрома ( $i = 0,005–0,03$ );  $\eta_0$  – общий КПД механизмов кинематической цепи от двигателя к ведущим колесам машины.

$$N_n = Qp / (1000 \eta_1 \eta_n), \quad (3.9)$$

где  $Q$  – подача насоса, м<sup>3</sup>/с;  $p$  – давление, создаваемое насосом, Па;  $\eta_1$  – КПД механизмов кинематической цепи от двигателя к насосу;  $\eta_n$  – гидравлический КПД насоса.

Техническая производительность поливочно-моечных машин, м<sup>2</sup>/ч:

$$\Pi_T = 3600(B_M - B_{\Pi})V_M, \quad (3.10)$$

где  $B_M$  и  $B_{\Pi}$  – соответственно ширина мойки и перекрытия проходов машины, м ( $B_{\Pi} = 0,1-0,2$  м);  $V_M$  – рабочая скорость машины ( $V_M = 3-6$  м/с).

Часовая эксплуатационная производительность, м<sup>2</sup>/ч, поливочно-моечной машины

$$\Pi_3 = 60Q/(T_{\text{ц}}q), \quad (3.11)$$

где  $Q$  – вместительность цистерны, л;  $T_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла разлива цистерны при мойке, мин;  $q$  – удельный расход воды, л/м<sup>2</sup> (при мойке – 1 л/м<sup>2</sup>, при поливке – 0,25 л/м<sup>2</sup>).

Продолжительность цикла

$$T_{\text{ц}} = T_p + T_n + T_{\Pi} + T_B, \quad (3.12)$$

где  $T_p$  – продолжительность разлива одной цистерны при мойке, мин:

$$T_p = Qk_t/(60qB_MV_M), \quad (3.13)$$

где  $k_t$  – коэффициент, характеризующий неравномерность движения машины при маневрировании,  $k_t = 1,2$ ; при работе в ночное время  $k_t = 1$ ;  $B_M$  – ширина захвата при мойке и поливке, м;  $V_M$  – рабочая скорость машины, м/с;  $T_n$  – продолжительность наполнения цистерны водой, мин;  $T_{\Pi}$  – продолжительность переездов от места работы к месту заполнения цистерны водой и обратно, мин;  $T_B$  – вспомогательное время, мин, на монтаж и демонтаж шлангов и др.

Проверка поперечной устойчивости автоцистерны производится при остановке на уклоне (рис. 3.9). При наклоне силы тяжести машины и воды разлагаются на горизонтальную и вертикальную составляющие. Из неравенства моментов относительно точки А получаем:

$$[G_M v + G_B(v - h)]\cos\alpha_0 \geq (G_M h_M + G_B h_B)\sin\alpha_0, \quad (3.14)$$

где  $G_M$  – сила тяжести машины, Н;  $G_B$  – сила тяжести воды, Н;  $v$  – расстояние от продольной оси машины до ребра опрокидывания А, м;  $h$  – смещение центра тяжести воды относительно продольной оси машины, м;  $h_M$  – высота центра тяжести снаряженной машины от горизонтального покрытия, м;  $h_B$  – высота центра тяжести жидкости с наклонным уровнем от горизонтального покрытия, м;  $\alpha_0$  – угол наклона покрытия относительно горизонтальной поверхности, град.

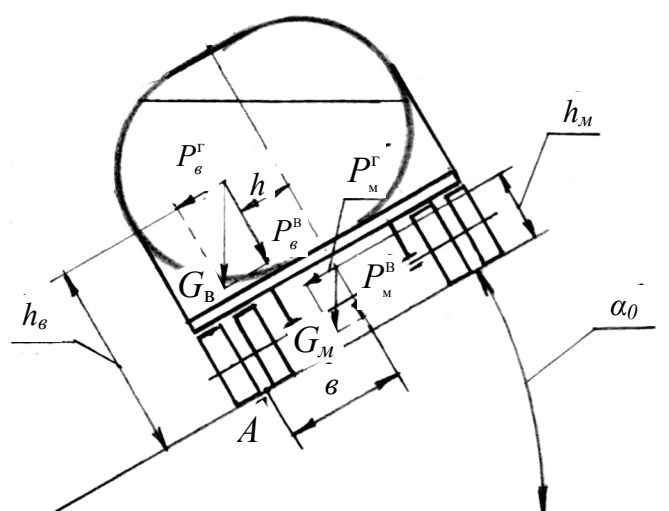


Рис. 3.9. Схема расчета поперечной устойчивости поливочно-моечной машины при остановке на уклоне

При этом должна соблюдаться устойчивость на боковое скольжение:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 \leq \varphi_{\text{сц}}^1, \quad (3.15)$$

где  $\varphi_{\text{сц}}^1$  – коэффициент бокового сцепления ( $\varphi_{\text{сц}}^1 = (0,6-1,0) \varphi_{\text{сц}}$ );  $\varphi_{\text{сц}}$  – коэффициент сцепления колес с асфальтобетонным покрытием (для сухого покрытия  $\varphi_{\text{сц}} = 0,7-0,8$ , для мокрого  $\varphi_{\text{сц}} = 0,4-0,6$ ).

Проверка устойчивости машины при криволинейном движении под действием боковых центробежных сил (рис. 3.10) определяется из уравнения моментов относительно ребра А:

$$[G_M \epsilon + G_B(\epsilon - h)] \cos \alpha_0 + [G_B(\epsilon - h) \epsilon - G_M \epsilon \epsilon] \sin \alpha_0 \geq (G_M h_M + G_B h_B) \sin \alpha_0, \quad (3.16)$$

где  $\epsilon$  – угловое ускорение машины при криволинейном движении,  $\text{с}^{-2}$ .

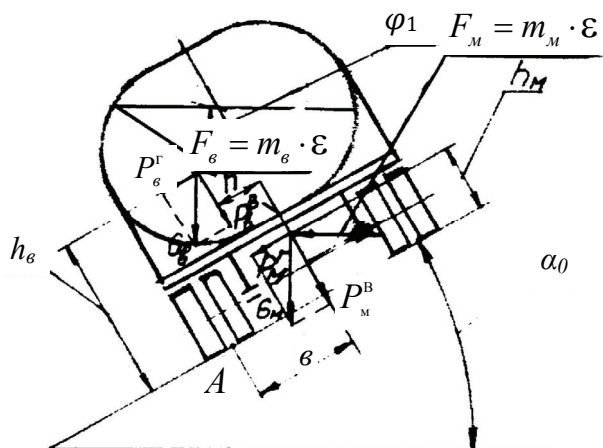


Рис. 3.10. Схема поперечной устойчивости поливочно-моечной машины при криволинейном движении на уклоне

Устойчивость от опрокидывания под действием центробежных сил для автомобиля-цистерны необходимо определять с учетом изменения наклона уровня жидкости в цистерне и положения центра масс жидкости углом  $\varphi_1$ . Наклон уровня жидкости [10] определяется по формуле

$$\operatorname{tg} \varphi_1 = \frac{\varepsilon}{g} = \frac{V_{\text{опр}}^2}{3,6^2 g R}, \quad (3.17)$$

где  $V_{\text{опр}}$  – скорость машины, при которой возможно опрокидывание, км/ч;  $R$  – радиус криволинейного движения, м;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Скорость машины, при которой возможно опрокидывание [10], определяется по формуле

$$V_{\text{опр}} \leq 3,6 \sqrt{\frac{m_{\text{с.м}}(0,5k - h_{\text{м}} \operatorname{tg} \alpha_0) + k_{\text{нап}} V \rho (l_{\text{оп}} - h_{\text{в}} \operatorname{tg} \alpha_0)}{m_{\text{с.м}}(h_{\text{м}} - 0,5k \cdot \operatorname{tg} \alpha_0) + k_{\text{нап}} V \rho (h_{\text{в}} + l_{\text{оп}} \cdot \operatorname{tg} \alpha_0)}} g R, \quad (3.18)$$

где  $m_{\text{с.м}}$  – масса снаряженной машины, кг;  $h_{\text{м}}$  – высота центра тяжести машины, м;  $h_{\text{в}}$  – высота центра масс жидкости, м;  $l_{\text{оп}}$  – расстояние по горизонтали от центра масс жидкости в цистерне до ребра опрокидывания, м;  $k_{\text{нап}}$  – коэффициент наполнения цистерны;  $k$  – колея машины, м;  $V$  – объем цистерны, м<sup>3</sup>;  $\rho$  – плотность жидкости, кг/м<sup>3</sup>.

Устойчивость от бокового скольжения [10]:

$$\operatorname{tg} \alpha_0 + \frac{V_{\text{зан}}^2}{3,6^2 g R} \leq \varphi'_{\text{сц}}, \quad (3.19)$$

где  $V_{\text{зан}}$  – критическая скорость машины, при которой возможно скольжение (занос), км/ч.

Критическая скорость заноса должна быть меньше критической скорости опрокидывания машины  $V_{\text{зан}} < V_{\text{опр}}$ .

### Контрольные вопросы

1. Назовите общую принципиальную схему устройства и основные типы поливочно-моечных машин.
2. Как происходит удаление загрязнений в моющем секторе?
3. Чем отличаются поливочные насадки от моющих?
4. Как определить техническую и эксплуатационную производительность поливочно-моечных машин?
5. Расчеты поперечной устойчивости поливочно-моечной машины при криволинейном движении и остановке на уклоне.

## Глава 4. ПОДМЕТАЛЬНО-УБОРОЧНЫЕ МАШИНЫ

### 4.1. Способы транспортирования смета в бункер и классификация подметально-уборочных машин

Подметально-уборочные машины предназначены для уборки загрязнений с поверхности асфальтобетонных и цементобетонных покрытий аэродромов, подъездных дорог и перемещения их в бункер машины. Для уборки загрязнений машина снабжена щеточными и транспортирующими устройствами, бункерами для смета, механизмом их опорожнения, системой обеспыливания зоны подметания.

Качественная очистка покрытий повышает коэффициент сцепления шин с поверхностью ВПП, снижает запыленность воздуха над аэродромным покрытием. Поскольку запыленность воздуха снижает долговечность авиадвигателей, ухудшает санитарно-гигиенические условия, может привести к аварийным ситуациям, то использование таких машин является обязательным условием безаварийной работы аэропорта.

Способы транспортирования смета в бункер [10] показаны на рис. 4.1, классификация подметально-уборочных машин дана на рис. 4.2.

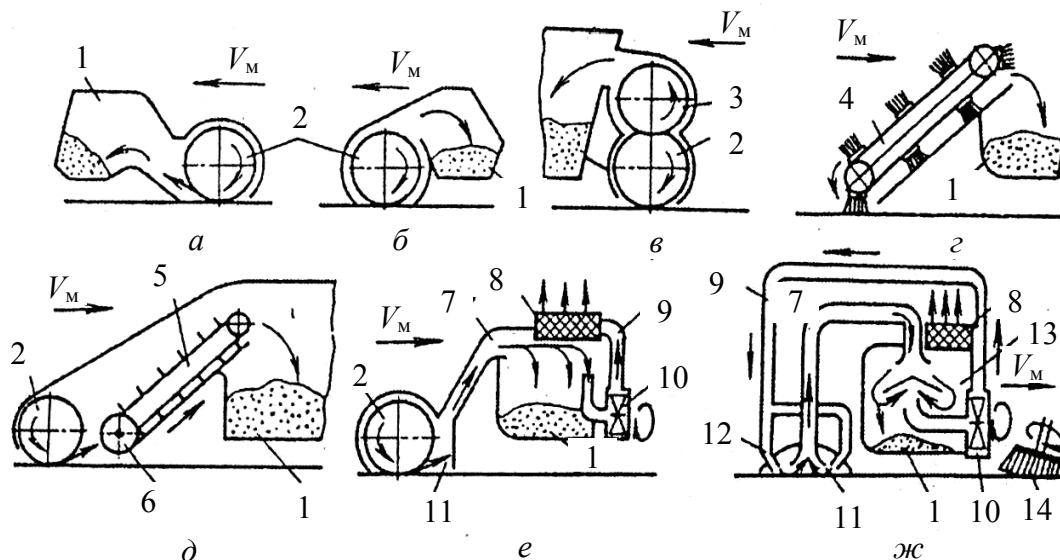


Рис. 4.1. Способы транспортирования смета в бункер: *а* – прямой заброс смета; *б* – обратный заброс смета; *в* – заброс смета лопастным метателем; *г* – заброс смета ленточной щеткой; *д* – заброс шнековым и скребковым транспортерами; *е* – заброс щеточно-вакуумным подборщиком и гравитационным отделением смета; *ж* – заброс струйно-вакуумным подборщиком и инерционным отделением смета; 1 – бункер; 2 – цилиндрическая щетка; 3 – лопастной метатель; 4 – ленточная щетка; 5 – скребковый транспортер; 6 – шнек; 7 – всасывающий трубопровод; 8 – фильтр; 9 – напорный трубопровод; 10 – вакуумный вентилятор; 11 – вакуумный подборщик; 12 – сдувающие сопла; 13 – циклон; 14 – коническая щетка

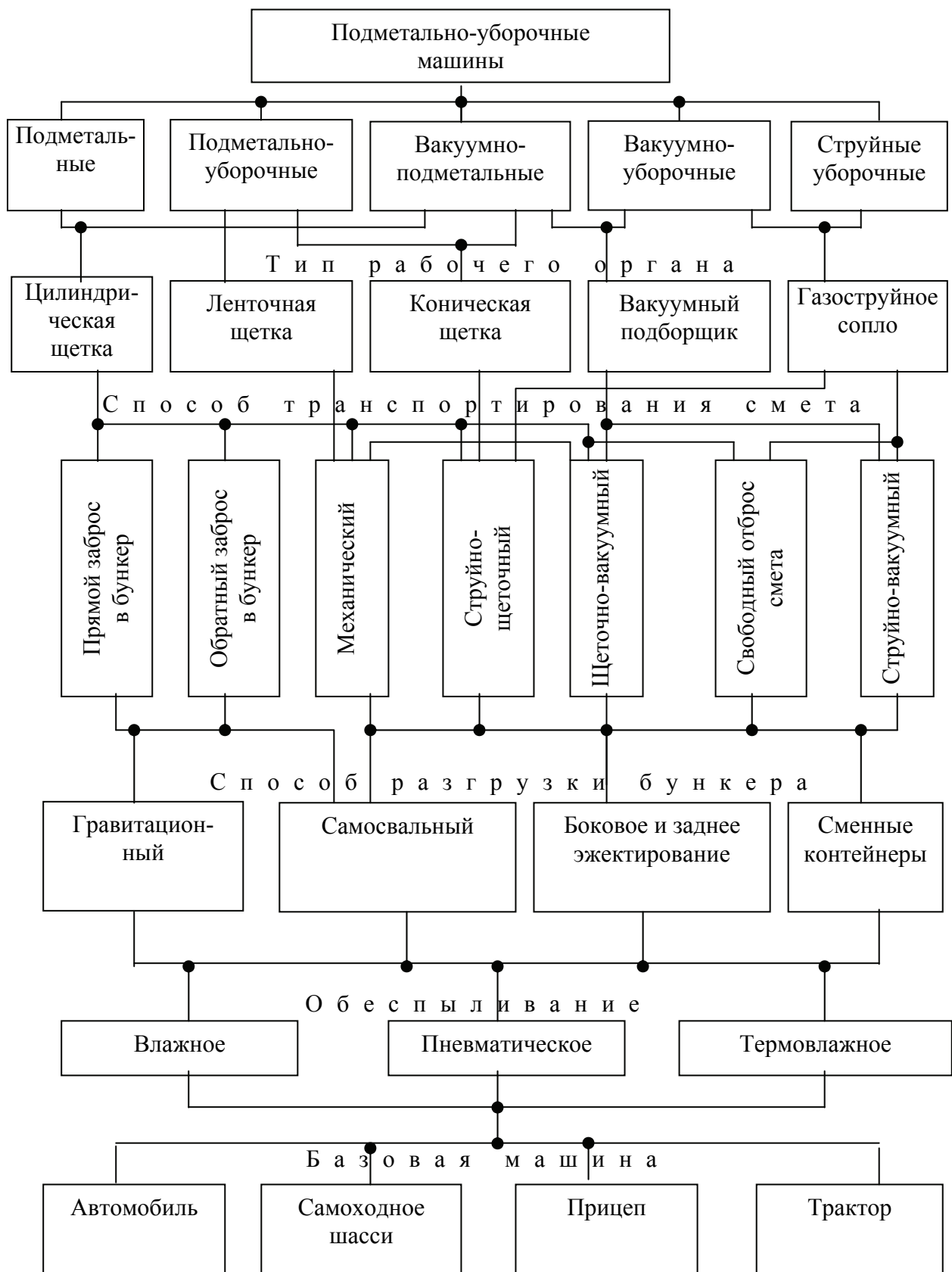


Рис. 4.2. Классификация подметально-уборочных машин

Рабочими органами подметально-уборочных машин, взаимодействующими с покрытием, являются: цилиндрические, конические (лотковые), ленточные щетки, вакуумные подборщики и струйные очистители. Цилиндрические щетки не только подметают покрытие, но и направляют смет непосредственно в бункер или к транспортирующему устройству. Лотковые щетки обеспечивают направленный отброс смета от крайних точек по ширине захвата к оси машины. Ленточные щетки одновременно с отделением смета от покрытия транспортируют его в бункер.

Наиболее широко используют механическое транспортирование смета шнековым подборщиком и скребковым транспортером. При щеточно-вакуумном транспортировании цилиндрическая щетка подает смет в вакуумный подборщик. Применяются и машины, у которых щеточный ворс заменен сдувающими соплами, воздушные потоки которых обеспечивают отрыв загрязнений от покрытия и перемещение их к всасывающему трубопроводу.

#### **4.2. Конструкция и основные технические характеристики подметально-уборочных машин**

Техническая характеристика подметально-уборочных машин приведена в табл. 4.1. Машина КО-304 снабжена пневматическим транспортером смета, одна лотковая щетка цилиндрического типа расположена за кабиной водителя с правой стороны по ходу машины. Остальная полоса захвата машины подметается другой цилиндрической щеткой, установленной под углом к продольной оси машины впереди лотковой щетки так, чтобы смет поступал в зону работы лотковой щетки, выполняющей функции подборщика. Над лотковой щеткой размещено всасывающее сопло пневматического транспортера. Благодаря этому весь смет, отбрасываемый лотковой щеткой, подхватывается воздушным потоком и поступает в пневматический транспортер.

Машина КО-304А, являющаяся модификацией машины КО-304, снабжена лотковой щеткой торцевого типа, что позволило повысить эффективность подметания прилотковой полосы.

Машина КО-309 (рис. 4.3) состоит из следующих узлов: щеточного устройства, пневматического транспортера, вентилятора, бункера для смета, системы увлажнения с водяным баком, гидрооборудования и механизмов привода.

Привод всех механизмов осуществлен от двигателя шасси через коробку отбора мощности (рис. 4.4), к верхнему валу которой клиноременной передачей приводятся вентилятор и насос системы увлажнения. Конструкция привода обеспечивает совместную работу вентилятора и водяного насоса. К нижнему валу коробки подведен насос гидросистемы машины.

Технические характеристики подметально-уборочных машин

Показатели	Модель машины					
	КО-304А	КО-309	ПУ-53	ВПМ-53А	В-63	В68М-250
Базовое шасси	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	КрАЗ-219	КРАЗ-250
Ширина подметания, м:						
всеми щетками	2,15	2,8	2,8	1,95	2,5	3
цилиндрической						
и одной лотковой	2,15	2,25	2,4	—	—	—
Вместимость бункера для смета, м <sup>3</sup>	2	2	2·0,75 = 1,5	1,6	—	—
Вместимость бака для воды, м <sup>3</sup>	0,76	0,7	1,0	0,6	—	—
Рабочая скорость, км/ч	6–13	6–13	6–13	4,58	2–5,6	8–20
Диаметр щетки, м:						
цилиндрической	0,49	0,47	0,7	—	—	—
лотковой	0,8	0,8	0,9	—	—	—
Принцип действия	Щеточно-пневматический с увлажнением			Вакуумный с увлажнением	Вакуумный	
Габаритные размеры, мм:						
длина	5850	6185	6560	5820	10130	11430
ширина	2300	2270	2350	2400	3000	3000
высота	2610	2600	2440	2450	2400	3350
Масса, кг:						
без смета и воды	4840	4875	5500	4930	—	—
без специального оборудования	2240	2285	2900	—	—	—
в заправленном состоянии	—	—	—	—	20740	23180

Машина работает следующим образом. Система увлажнения смачивает подметаемую полосу. Лотковые щетки отделяют загрязнение на полосе захвата и направляют смет к середине машины в зону действия щетки-подборщика. Подборщик захватывает весь смет и отбрасывает на лоток и винтовой конвейер. С помощью конвейера смет перемещается к центру лопастями метателя, подающим смет к всасывающему соплу трубы пневматического транспортера, который перемещает смет в бункер, где он отделяется от струи воздуха. Для лучшего транспортирования в бункер машины и отделения от воздушной струи смет при входе в пневмотранспортер увлажняется с помощью форсунок. Бункер опорожняется путем перемещения его при открытой крышке в наклонное положение. Машина может работать с одной или двумя лотковыми щетками.



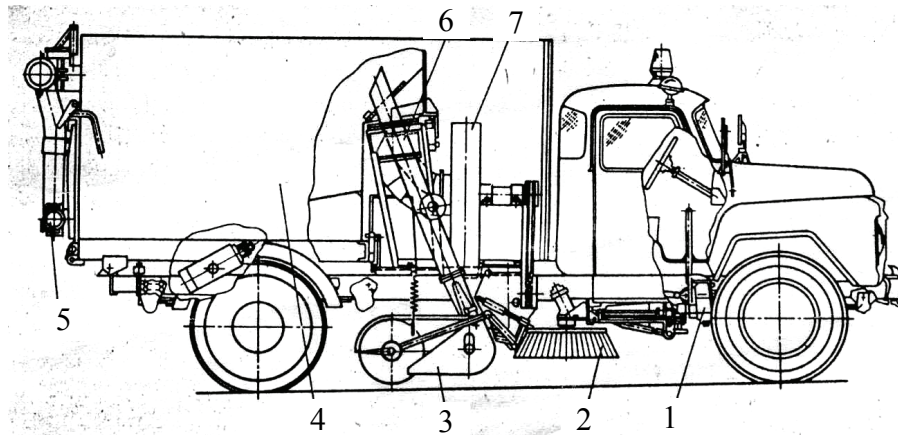


Рис. 4.3. Подметально-уборочная машина КО-309: 1 – коробка отбора мощности; 2 – лотковая щетка; 3 – щеточный подборщик; 4 – бункер; 5 – всасывающий шланг; 6 – транспортер; 7 – вентилятор

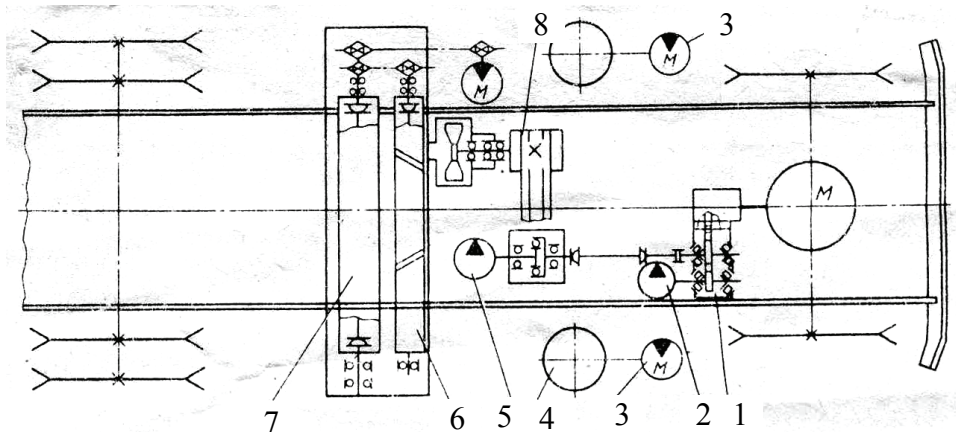


Рис. 4.4. Кинематическая схема машины КО-309: 1 – коробка отбора мощности; 2 – гидронасос; 3 – гидромотор; 4 – лотковая щетка; 5 – водяной насос; 6 – шнек; 7 – цилиндрическая щетка; 8 – вентилятор

На специальной подвеске закреплен всасывающий шланг, используемый для уборки смета из труднодоступных мест.

Машина ПУ-53А (рис. 4.5) состоит из следующих основных узлов: подметального устройства, механизмов перемещения смета в мусоросборники, системы увлажнения, гидравлической системы, механизмов привода рабочих органов и управления. Подметальное устройство состоит из двух лотковых щеток перед задними колесами и главной цилиндрической щетки за ними. Лотковые щетки подвешены на параллельно расположенных рычагах, позволяющих устанавливать щетки в нужное положение и копировать неровности покрытия. Лотковые щетки имеют механизмы для регулирования деформации ворса по мере его изнашивания. Перед цилиндрической щеткой, подвешенной на шарнирной раме, расположен лоток с двумя винтовыми конвейерами, у которых лопасти навиты в противоположные стороны.

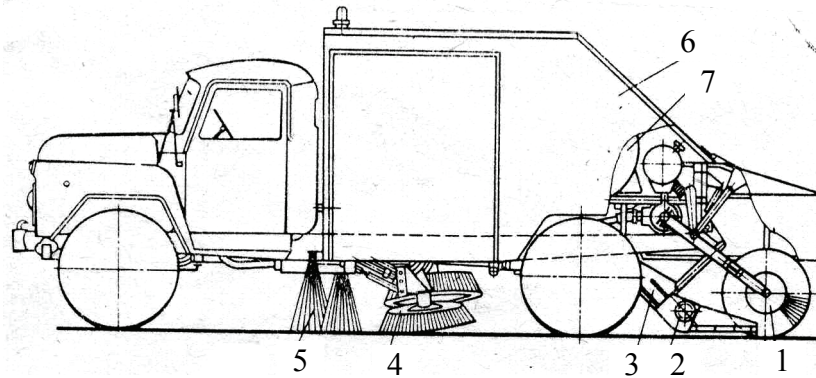


Рис. 4.5. Подметально-уборочная машина ПУ-53А: 1 – цилиндрическая щетка; 2 – винтовой конвейер; 3 – транспортер; 4 – лотковая щетка; 5 – система увлажнения; 6 – кузов; 7 – водяной бак

В транспортное и рабочее положение лотковые и цилиндрическая щетки поднимаются и опускаются с помощью гидроцилиндров. Гидроцилиндры перемещения лотковых щеток являются также распределителями, через которые масло подается к гидромоторам привода. Такая конструкция обеспечивает автоматическое включение гидромотора, вращающего лотковую щетку при ее опускании в рабочее положение, и его отключение при подъеме щетки в транспортное положение.

Смет забрасывается в корытообразный желоб, расположенный в передней части лотка, и винтовым конвейером перемещается к середине машины и подается на наклонный скребковый конвейер. Со скребкового конвейера смет поступает в приемный бункер, представляющий собой два металлических контейнера. После заполнения контейнеры разгружают гидроцилиндрами и рычажной системой или заменяют порожними.

Система мокрого обеспыливания состоит из двух сообщающихся баков для воды, насоса, трубопровода и разбрызгивающих воду форсунок. Водяной насос вихревого типа получает вращение от нижнего вала раздаточного редуктора.

Гидравлическая система машины служит для привода лотковых щеток, разгрузки контейнеров, а также для опускания в рабочее и подъема в транспортное положение рабочих органов.

Механизм привода состоит из коробки отбора мощности, которая приводит в действие насос гидросистемы (рис. 4.6). От верхнего вала коробки отбора мощности с помощью карданного вала крутящий момент передается на раздаточный редуктор, который служит для привода водяного насоса системы увлажнения и передачи карданным валом крутящего момента на конический редуктор, приводящий в действие цепь транспортера и цепную передачу привода цилиндрической щетки.

Привод шнека осуществляется от цепи транспортера. Механическим и гидравлическим приводами управляют из кабины водителя.

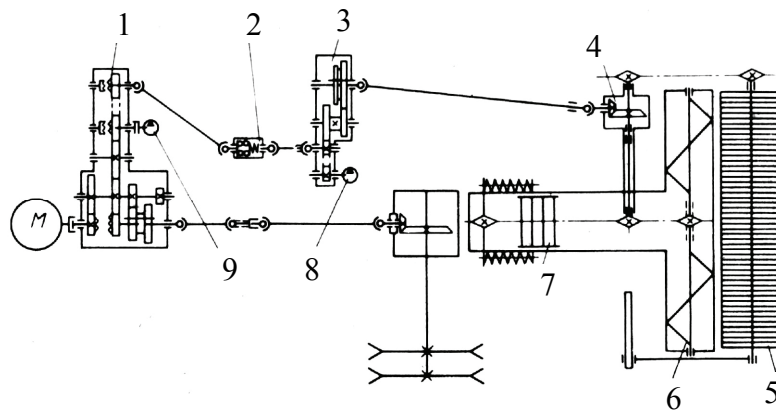


Рис. 4.6. Кинематическая схема машины ПУ-53А: 1 – коробка отбора мощности; 2 – предохранительная муфта; 3 – раздаточный редуктор; 4 – конический редуктор; 5 – цилиндрическая щетка; 6 – шнек; 7 – транспортер; 8 – водяной насос; 9 – масляный насос

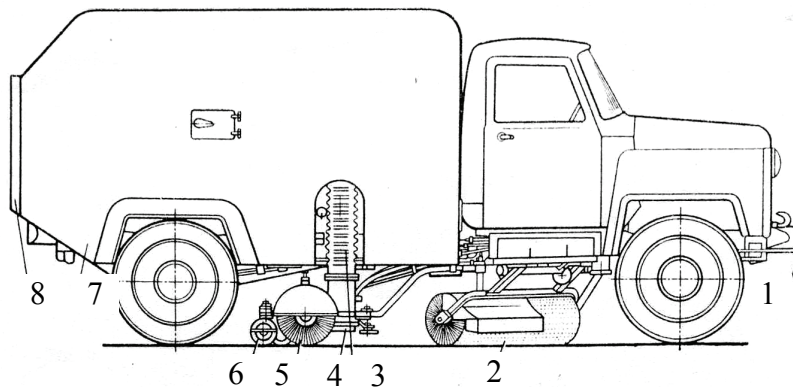


Рис. 4.7. Вакуумно-уборочная машина: 1 – разбрызгивающая форсунка; 2 – цилиндрическая щетка; 3 – всасывающий рукав; 4 – заборное сопло; 5 – лотковая щетка; 6 – опорное устройство; 7 – кузов; 8 – задняя крышка

Для работы в зимнее время часть подметального оборудования демонтируют и заменяют плужно-щеточным снегоочистительным оборудованием.

Машины со щеточно-вакуумным удалением смета ВПМ-53А (рис. 4.7) получили широкое применение из-за высокого качества очистки и хороших экологических показателей. Оборудование этих машин состоит из щеточного устройства, системы увлажнения, системы пневматического транспортирования смета, привода рабочего оборудования и гидросистемы.

Система увлажнения вакуумно-уборочной машины состоит из бака для воды, насоса, трубопровода и разбрызгивающих форсунок. Привод рабочего оборудования осуществляется от двигателя базового автомобиля.

Цилиндрической щеткой смет при движении машины сдвигается в зону действия цилиндрической лотковой щетки. Перед лотковой щеткой установлено заборное сопло вакуумно-пневматической системы. Смет, отделяемый с покрытия лотковой щеткой, всасывается через заборное сопло и по гофрированному резиновому рукаву поступает в бункер. Всасывание смета происходит вследствие разрежения, создаваемого в бункере вентилятором (рис. 4.8).

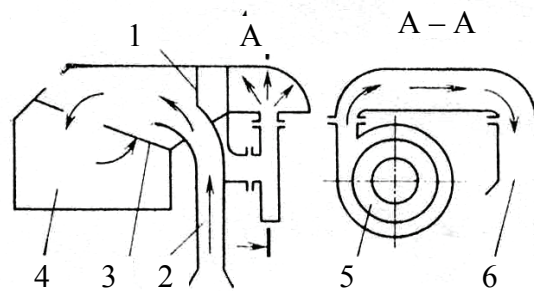


Рис. 4.8. Пневматическая схема вакуумно-уборочной машины: 1 – сетка; 2 – всасывающий рукав; 3 – отбойный лист; 4 – бункер; 5 – вентилятор; 6 – выхлопной патрубок

Для очистки воздуха от смета служат отбойный лист и металлическая сетка. Взвесь смета в воздухе поступает в бункер в виде вихревого потока и отражается от днища бункера в сторону выхлопного патрубка. Отбойный лист установлен для отделения наиболее крупных частиц смета. Окончательная очистка воздуха происходит через металлические сетки, расположенные на входе в вентилятор. Из вентилятора обеспыленный воздух через выхлопной патрубок поступает в атмосферу.

Чтобы повысить эффективность процесса обеспыливания, смет увлажняют. Для этого под буфером машины установлены форсунки, разбрызгивающие воду и увлажняющие полосу покрытия. В зоне действия лотковой щетки и в заборном сопле смет увлажняется дополнительно.

Прицепной вариант подметально-уборочной машины АПВ-4, изготовленный ЗАО «Гидравлика» (Санкт-Петербург), соединил в себе новейшие разработки ведущих фирм Европы в области производства подметально-уборочных машин всасывающего типа, таких как JON-STON, SHMIDT, BUCHER, KROLL и др.

Машина АПВ-4 агрегируется с колесными тракторами мощностью двигателя не менее 60 л. с., допускающими вертикальную нагрузку на сцепное устройство не менее 800 кг.

#### Технические характеристики агрегата АПВ-4 (двигатель Д130Т)

Мощность двигателя, кВт (л. с.) .....	44,1 (60)
Скорость подметания, км/ч, не более .....	10
Ширина подметания, мм, не менее .....	1850
Скорость транспортировки, км/ч, не более .....	25
Колея, мм .....	1550
Длительность непрерывной работы без дозаправки топлива, ч .....	8
Объем бункера, м <sup>3</sup> , не менее .....	3,2
Масса смета в бункере, т, не более .....	3,5
Высота разгрузки, мм, не менее .....	1650
Габаритные размеры, мм:	
длина .....	4800
ширина по бункеру .....	1950
высота .....	2870
Масса эксплуатационная, кг, не более .....	4000

Сбор мусора осуществляется с помощью подметально-вакуумного устройства. Двигатель трактора приводит в действие насосную станцию гидросистемы, обеспечивающую подъем-опускание платформы бункера, вращение щеток, открытие-закрытие крышки бункера и заслонки, а также подъем-опускание мусорозаборника.

Двигатель агрегата приводит в действие вентилятор, создающий вакуум для подбора мусора, а также водяной насос системы орошения.

Мусор подметается двумя лотковыми и одной цилиндрической щетками и подается к всасывающему раструбу. Затем он смачивается водой, распыляемой через форсунки, и всасывается за счет вакуума, создаваемого вентилятором. Через гибкий шланг мусор, смоченный водой, поступает в бункер, где и оседает, заполняя его. Воздух, освободившись от мусора, проходит через сетку, всасывающий канал и вентилятор, выходит в атмосферу.

Фирма SCHMIDT разработала компактную подметальную машину модели CJS, предназначенную для быстрой очистки от свежеснежавшего снега ВПП и бетонных покрытий. Техническая характеристика машины приведена в табл. 4.2.

За счет интегрирования в одном блоке снегоочистителя, подметающего устройства и воздуходувки фирма изготовила маневренную и высокопроизводительную машину. В ней применяются многосекционный подпружиненный снегоочиститель, щетка, расположенная между передней и задней осями, с регулировкой угла установки. Подвод воздуха осуществляется через сопла на уровне покрытия. В транспортном положении сопла поднимаются, не выступая за контуры транспортного средства.

Таблица 4.2

Техническая характеристика подметальной машины  
с воздухоподдувом модели CJS

Показатели	Значение
Ширина уборки отвалом, м	От 4,07 до 4,75
Длина щетки, м	3,08; 4,2
Ширина подметания при угле установки 36°, м	3,06; 3,4
Диаметр щетки, мм	680
Тип щетки	Модульная
Материал ворса	Полипропилен, сталь
Дополнительный двигатель мощностью, кВт	240
Рабочая скорость, км/ч	До 40
Производительность воздуходувки, м <sup>3</sup> /мин	530

Управление всеми системами осуществляется с пульта управления, находящегося в кабине водителя. Положение щетки и воздуходувных сопел постоянно воспроизводится на экране дисплея.

Подметальная машина AS 750 фирмы SCHMIDT предназначена для быстрого удаления всех видов мусора с территории аэропортов. Краткая техническая характеристика подметальной машины приведена в табл. 4.3, а общий вид машины показан на рис. 4.9.

Система мусорозабора, расположенная сзади машины, состоит из комбинированной всасывающей и воздуходувной головки и щетки с гидроприводом. Большая сила разрежения всасывания обеспечивает удаление всех видов мусора.

Отделение пыли в бесфильтровом бункере достигается за счет центробежной силы воздушного потока. Струи воды через разбрызгивающие форсунки увлажняют мусор, обеспечивая его забор без пыли.

Таблица 4.3

Краткая техническая характеристика подметальной машины AS 750

Показатели	Значение
Отношение общего объема бункера к номинальной емкости, м <sup>3</sup>	8/6
Ширина подметания, мм	2100
Скорость подметания, км/ч, не более	40
Емкость бака орошения, л	2000
Дополнительный двигатель	Мерседес-Бенц
Мощность дополнительного двигателя, кВт	148

Дополнительный дизельный двигатель приводит в действие вентилятор, гидравлические и водяные насосы.

Управление всеми системами осуществляется с пульта управления, расположенного в кабине водителя.

Дополнительно может быть установлено оборудование:

два воздуховодных сопла для очистки открытых участков от песка, снега и воды;

правая и левая щетки;

гибкий шланг, прикрепленный на поперечине, расположенной на дверце бункера, для очистки труднодоступных мест при удалении мусора.

Навесное оборудование машины может монтироваться на стандартном шасси грузовых автомобилей массой выше 14000 кг.

**Щеточно-продувочная машина VAMMAS SB 3600.** Установка SB 3600 буксируется тягачом (рис. 4.10). Если тягач оборудовать передним снегоотвалом, а установку SB 3600 присоединить как буксир, получим мощный снегоуборочный комплекс для очистки ВПП, РД, МС и перрона. Машина идеально подходит для уборки с ВПП пыли, мусора и других нежелательных загрязнений.

Рабочая ширина установки – 3,6 м, частота вращения щетки регулируется бесступенчато от 0 до 13,3 с<sup>-1</sup>. Щеточно-продувочная система снабжена дизельным двигателем мощностью 230 кВт.

Мощная продувка воздуха через три сопла, расположенных в задней части установки SB 3600, эффективно очищают покрытие по периметру захвата.

Опорные колеса, переднее колесо, а также подвеска щеточного вала гарантируют точный и необходимый контакт щетки с покрытием ВПП.

На дистанционном пульте управления, расположенном в кабине тягача, имеются все системы управления машиной.



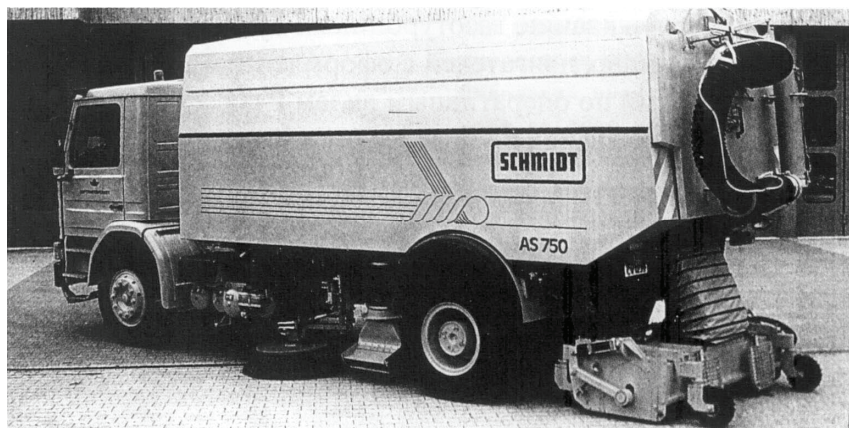


Рис. 4.9. Подметальная машина модели AS 750

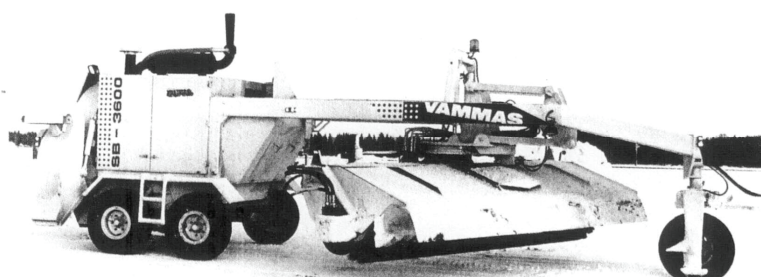


Рис. 4.10. Щеточно-продувочная установка SB 3600

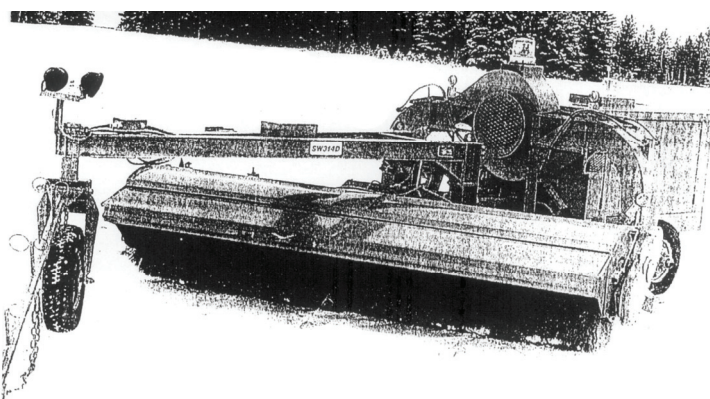


Рис. 4.11. Установка для подметания ВПП серии SW-314D

Главными качественными характеристиками щеточно-продувочной машины VAMMAS SB 3600 являются высокая производительность, качество очистительных работ, работоспособность и экономичность.

Подобная установка для подметания ВПП серии SW-314D совместного производства компании Sicard и завода «Севдормаш» показана на рис. 4.11.

Это несложная установка с механическим приводом состоит из щетки и воздушной системы, что позволяет этому оборудованию работать в аэропорту круглый год.

### 4.3. Расчет подметально-уборочных машин

Согласно данным [19], мощность, кВт, необходимая для привода машин, работающих с увлажнением:

$$N_{\text{увл}} = N_{\text{щ.г}} + N_{\text{щ.л}} + N_{\text{к}} + N_{\text{с.у}} + N_{\text{п}}, \quad (4.1)$$

где  $N_{\text{щ.г}}$  – мощность, необходимая для привода главной щетки, кВт;  $N_{\text{щ.л}}$  – мощность, необходимая для привода лотковой щетки, кВт;  $N_{\text{к}}$  – мощность, необходимая для привода транспортера механического и пневматического действия, кВт;  $N_{\text{с.у}}$  – мощность, необходимая для работы насоса системы увлажнения, кВт;  $N_{\text{п}}$  – мощность, необходимая для перемещения машины, кВт.

Мощность для привода главной щетки определяется по формуле

$$N_{\text{щ.г}} = N_{\text{тр}} + N_{\text{деф}} + N_{\text{в}} + N_{\text{от}}, \quad (4.2)$$

где  $N_{\text{тр}}$  – мощность, необходимая на преодоление сил трения ворса о поверхность покрытия, кВт;  $N_{\text{деф}}$  – мощность, расходуемая на деформацию ворса, кВт;  $N_{\text{в}}$  – мощность, необходимая для преодоления сопротивления воздуха, кВт (при незначительном сопротивлении воздуха не учитывается);  $N_{\text{от}}$  – мощность, необходимая для отделения частиц смета от дороги, кВт (не учитывается, так как отделение частиц смета от покрытия производится энергией, затрачиваемой при деформации ворса и частично освобождаемой после выпрямления).

Мощность, необходимая для преодоления сил трения ворса о покрытие:

$$N_{\text{тр}} = \frac{Pf_{\text{в}}(V_{\text{м}} + V_{\text{щ}})}{1000\eta_{\text{ц}}}, \quad (4.3)$$

где  $P$  – сила прижатия деформируемого ворса к дорожному покрытию, Н;  $f_{\text{в}}$  – коэффициент трения ворса о покрытие (для высокоуглеродистой стальной проволоки  $f_{\text{в}} = 0,34$ , для малоуглеродистой  $f_{\text{в}} = 0,4$ , для синтетического ворса  $f_{\text{в}} = 0,41$ );  $V_{\text{м}}$  – скорость машины, м/с;  $V_{\text{щ}}$  – окружная скорость конца прутка ворса, м/с;  $\eta_{\text{ц}}$  – КПД трансмиссии от двигателя к щетке.

Для расчета сил прижатия ворса используют [8] эмпирическую формулу

$$P = 5,3 \cdot 10^2 \cdot 2R_{\text{щ}} \left( \frac{EJ}{\ell} \right)^2 h^{1/3} Z_{\text{в}} [1 + 0,18(V_{\text{щ}} - 2)] \arccos \left( 1 - \frac{h}{R_{\text{щ}}} \right), \quad (4.4)$$

где  $R_{\text{щ}}$  – радиус щетки, м;  $E$  – модуль упругости материала ворса, Па (для стальной проволоки  $E = 2,1 \cdot 10^{11}$  Па, для синтетического ворса  $E = (7,1-8) \cdot 10^9$  Па);  $J$  – осевой момент инерции поперечного сечения прутка, м<sup>4</sup>;  $r_{\text{в}}$  – радиус поперечного сечения прутка, м;  $\ell$  – свободная длина прутка, м;  $h$  – деформация прутка, м (в зависимости от состояния покрытия  $h = 0,01-0,025$  м);  $Z_{\text{в}}$  – рабочее число ворсинок.



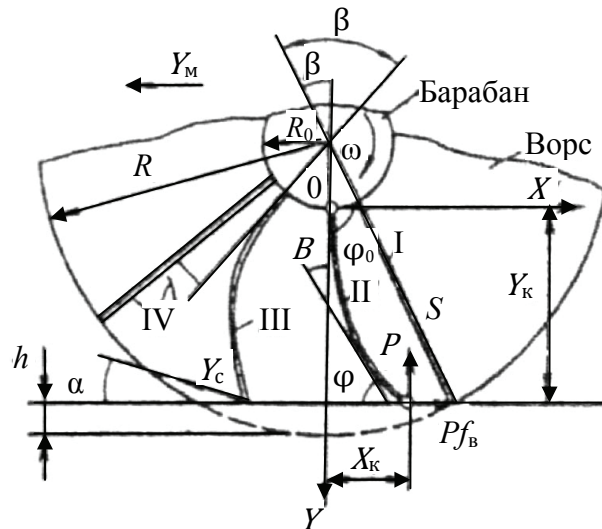


Рис. 4.12. Схема взаимодействия цилиндрической щетки с покрытием: I – начало контакта ворса с покрытием; II – вертикальное расположение ворса; III – конец контакта ворса с покрытием; IV – конец выпрямления ворса

Схема взаимодействия цилиндрической щетки с покрытием приведена в работе [10] и показана на рис. 4.12.

При взаимодействии цилиндрической щетки с покрытием авторы [10] выделяют четыре характерных положения прутка ворса. В начале контакта очередного прутка ворса с покрытием (положение I) угол контакта в зависимости от деформации прутка составляет от вертикальной оси угол  $\beta_1$ . В конечный момент контакта с покрытием прутки находятся в изогнутом состоянии (положение III). Центральный угол, соответствующий этому положению, равен  $\beta$ . Затем прутки резко разгибаются, отбрасывая смет со скоростью  $V_c$  под углом  $20^\circ$  к горизонту, и вновь занимает радиальное положение (IV).

По опытным данным Л. М. Гусева [8],  $\beta = 2,6\beta_1$ .

Угол поворота ворсинки при контакте с покрытием от ее вертикального положения

$$\beta_1 = \arccos \frac{R_{\text{ш}} - h}{R_{\text{ш}}}. \quad (4.5)$$

Зная угол  $\beta_1$ , можно определить в каждый данный момент рабочее число ворсинок

$$Z_b = \frac{B2\pi K_p}{d\beta \frac{V_{\text{ш}}}{V_M}}, \quad (4.6)$$

где  $B$  – ширина очищаемой щеткой полосы, м;  $K_p$  – коэффициент неравномерности размещения ворса на барабане ( $K_p = 2-2,5$ );  $d$  – диаметр прутка ворса, м (для стального ворса  $d = 4 \cdot 10^{-4} - 5 \cdot 10^{-4}$  м, для капронового волокна  $d = 2,2 \cdot 10^{-3} - 2,4 \cdot 10^{-3}$  м);  $\beta$  – угол поворота ворсинки при контакте с покрытием, рад.

Мощность, кВт, затрачиваемая на деформацию ворса:

$$N_{\text{деф}} = 0,26 \cdot 10^{-7} Z_B \frac{n^{3/2}}{d} \sqrt{h} \cdot \frac{EJ}{\ell} \Psi, \quad (4.7)$$

где  $n$  – частота вращения щетки, об/мин;

$$\Psi = \arcsin \frac{(R_{\text{щ}} - h) \sqrt{3(2R_{\text{щ}}h - h^2)}}{R_{\text{щ}}(R_{\text{щ}} - 2)}. \quad (4.8)$$

Схема взаимодействия конической лотковой щетки с покрытием приведена в работе [10] и показана на рис. 4.13.

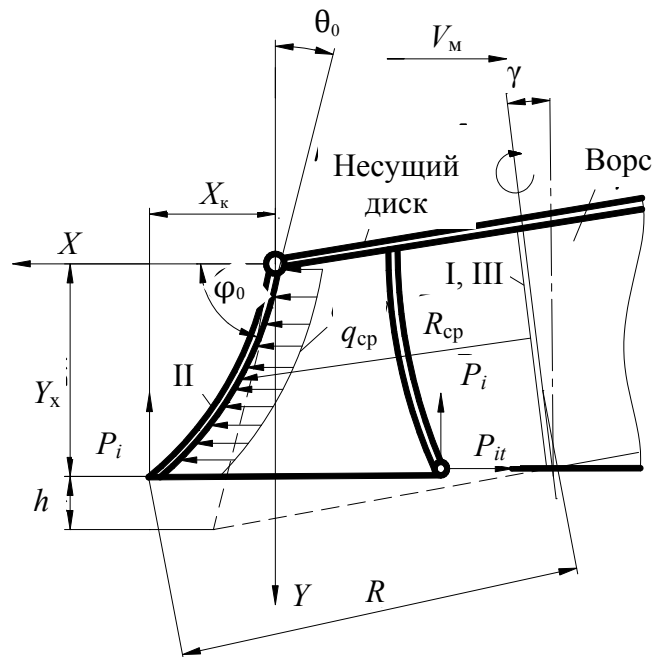


Рис. 4.13. Схема взаимодействия конической лотковой щетки с дорожным покрытием: I, III – начало и конец контакта ворса с покрытием; II – положение максимальной деформации ворса

Вертикальная реакция  $P_k$ , Н, конической лотковой щетки в общем виде определяется [10] по формуле

$$P_k = 5 \cdot 10^{-3} E J i_k \beta \frac{S^5}{y_k^9} \sqrt{\frac{SEJ}{q_{cp}}}, \quad (4.9)$$

где  $S$  – свободная длина прутка ворса, м;  $y_k$  – расстояние от поверхности диска закрепления деформированного ворса до горизонтальной поверхности покрытия, м;  $q_{cp}$  – распределенная центробежная сила инерции, которая может быть принята неизменной вдоль деформированного прутка ворса, Н·м;  $i_k$  – количество ворсинок щетки;

$$q_{cp} = 2m_b \omega^2 R_{cp} / S, \quad (4.10)$$

где  $m_b$  – масса прутка ворса, кг;  $\omega$  – угловая скорость вращения щетки, рад/с;  $R_{cp}$  – средний радиус вращения прутка, м;

$$i_k = 2\pi V_m / (d\omega). \quad (4.11)$$

Момент вращения конической щетки определяется суммой моментов тангенциальных сил трения и деформации ворса (реактивный момент отбрасывания смета и аэродинамическое сопротивление не учитываются ввиду их малости).

Для привода лотковой щетки потребуется [10] мощность, кВт,

$$N_k = P_k f_b R \omega K_{зап} / (1000 \eta_k), \quad (4.12)$$

где  $R$  – радиус вращения прутка ворса, м;  $K_{зап}$  – коэффициент, характеризующий запас мощности для преодоления неучтенных сил сопротивления ( $K_{зап} = 1,1-1,2$ );  $\eta_k$  – КПД привода конической щетки.

Мощность, необходимая для привода системы транспортирования смета механическим способом [19]:

$$N_T = N_k + N_{ш}, \quad (4.13)$$

где  $N_k$  – мощность, необходимая для привода конвейера, кВт;  $N_{ш}$  – мощность, необходимая для привода шнека, кВт.

$$N_k = V_k W_k / (1000 \eta_l), \quad (4.14)$$

где  $V_k$  – скорость конвейера, м/с;  $W_k$  – сила сопротивления движения конвейера, Н;  $\eta_l$  – КПД передачи от двигателя к конвейеру;

$$W_k = [(q_{cm}f_{cm} + q_k f_k)L_k \cos \beta_2 + q_{cm}H]K, \quad (4.15)$$

где  $q_{cm}$  – распределенная нагрузка от перемещения конвейером смета, Н/м;  $f_{cm}$  – коэффициент трения смета о детали конвейера;  $q_k$  – распределенная нагрузка от деталей конвейера, Н/м;  $f_k$  – коэффициент сопротивления движению цепи конвейера;  $L_k$  – длина конвейера, м;  $\beta_2$  – угол наклона конвейера, град;  $H$  – высота подъема смета конвейером, м;  $K$  – коэффициент, характеризующий сопротивления, возникающие в приводных элементах конвейера;

$$N_{ш} = \Pi_{ш} L_{cm} K_c / (367 \eta_2), \quad (4.16)$$

где  $\Pi_{ш}$  – подача шнека, т/ч;  $L_{cm}$  – расстояние, на которое перемещается смет, м;  $K_c$  – коэффициент сопротивления при транспортировании смета ( $K_c = 4$ );  $\eta_2$  – КПД передачи от двигателя к шнеку.

Подача шнека, кг/мин,

$$\Pi'_{ш} = 47 S_{ш} n \rho_{cm} \Psi D_{ш}^2, \quad (4.17)$$

где  $S_{ш}$  – шаг шнека, м;  $n$  – частота вращения шнека, об/мин;  $\rho_{cm}$  – плотность смета, кг/м<sup>3</sup>;  $\Psi$  – коэффициент заполнения шнека материалом ( $\Psi = 0,2-0,3$ );  $D_{ш}$  – диаметр шнека, м.

Вместимость бункера для смета, м<sup>3</sup>, определяется по формуле

$$V_b = B_{п} V_m q_c t / (\rho_c K_n), \quad (4.18)$$

где  $B_{п}$  – ширина подметания, м;  $q_c$  – норма загрязнений дорожных покрытий ( $q_c = 0,1-0,15$  кг/м<sup>2</sup>);  $t$  – время наполнения бункера сметом, с;  $\rho_c$  – плотность смета ( $\rho_c = 800-1500$  кг/м<sup>3</sup>);  $K_n$  – коэффициент использования вместимости бункера ( $K_n = 0,85-0,9$ ).

Вместимость водяного бака, м<sup>3</sup>,

$$V_b = B_1 V_m q_0 t_0 / (\rho_0 k_n), \quad (4.19)$$

где  $B_1$  – ширина полосы увлажнения, м;  $q_0$  – удельный расход воды при обеспыливании ( $q_0 = 0,025-0,035$  кг/м<sup>2</sup>);  $t_0$  – продолжительность опорожнения водяного бака, равная или кратная продолжительности наполнения бункера сметом, с;  $\rho_0$  – плотность воды ( $\rho_0 = 1000$  кг/м<sup>3</sup>);  $k_n$  – коэффициент наполнения бака ( $k_n = 0,9-0,95$ ).

При пневматическом транспортировании смета мощность привода вентилятора, кВт, вакуумной системы

$$N_B = 10^{-3} Q p_B / (\eta_B \eta_{пр}), \quad (4.20)$$

где  $Q$  – расход воздуха, обеспечиваемый вентилятором,  $\text{м}^3/\text{с}$ ;  $p_B$  – разрежение воздуха на входе в вентилятор, Па;  $\eta_B$  – объемный КПД вентилятора;  $\eta_{пр}$  – КПД привода вентилятора.

Расход воздуха

$$Q = K_3 B_{\pi} V_M q_c (\mu_K \rho_{B,\pi}), \quad (4.21)$$

где  $B_{\pi}$  – ширина подметания, м;  $\mu_K$  – коэффициент, характеризующий допустимую массовую концентрацию твердых частиц, транспортируемых потоком воздуха ( $\mu_K = 0,05\text{--}0,1$ );  $\rho_{B,\pi}$  – плотность воздуха в вакуумном подборщике,  $\text{кг}/\text{м}^3$ ;  $K_3$  – коэффициент запаса.

Плотность воздуха в вакуумном подборщике

$$\rho_{B,\pi} = \rho_B (p_a - p_{\pi}) / p_a, \quad (4.22)$$

где  $p_a$  – атмосферное давление, кПа;  $p_{\pi}$  – разрежение воздуха в вакуумном подборщике, кПа;  $\rho_B$  – плотность воздуха,  $\text{кг}/\text{м}^3$ .

Показателем нагруженности транспортирующей системы

$$\delta = Q_B / Q_{с.м}, \quad (4.23)$$

где  $Q_B$  – масса воздуха, проходящего через трубопровод в единицу времени;  $Q_{с.м}$  – масса смета, перемещаемого транспортером в единицу времени.

При  $\delta \geq 3$  транспортирующая система работает надежно. Суммарное сопротивление, возникающее во время транспортирования смета по пневмопроводу, не превышает 4000–5000 Па.

### Контрольные вопросы

1. Классификация подметально-уборочных машин.
2. Назовите основные способы транспортирования смета в бункер.
3. Назовите основные рабочие органы и технические характеристики подметально-уборочных машин.
4. Назовите недостатки и преимущества систем влажного и пневматического обеспыливания.
5. Из каких основных узлов состоят подметально-уборочные машины?
6. Как определяют вместимость водяного бака и мощность привода вентилятора вакуумной системы?

## Глава 5. МУСОРОСБОРОЧНЫЕ МАШИНЫ

### 5.1. Машины для сбора и вывоза бытовых отходов

Мусоросборочные машины предназначены для сбора твердых бытовых отходов (ТБО) и транспортирования их к месту утилизации. Они имеют различную конфигурацию, их классифицируют по следующим признакам: грузоподъемность, принцип загрузки кузова, наличие или отсутствие уплотнения отходов в кузове, характер движения уплотняющего устройства (периодического и непрерывного действия).

Схема уплотнителей периодического действия представлена в работе [10] и показана на рис. 5.1, схема классификации мусоросборочных машин дана на рис. 5.2.

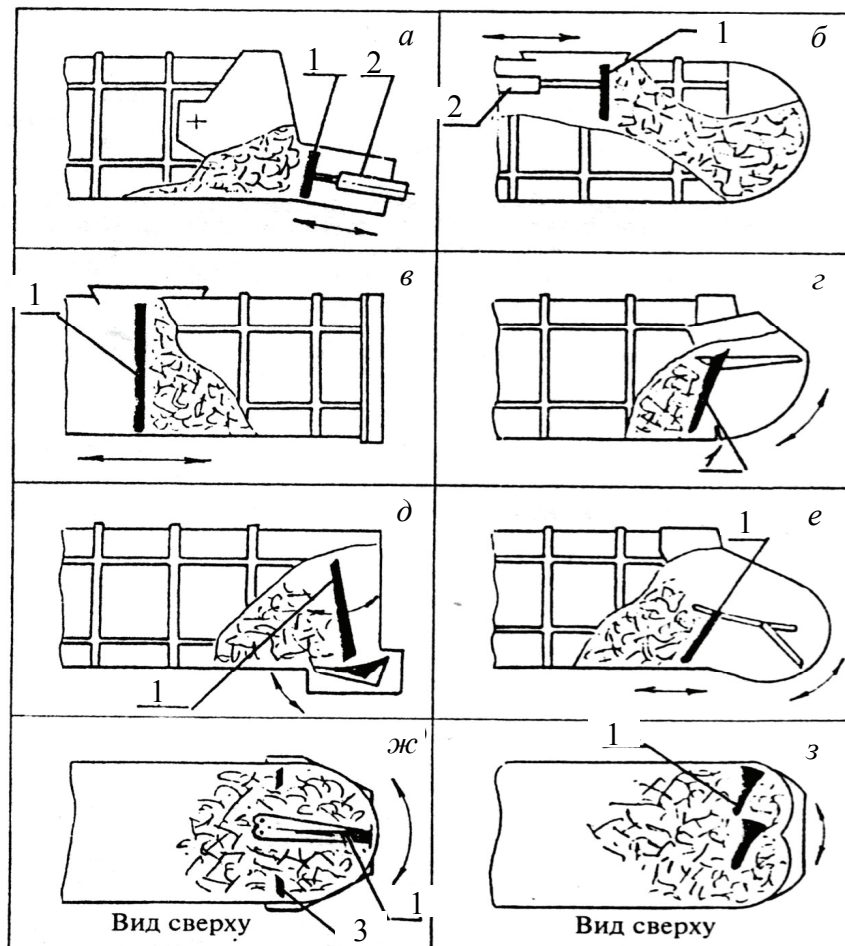


Рис. 5.1. Схема уплотнителей периодического действия: а – поступательно движущаяся плита; б – верхняя возвратно-поступательная плита; в – плита, сочетающая уплотнительную и разгрузочную функции; г – качающаяся плита; д – качающаяся плита с предуплотнением; е – плита с плоско-параллельным перемещением; ж – вращающаяся плита с измельчением отходов; з – две вращающиеся плиты; 1 – плита; 2 – гидроцилиндр; 3 – измельчитель отходов

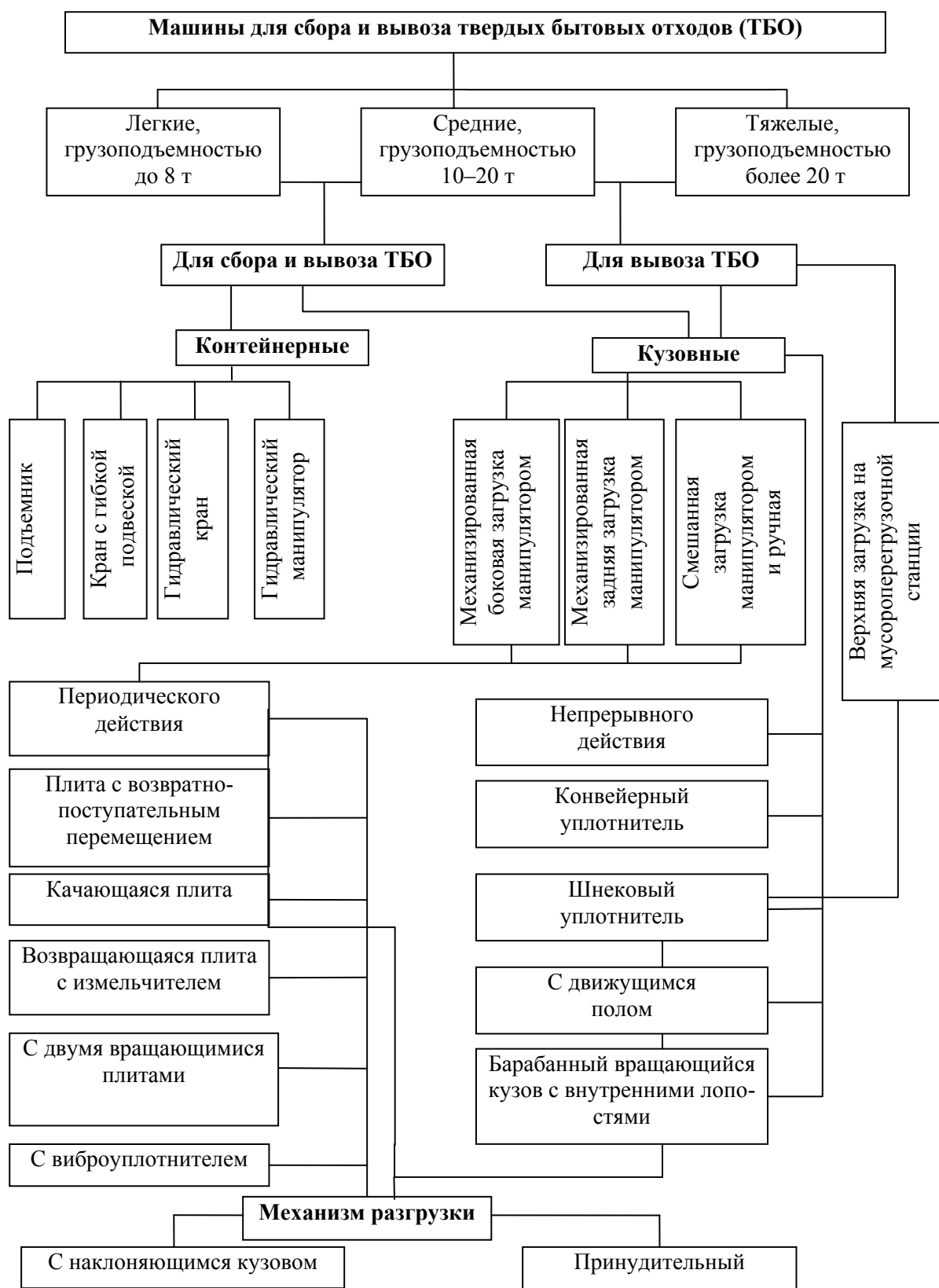


Рис. 5.2. Классификация машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов

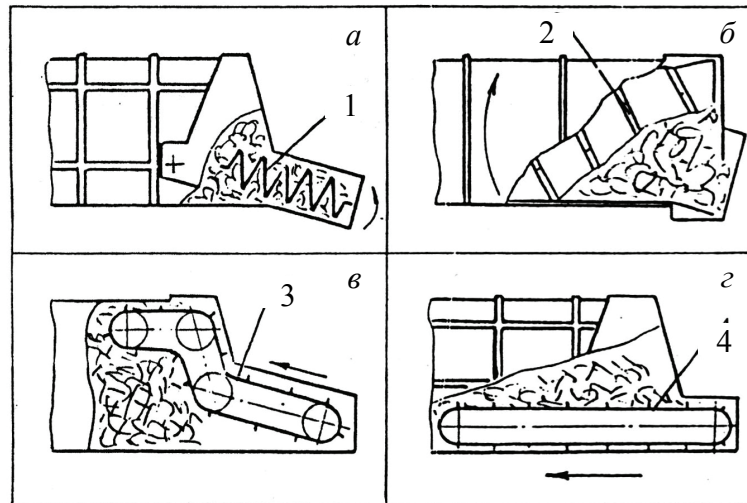


Рис. 5.3. Уплотнители непрерывного действия: *а* – шнековый уплотнитель; *б* – кузов-барабан со спиральными лопастями; *в* – наклонный скребковый транспортер; *г* – движущийся пол; 1 – шнек; 2 – лопасти барабана; 3 – скребковый конвейер; 4 – подвижный пол

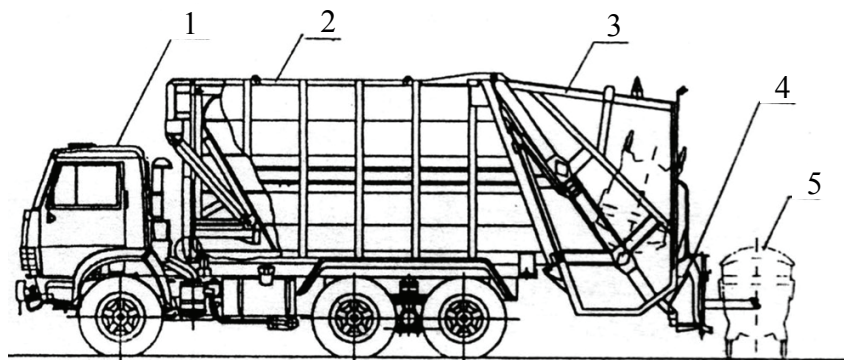


Рис. 5.4. Мусоровоз с уплотняющим механизмом в виде возвратно-поступательной плиты и качающегося ножа: 1 – базовое шасси; 2 – кузов; 3 – задняя стенка кузова; 4 – манипулятор; 5 – контейнер с мусором

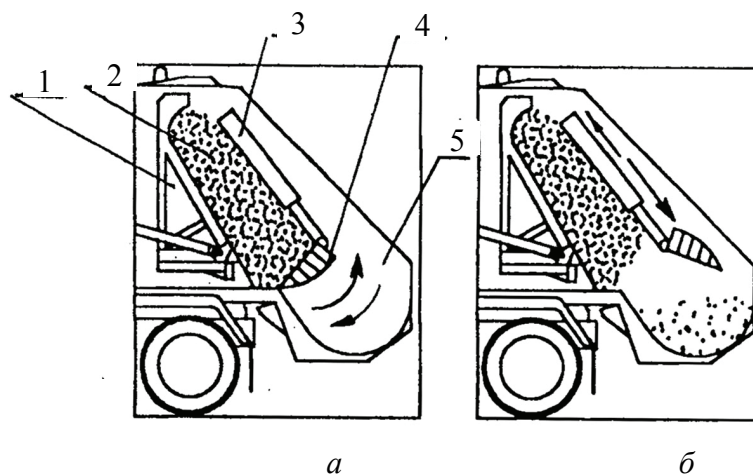


Рис. 5.5. Схема работы уплотняющего оборудования: *а* – освобождение приемного бункера; *б* – выдвижение плиты; 1 – выталкивающая плита; 2 – уплотнительный отсек; 3 – подающая плита; 4 – прессующая плита – качающийся нож; 5 – приемная ванна



Наибольшее распространение получили мусоровозные машины, в которых имеются загрузочно-уплотнительный механизм и выталкивающая плита, выполняющая роль подпрессовывающей стенки при загрузке и уплотнении отходов.

Меньше используются конструкции уплотнителей непрерывного действия [10] (рис. 5.3) из-за низкого коэффициента заполнения кузова, повышенного износа трущихся поверхностей, сложности загрузочно-уплотнительного устройства и его привода.

Уплотнители со скребковым транспортером (рис. 5.3, в) и подвижным полом (рис. 5.3, г) не получили практического применения.

Мусоровоз МКЗ-40 с уплотняющим механизмом в виде качающейся плиты показан на рис. 5.4. Мусор подается из контейнера в приемную ванну с помощью манипулятора и перемещается в уплотнительный отсек.

Схема работы уплотняющего механизма показана на рис. 5.5. Для загрузки мусора прессующую плиту поднимают вверх и приемный бункер открывают. В этом положении производится разгрузка контейнеров с мусором. Подающая плита опускается вниз, прессующая плита поворачивается и уплотняет мусор, находящийся в бункере, а затем она перемещается вверх, уплотняя мусор между поверхностью ножа и выталкивающей плитой. Выталкивающая плита отходит под действием уплотненного мусора, освобождая пространство для очередной порции мусора.

Технические характеристики мусоровозных машин с задней загрузкой приведены в табл. 5.1.

**Контейнерные мусоровозы** используются для перевозки заполненных мусором контейнеров. Погрузка и выгрузка контейнеров выполняется с помощью погрузочно-разгрузочных механизмов грузоподъемностью 500 кг, установленных на машине.

Специальное оборудование машины (рис. 5.6) смонтировано на автомобильном шасси и состоит из гидравлического стрелового крана, двух опрокидывающихся платформ, сменных контейнеров, фиксаторов, механизма привода, пультов управления и гидравлического привода.

С помощью стрелового крана пустые контейнеры разгружаются, а полные загружаются на раму шасси, фиксируются и транспортируются на места складирования мусора.

Гидравлический привод мусоровоза (рис. 5.7) состоит из масляного насоса, маслобака, гидрораспределителей, гидроцилиндров и системы трубопроводов.

Таблица 5.1

## Технические характеристики мусоровозных машин типа МКЗ

Показатели	Модель		
	МКЗ-20	МКЗ-30	МКЗ-40
Тип базового автомобиля	ЗИЛ-534332	МАЗ-5337	КамАЗ-53213/ КамАЗ-53229
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	8	10	18
Масса загружаемых отходов, кг	3200	4900	8250/10200
Масса спецоборудования, кг	3500	4000	5100
Полная масса машины, кг	14500	16000	20500/22400
Грузоподъемность манипулятора, кг	700	700	700
Габаритные размеры, мм:			
длина	8170	8170	8560
ширина	2500	2500	2500
высота	3545	3570	3560

**Мусоровозы типа МКМ и КО** предназначены для механизированной погрузки твердых бытовых отходов из контейнеров (вместимостью 0,75 м<sup>3</sup>) в кузов, их уплотнения, транспортирования и механизированной выгрузки. Мусоровоз КО-440-5 состоит из следующих основных частей (рис. 5.8): кузова, заднего борта, толкающей плиты, крышек загрузочного люка, подрамника, манипулятора, гидрооборудования, коробки отбора мощности, пневмо- и электрооборудования и доработанного шасси.

На подрамнике, неподвижно закрепленном стрелянками к шасси, шарнирно установлены кузов, гидropодъемники и манипулятор. Кузов сзади закрывают задним бортом, а спереди – толкающей плитой. На толкающей плите установлен разравниватель. На передней части кузова, сверху, расположен загрузочный люк. В транспортном положении он закрыт крышками. Привод рабочих органов (кузова, заднего борта, толкающей плиты, разравнивателя, манипулятора и крышек люка) гидравлический.

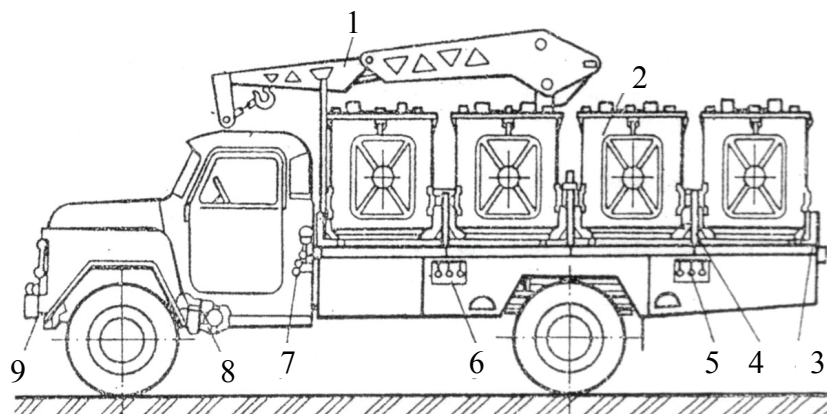


Рис. 5.6. Мусоровоз контейнерный: 1 – гидравлический стреловый кран; 2 – сменные контейнеры; 3 – опрокидывающаяся платформа; 4 – фиксаторы; 5–7 – пульты управления; 8 – привод гидравлический; 9 – базовая машина

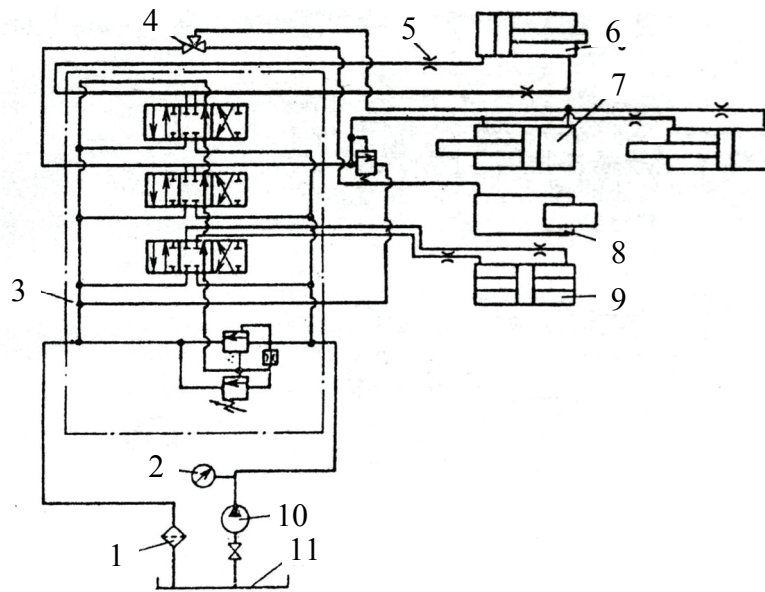


Рис. 5.7. Гидравлическая схема мусоровоза контейнерного: 1 – фильтр; 2 – манометр; 3 – гидрораспределитель; 4 – кран двухпозиционный ручной; 5 – дроссель; 6 – гидроцилиндр стрелы; 7 – гидроцилиндры стабилизации рессор; 8 – гидроцилиндр подъема; 9 – гидроцилиндр поворота крана; 10 – насос; 11 – маслобак

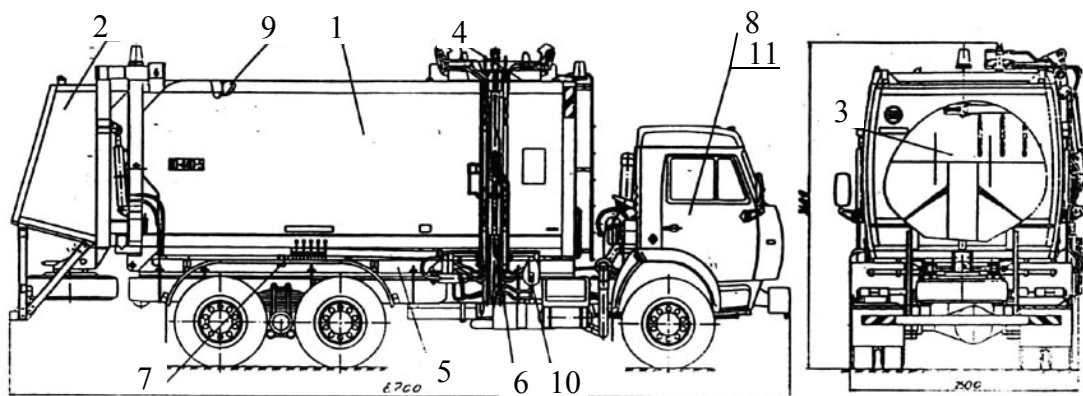


Рис. 5.8. Мусоровоз КО-440-5: 1 – кузов; 2 – борт задний; 3 – плита толкающая; 4 – крышки загрузочного люка; 5 – надрамник; 6 – манипулятор; 7 – гидрооборудование; 8 – коробка отбора мощности; 9 – электрооборудование; 10 – пневмооборудование; 11 – шасси доработанное

Загрузка твердых бытовых отходов из контейнеров в кузов производится при помощи манипулятора через люк в крыше кузова. Пульт управления рабочими органами размещен с правой стороны мусоровоза. Манипулятором осуществляются захват, подъем, опрокидывание (выгрузка) и возвращение контейнера на место. Разравнивание мусора для равномерного заполнения кузова производится разравнивателем.

Толкающая плита уплотняет мусор, перемещая его к заднему борту. Коэффициент уплотнения мусора находится в пределах от 1,5 до 2,5 (в зависимости от объемной массы отходов).

Задний борт фиксируется с кузовом двумя захватами.

Разгрузка кузова и заднего борта самосвальная. Подобную схему загрузки имеют мусоровозные машины типа КО и МКМ, но у мусоровозов МКМ выше грузоподъемность манипулятора, рабочее давление в гидросистеме доходит до 20 МПа, унифицированы отдельные узлы и детали. Технические характеристики мусоровозов типа КО и МКМ приведены в табл. 5.2 и 5.3.

Таблица 5.2

Технические характеристики мусоровозных машин типа КО

Показатели	Модель				
	КО-413	КО-415	КО-429	КО-431	КО-440-5
Базовое шасси	ГАЗ-5202	КамАЗ-53213	ЗИЛ-133Д4	ЗИЛ-433362 ЗИЛ-431412	КамАЗ-53215
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	7,5	22,5	20	7,5	22
Масса загружаемых отходов, кг	2900	9370	8120	4700	8500
Масса спецоборудования, кг	1850	4400	3975	1850	5000
Грузоподъемность манипулятора, кг	500	500	500	500	500
Габаритные размеры, мм:					
длина	5900	8600	8120	5900	8700
ширина	2340	2560	2500	2340	2500
высота	2700	3600	3700	3100	3600

Таблица 5.3

Технические характеристики мусоровозных машин типа МКМ

Показатели	Модель				
	МКМ-111	МКМ-2	МКМ-25	МКМ-35	МКМ-45
Базовый автомобиль	ГАЗ-3307	ЗИЛ-433362	ЗИЛ-133Д4	МАЗ-5337	КамАЗ-53213
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	8	9,6	18	18	20,6
Масса загружаемых отходов, кг	3200	4700	8250	7625	9000
Масса спецоборудования, кг	—	2400	4000	4000	4100
Грузоподъемность манипулятора, кг	700	700	700	700	700
Габаритные размеры, мм:					
длина	6800	7200	8200	7800	8800
ширина	2420	2450	2500	2500	2500
высота	3180	2900	3400	3400	3500

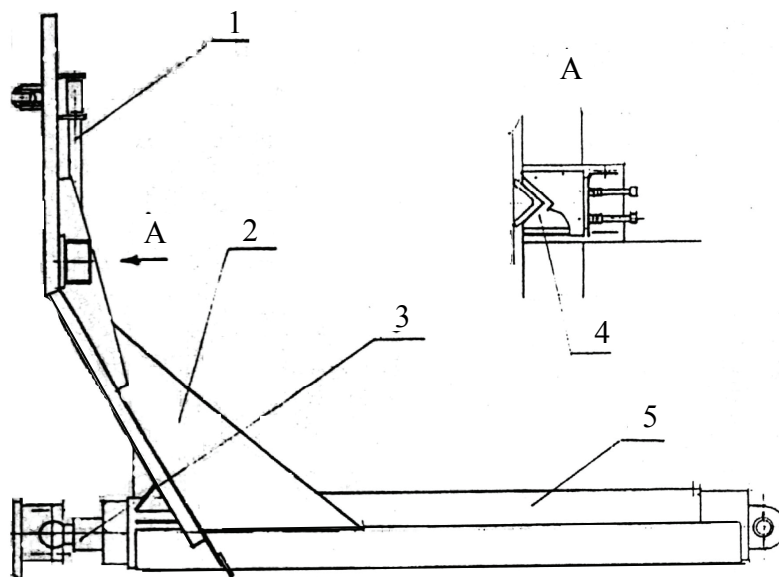


Рис. 5.9. Плита, толкающая мусоровоза КО-440-5: 1 – разравниватель; 2 – плита; 3 – гидроцилиндр привода плиты толкания; 4 – ползун; 5 – кожух

Кузов представляет собой сварную каркасную конструкцию и предназначен для приема, уплотнения и накопления бытовых отходов. Он состоит из основания, крыш, двух бортов, кронштейнов для крепления заднего борта, крепления гидроцилиндров поднятия заднего борта и верхних крышек.

На заднем борту имеются кронштейны для крепления верхних концов гидроцилиндров поднятия борта, балки для крепления борта к кузову, кронштейн для крепления заднего бруса. Снизу на заднем борту установлен уплотнитель и по бокам снаружи два фиксатора для прижатия заднего борта к кузову.

Плита толкающая (рис. 5.9) предназначена для перемещения и уплотнения твердых бытовых отходов в кузове, а также частичной выгрузки и закрытия кузова с передней стороны.

Крышки загрузочного люка служат для закрытия загрузочного люка в транспортном положении и крепятся к крыше кузова шарнирными петлями. Привод открывания и закрывания крышек гидравлический.

Надрамник представляет собой сварную конструкцию и предназначен для монтажа на нем основных узлов специального оборудования мусоровоза (кузова, манипулятора, гидроподъемников, гидрооборудования) и крепится на раму шасси стремянками.

Манипулятор грузоподъемностью 500 кг (рис. 5.10) установлен на плите надрамника с правой стороны мусоровоза. Он предназначен для захвата и выгрузки контейнера с мусором в кузов мусоровоза. Манипулятор состоит из поворотной траверсы, рамы, стрелы, захватов и зажимов. При помощи гидроцилиндров осуществляется поворот манипулятора, наклон рамы, подъем стрелы, излом стрелы, поворот захватов и зажим контейнера. Корпус захвата, стрела, рама и траверса соединены между собой осями вращения.

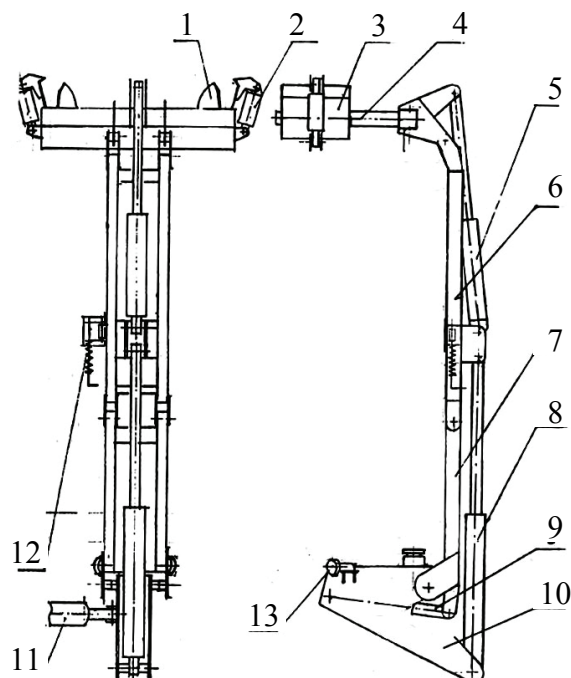


Рис. 5.10. Манипулятор машины КО-440-5: 1 – прижим; 2 – цилиндр захвата; 3 – захват; 4 – корпус захвата; 5 – цилиндр поворота захвата; 6 – стрела; 7 – рама; 8 – цилиндр излома стрелы; 9 – цилиндр наклона стрелы; 10 – траверса; 11 – цилиндр поворота манипулятора; 12 – фиксатор; 13 – ролик

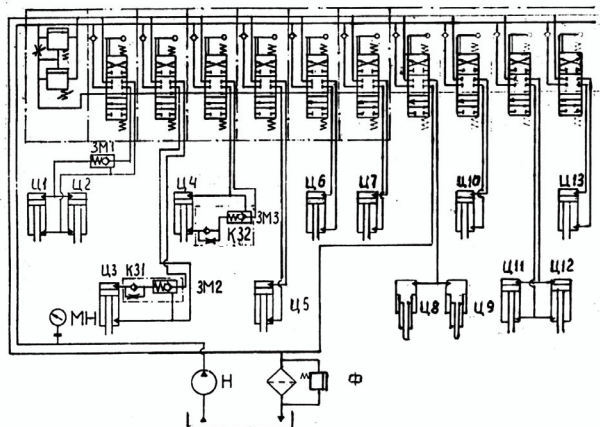


Рис. 5.11. Гидравлическая схема мусоровозной машины КО-440-5

Траверса является основанием всего манипулятора. Она установлена с помощью оси в плиту подрамника и поддерживается двумя роликами с внутренней стороны плиты подрамника.

Гидрооборудование (рис. 5.11) состоит из маслобака, фильтра, десятисекционного распределителя, соединительной арматуры и трубопроводов. Гидрораспределитель установлен на подрамнике под кузовом, рычаги управления расположены над правым брызгоотражателем. В напорной крышке распределителя встроен предохранительный клапан, отрегулированный на давление 12 МПа.



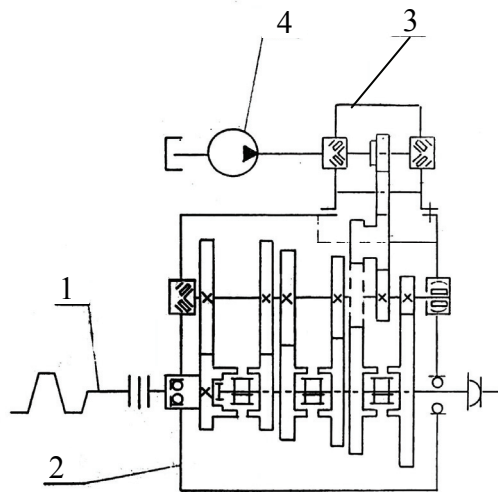


Рис. 5.12. Кинематическая схема установки коробки отбора мощности на машину КО-440-5: 1 – двигатель; 2 – коробка передач; 3 – коробка отбора мощности; 4 – насос

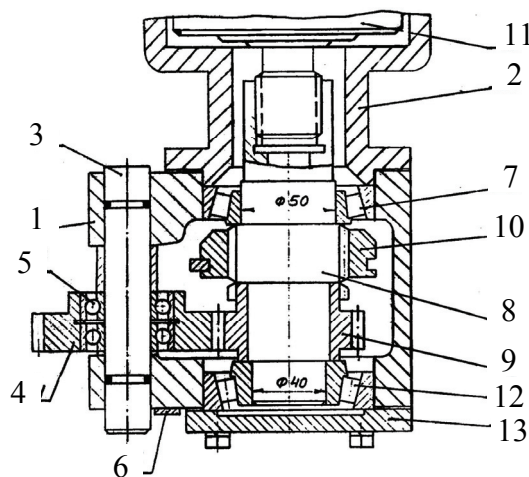


Рис. 5.13. Коробка отбора мощности машины КО-440-5: 1 – корпус; 2 – стакан; 3 – ось; 4, 9 – шестерни; 5, 7, 12 – подшипники; 6 – косынка; 8 – вал; 10 – муфта; 11 – насос; 13 – крышка

Кинематическая схема установки коробки отбора мощности на машину показана на рис. 5.12.

Коробка отбора мощности (рис. 5.13) служит для передачи крутящего момента от двигателя к насосу и крепится к коробке передач автомобиля с правой стороны. Ведущая шестерня коробки отбора мощности находится в постоянном зацеплении с шестерней коробки передач и ведомой шестерней коробки отбора мощности. Для включения насоса служит муфта. Передвижение муфты производится механизмом включения коробки отбора мощности (рис. 5.14), представляющей собой пневмоцилиндр с возвратной пружиной; на штоке закреплена вилка, которая связана с муфтой. Воздух подается из воздушной системы автомобиля через пневмоклапан электрический. Перед включением коробки отбора мощности необходимо обязательно выжать муфту сцепления двигателя, после включения муфту плавно отпустить.

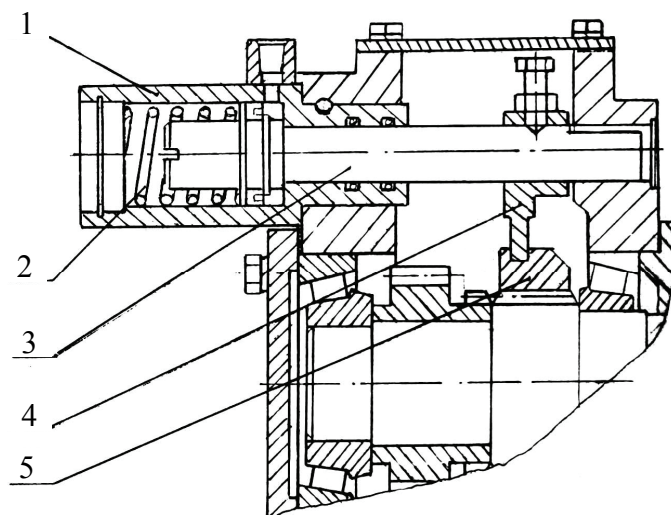


Рис. 5.14. Механизм переключения коробки отбора мощности машины КО 440-5:  
1 – пневмоцилиндр; 2 – пружина; 3 – шток; 4 – вилка; 5 – муфта

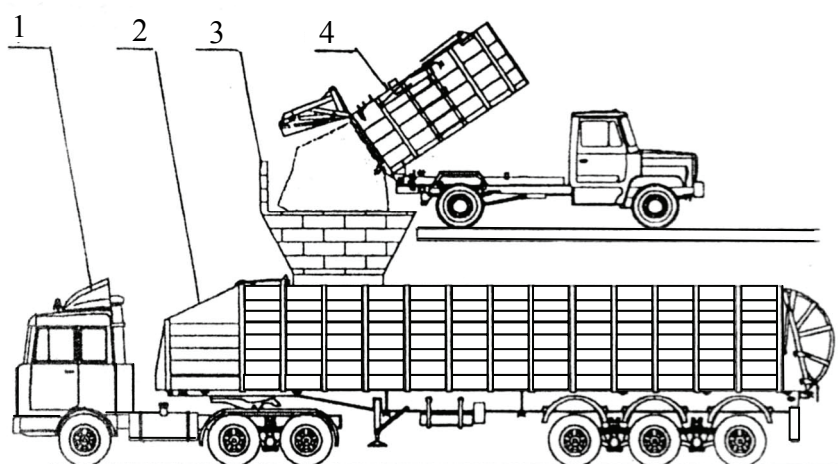


Рис. 5.15. Схема работы транспортного мусоровоза на мусороперегрузочной станции:  
1 – базовый автомобиль; 2 – полуприцеп с кузовом; 3 – загрузочный бункер мусороперегрузочной станции; 4 – собирающий мусоровоз

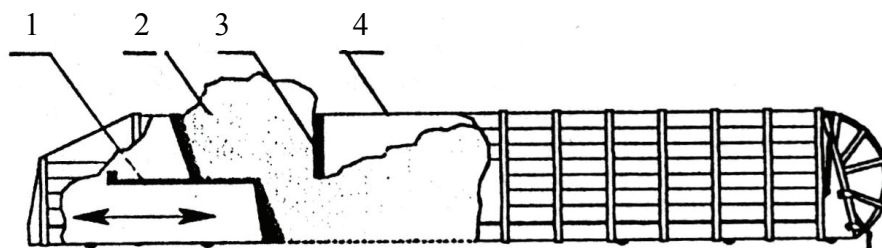


Рис. 5.16. Схема работы уплотняющего механизма транспортного мусоровоза:  
1 – уплотняющая плита; 2 – загрузочный проем кузова; 3 – внутренний бункер кузова; 4 – кузов



Технические характеристики мусоровозных машин типа МКТ

Наименование показателей	Модель		
	МКТ-100	МКТ-110	МКТ-150
Базовый автомобиль	КамАЗ-54112	МАЗ-54329	МАЗ-64229
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	40,6	40,6	44,5
Масса перевозимых ТБО, кг	15000	16500	24500
Масса спецоборудования, кг	6800	6800	8000
Полная масса машины, кг	32500	34000	48000
Рабочее давление в гидросистеме, МПа	20	20	20
Габаритные размеры, мм:			
длина	12500	12400	16000
ширина	2500	2500	2500
высота	3390	3450	3450

**Транспортные мусоровозы** предназначены для механизированной загрузки бытового мусора из собирающих мусоровозов на мусороперегрузочной станции, уплотнения мусора в кузове, транспортирования на 50–100 км от перегрузочных станций до мест утилизации или заводов по переработке твердых бытовых отходов. Технические характеристики мусоровозных машин типа МКТ приведены в табл. 5.4.

В процессе работы транспортный мусоровоз (рис. 5.15) устанавливают под загрузочным бункером мусороперегрузочной станции. Мусор из кузова, собирающего мусоровоза, через загрузочный бункер поступает внутрь кузова транспортного мусоровоза. Уплотняющая плита (рис. 5.16), совершая возвратно-поступательные перемещения, проталкивает мусор в заднюю часть кузова транспортного мусоровоза и уплотняет его. Выгрузка мусора осуществляется уплотняющей плитой при помощи шагового гидравлического механизма.

## 5.2. Расчет параметров мусоровозов

Расчет параметров мусоровозов включает: определение массы перевозимых отходов, усилий, возникающих при работе уплотняющей и выталкивающей плиты, крана-манипулятора; затрат энергии, необходимой для работы таких устройств. Исходя из этого выполняют расчеты на устойчивости машины, нагрузок, приходящихся на оси машины, а также прочностные расчеты узлов и деталей. Наиболее полно такие расчеты выполнены в работах [10, 13] и приведены ниже.

Оборудование и перевозимые отходы должны размещаться на базовом шасси так, чтобы нагрузка, приходящаяся от массы специального оборудования и отходов на передний и задний мосты базового шасси, не превышала допустимую. Вместимость кузова мусоровоза определяют с учетом того, что отходы в кузове мусоровоза уплотняются специальными устройствами, эффективность работы которых характеризуется коэффициентом уплотнения

$$K_{\text{упл}} = \frac{m_o}{\rho_{\text{т.о}} V_{\text{к.п}}}, \quad (5.1)$$

где  $m_o$  – масса перевозимых отходов, кг;  $\rho_{\text{т.о}}$  – плотность твердых отходов, кг/м<sup>3</sup>;  $V_{\text{к.п}}$  – полезная вместимость кузова мусоровоза, м<sup>3</sup>.

$$V_{\text{к.п}} = \frac{G_{\text{гр}}}{\rho_{\text{т.о}} K_{\text{упл}} K_{\text{нап}}}, \quad (5.2)$$

где  $G_{\text{гр}}$  – грузоподъемность автомобиля, кг;  $K_{\text{нап}}$  – коэффициент наполнения ( $K_{\text{нап}} \approx 0,9$ ).

Коэффициент уплотнения зависит от геометрических параметров кузова, механизмов загрузки и уплотнения твердых отходов. Коэффициент уплотнения твердых отходов представляет параболическую зависимость от удельного давления на уплотняющей плите. Для современных спецавтомобилей  $K_{\text{упл}} = 2,5\text{--}5$ .

При уплотнении бытовые отходы воспринимают усилия, направленные вдоль продольной оси машины, и сжимаются. Одновременно с этим они стремятся расшириться в перпендикулярном направлении. Однако этому препятствуют стенки кузова – возникает боковое давление на стенки. Принимают, что боковое давление от осевого давления имеет линейную зависимость

$$q = \mu P, \quad (5.3)$$

где  $q$  – боковое давление, МПа;  $P$  – осевое давление, МПа;  $\mu$  – коэффициент, характеризующий боковое давление при уплотнении отходов ( $\mu \approx 0,25$ ).

Уплотнение обеспечивается напряжениями сжатия, распространяющимися от рабочей поверхности уплотняющей плиты внутрь массива твердых отходов. Увеличение напряжения сжатия вызывает сдвиг некоторого объема твердых отходов, расположенных перед уплотняющей плитой.

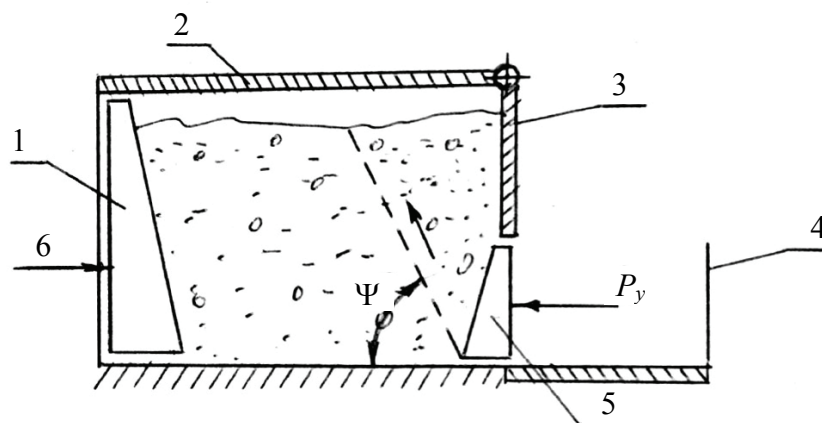


Рис. 5.17. Схема рабочего процесса: 1 – выталкивающая плита; 2 – кузов; 3 – задний борт; 4 – загрузочный бункер; 5 – уплотняющая плита; 6 – гидроцилиндр разгрузочной плиты

Направление сдвига происходит в сторону свободного объема кузова или области меньших напряжений сжатия под некоторым углом сдвига  $\Psi$  вверх относительно пола кузова. Угол сдвига определяют углами внешнего и внутреннего трения твердых отходов, углом наклона к горизонту рабочей поверхности уплотняющей плиты и величиной вертикального пригружающего давления на поверхность сдвига. Схема рабочего процесса спецавтомобиля при уплотнении твердых отходов показана на рис. 5.17.

Сдвиг твердых отходов в кузове при уплотнении происходит под углом  $\Psi = 20\text{--}30^\circ$  к горизонтальной поверхности днища кузова.

Наиболее распространенными в отечественной и зарубежной практике являются уплотняющие устройства циклического действия, снабженные уплотняющими плитами с поворотным или плоскопараллельным движением.

Усилие,  $H$ , на штоке гидроцилиндра привода плиты уплотнения твердых отходов, расположенного горизонтально, определяется из выражения

$$P_{\text{гц}} = \frac{P_{\text{упл}}}{\cos\beta}, \quad (5.4)$$

где  $P_{\text{упл}}$  – усилие уплотнения твердых отходов,  $H$ ;  $\beta$  – угол наклона рабочей поверхности плиты к вертикали, град.

$$P_{\text{упл}} = pF_{\text{пл}}, \quad (5.5)$$

где  $p$  – давление на рабочей поверхности уплотняющей плиты,  $\text{Н/м}^2$ ;  $F_{\text{пл}}$  – площадь рабочей поверхности плиты,  $\text{м}^2$ .

Для прочностных расчетов используется динамическое усилие уплотнения отходов

$$P_{\text{дин}} = P_{\text{гц}} K_{\text{дин}}, \quad (5.6)$$

где  $K_{\text{дин}}$  – коэффициент динамичности ( $K_{\text{дин}} \approx 1,5$ ).

Равновесие плиты в вертикальной плоскости обеспечивается условием

$$G_{\text{пл}} \geq \frac{P_{\text{тр}} - P_{\text{кас}}}{\cos \beta} = P_{\text{упл}} \frac{\text{tg } \delta - \text{tg } \beta}{\cos \beta}, \quad (5.7)$$

где  $G_{\text{пл}}$  – вес уплотняющей плиты, Н;  $P_{\text{тр}}$  – сила трения твердых отходов по рабочей поверхности, Н;  $P_{\text{кас}}$  – касательная сила, уравнивающая силу трения, Н;  $\delta$  – угол трения отходов по поверхности плиты, град.

$$P_{\text{тр}} = P_{\text{упл}} \text{tg } \delta, \quad (5.8)$$

$$P_{\text{кас}} = P_{\text{упл}} \text{tg } \beta.$$

Мощность, Вт, необходимая для привода уплотняющей плиты:

$$N_{\text{упл}} = 10^{-3} P_{\text{гц}} V_{\text{пл}} / \eta, \quad (5.9)$$

где  $V_{\text{пл}}$  – линейная скорость перемещения уплотняющей плиты, м/с ( $V_{\text{пл}} = 0,06\text{--}0,1$ );  $\eta$  – КПД трансмиссии привода уплотняющей плиты.

Мощность, Вт, привода уплотняющей плиты с поворотным движением

$$N_{\text{пв}} = 10^{-3} M_{\text{р}} \omega / \eta, \quad (5.10)$$

где  $M_{\text{р}}$  – момент силы сопротивления на оси поворота плиты, Н·м;  $\omega$  – угловая скорость поворота плиты, с<sup>-1</sup>.

$$M_{\text{р}} = \frac{2}{3} h P_{\text{упл}}, \quad (5.11)$$

где  $h$  – длина плиты, м.

**Расчет разгружающих устройств.** Разгрузка кузовных спецавтомобилей для сбора и вывоза твердых отходов осуществляется гравитационным путем при плотности отходов 300–500 кг/м<sup>3</sup> и более. При меньших значениях плотности (100–300 кг/м<sup>3</sup>) необходимо уплотнение отходов в кузове и использование принудительного способа разгрузки. Минимальный угол наклона кузова при самосвальной разгрузке должен быть больше угла внешнего трения. На практике угол наклона кузова принимают равным 50–55°.

Принудительная разгрузка кузова осуществляется выталкивающей плитой, совершающей плоскопараллельное перемещение по направлению к поднятому заднему борту. Максимальное усилие привода выталкивающей плиты  $P_{\text{выт}}$  определяется для предельного случая сдвига всей массы твердых отходов в кузове, вызванного сопротивлением холостого перемещения плиты, силой трения твердых отходов по дну кузова и силой трения отходов о боковые стенки кузова вследствие заклинивания отходов между боковыми стенками.

$$P_{\text{выт}} = g \left( G_{\text{пл}} f + \frac{V_{\text{к}} \rho_{\text{т.о}} K_{\text{упл}} \operatorname{tg} \delta}{1 - 2 K_{\text{бок}} \frac{\ell}{B} \operatorname{tg} \delta} \right), \quad (5.12)$$

где  $G_{\text{пл}}$  – масса выталкивающей плиты, кг;  $f$  – коэффициент сопротивления перекачиванию опорных роликов выталкивающей плиты вдоль направляющих ( $f = 0,05$ );  $V_{\text{к}}$  – полезный объем кузова м<sup>3</sup>;  $\rho_{\text{т.о}}$  – плотность твердых неуплотненных отходов, кг/м<sup>3</sup>;  $\ell$  – длина полезного объема кузова, м;  $B$  – ширина полезного объема кузова, м;  $K_{\text{бок}}$  – коэффициент бокового давления;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Для сыпучей среды со сцеплением рекомендуется [13] эмпирическая формула определения:

$$K_{\text{бок}} = 1 - 0,74 \operatorname{tg} \rho - \frac{1,52 C}{\sigma_{\text{н}}}, \quad (5.13)$$

где  $\rho$  – угол внутреннего трения сыпучей среды, град;  $C$  – сцепление среды, МПа;  $\sigma_{\text{н}}$  – давление сжатия, МПа.

Область применения расчета  $P_{\text{выт}}$  при  $\ell = (0,5-2)$  В.

Мощность, Вт, привода выталкивающей плиты

$$N_{\text{выт}} = 10^{-3} P_{\text{выт}} V_{\text{выт}} / \eta, \quad (5.14)$$

где  $P_{\text{выт}}$  – максимальное усилие привода выталкивающей плиты, Н;  $V_{\text{выт}}$  – скорость выталкивающей плиты под нагрузкой, м/с ( $V_{\text{выт}} \approx 0,1$ ),  $\eta$  – КПД привода.

Мощность, Вт, привода механизма загрузки

$$N_{\text{загр}} = \frac{(G_o + G_{\text{кон}} + G_{\text{м.з}})gV_{\text{под}}}{\eta_{\text{м.з}}}, \quad (5.15)$$

где  $G_o$  – масса твердых отходов в контейнере, кг;  $G_{\text{кон}}$  – масса контейнера, кг;  $G_{\text{м.з}}$  – масса механизма загрузки, кг;  $V_{\text{под}}$  – скорость подъема груженного контейнера, м/с ( $V_{\text{под}} = 0,2-0,3$ );  $\eta_{\text{м.з}}$  – КПД механизма загрузки.

Эксплуатационная производительность кузовного мусоровоза, м<sup>3</sup>/ч,

$$\Pi_9 = 60VK_3K_{\text{упл}}K_{\text{и}} / T_{\text{ц}}, \quad (5.16)$$

где  $V$  – вместимость кузова мусоровоза, м<sup>3</sup>;  $K_3$  – средний коэффициент заполнения кузова отходами;  $K_{\text{упл}}$  – коэффициент уплотнения отходов в кузове;  $K_{\text{и}}$  – коэффициент использования машины;  $T_{\text{ц}}$  – время полного цикла работы, мин;

$$T_{\text{ц}} = T_{\text{погр}} + T_{\text{пер}} + T_{\text{тр}} + T_{\text{раз}} + T_{\text{х}}, \quad (5.17)$$

где  $T_{\text{погр}}$  – время загрузки кузова твердыми отходами, мин;  $T_{\text{пер}}$  – время внутриквартальных перемещений спецавтомобиля при загрузке, мин;  $T_{\text{тр}}$ ,  $T_{\text{х}}$  – соответственно время транспортного и холостого пробега мусоровоза от района сбора отходов к месту их утилизации, мин;  $T_{\text{раз}}$  – время разгрузки кузова мусоровоза, мин.

### Контрольные вопросы

1. Классификация машин для сбора и вывоза твердых бытовых отходов.
2. Назначение транспортных мусоровозов.
3. Назначение коробки отбора мощности машины КО-440-5.
4. Основные схемы уплотнения мусора в кузове.
5. Устройство манипуляторов для верхней контейнерной загрузки мусоровозов.
6. Способы разгрузки кузовов мусоровозов.
7. Основные узлы мусоровозов.
8. Как определить полезную вместимость мусоровоза?
9. Как определить усилие уплотнения твердых отходов?
10. Как определить эксплуатационную производительность кузовного мусоровоза?

## Глава 6. МАШИНЫ ДЛЯ РЕМОНТА ИСКУССТВЕННЫХ ПОКРЫТИЙ АЭРОДРОМОВ И ПОДЪЕЗДНЫХ ПУТЕЙ

### 6.1. Машины для разогрева асфальтобетонных покрытий

При ремонте асфальтобетонных покрытий для размягчения и просушивания поврежденных участков их разогревают до температуры 130–150 °С специальными машинами – асфальторазогревателями.

Асфальторазогреватели классифицируют: по виду теплопередачи – на конвекционные (передача теплоты открытым пламенем) и радиационные (передача теплоты с помощью инфракрасных излучателей); по типу нагревателя – на жидкотопливные, газотопливные и электрические; по способу перемещения – самоходные, прицепные и ручные.

Наибольшее распространение получили газотопливные и электрические радиационные разогреватели на базе грузовых автомобилей и колесных тракторов.

Газовые инфракрасные излучатели (табл. 6.1) отличаются простотой устройства и обслуживания, возможностью регулирования мощности излучения в широких пределах путем изменения давления газа, подводимого к смесителю горелки.

При текущем ремонте асфальтобетонных покрытий используют радиационные асфальторазогреватели с газовыми инфракрасными излучателями (табл. 6.2).

Специальное оборудование самоходного асфальторазогревателя с газовым излучателем (рис. 6.2 и 6.3) включает комплект баллонов со сжиженным газом, газопровод, блок горелок и гидросистему управления. Баллоны со сжиженным газом установлены в кузове машины. Из баллонов газ по газопроводу (из стальных бесшовных труб) поступает в блок горелок, расположенных в задней части машины. Трубчатая рама блока горелок служит для подвода газа к закрепленным на ней горелкам инфракрасного излучения. Секционное устройство блока горелок с независимым подводом газа к каждой секции обеспечивает возможность отключения любой секции, что позволяет регулировать размеры разогреваемой полосы.

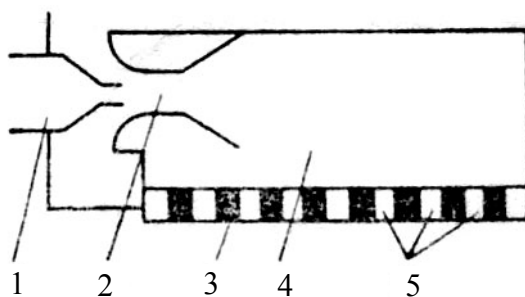


Рис. 6.1. Принципиальная схема горелки инфракрасного излучения:  
1 – форсунка; 2 – инжектор-смеситель; 3 – керамический насадок;  
4 – распределительная коробка; 5 – каналы насадка

Газовая горелка (рис. 6.1), входящая в блок асфальтозаогревателя, работает следующим образом. Газ, поступающий из форсунки в инжектор-смеситель, перемешивается с воздухом и в составе горючей смеси поступает в распределительную коробку.

В нижней части распределительной коробки установлен керамический или металлический насадок, в каналы которого поступает газозоудшная смесь со скоростью 0,1–0,14 м/с. Горючая смесь, сгорая на поверхности насадка, разогревает его до температуры 850–900 °С. Таким образом насадок становится источником инфракрасного (теплового) излучения, воздействующего на поверхность покрытия.

Таблица 6.1

Технические характеристики газовых инфракрасных излучателей

Показатели	«Звездочка»	ГИИВ-1	ВИГ-1	ГИИВ-2	ГИИБЛ	ГИИМ-2	ГК-27
Насадка	Керамическая				Металлическая		
Тепловая нагрузка, кВт	1,5–2,8	2,55–4,65	2,55–4,65	4,65–8,1	2,55–4,65	3–4,3	7,44
Расход газа, м <sup>3</sup>	0,006–0,11	0,1–0,18	0,1–0,18	0,18–3,2	0,1–0,18	0,12–0,17	0,29
Температура поверхности, °С	700–900	720–900	720–900	720–900	720–900	890–960	800
Масса излучателя, кг	1	3,2	2,1	4,7	1,7	1,4	5,5

В асфальтозаогревателе АР-53А на базовом шасси ГАЗ-53-02 кроме перечисленного оборудования установлен генератор синхронного трехфазного тока. Крутящий момент от вала коробки отбора мощности, установленной на коробке передач базового шасси, передается на насос гидропривода, а от нижнего вала – входному валу генератора карданной и ременной передач. Генератор переменного тока используют для питания электровиброкатка, а бункер-термос обеспечивает хранение горячей асфальтобетонной смеси. Смесь подается в тележку через открытый лоток бункера и перевозится на участок проведения работ.

Гидросистема машины обеспечивает поворот, подъем и опускание блока горелок, задней двери и телескопического цилиндра виброкатка.

Отличием асфальтозаогревателя АР-53 от асфальтозаогревателя АР-53А является отсутствие в его составе средств уплотнения асфальтобетонной смеси.

Асфальтозаогреватели ДЭ-2 и РА-10 на шасси автомобиля УАЗ состоят из ходоуменьшителя с рычагами управления, кузова, газобаллонной установки, коммуникаций, блока газовых инфракрасных излучателей с горелками, механизма подъема блока горелок, гидро- и электрооборудования.



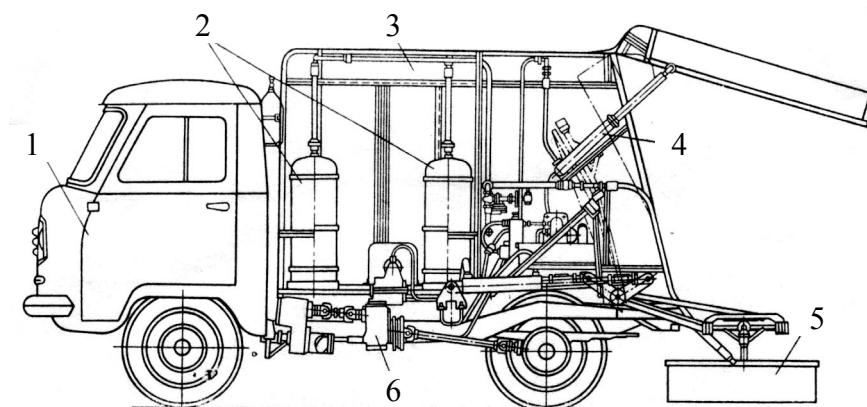


Рис. 6.2. Самоходный асфальтозагретель: 1 – кабина; 2 – газовые баллоны; 3 – кузов; 4 – гидроцилиндр подъема задней крышки; 5 – блок горелок; 6 – трансмиссия

Таблица 6.2

Технические характеристики асфальтозагретелей  
с газовыми инфракрасными излучателями

Показатели	АР-53А	АР-53	ДЭ-2	РА-10
Базовое шасси	ГАЗ-53-02	ГАЗ-53-02	УАЗ-451ДМ	УАЗ-450Д
Производительность, м <sup>3</sup> /ч	34	34	15–19	22
Блок горелок:				
марка	«Звездочка»	«Звездочка»	ВИГ-1	ГИИБЛ
число горелок	80	80	36	36
прогреваемая длина, мм	1900	1340	960	1000
прогреваемая ширина, мм	1310	1876	1540	1500
Площадь, м <sup>2</sup>	2,5	2,5	1,48	1,5
Выносная линейка:				
марка горелок	«Звездочка»	«Звездочка»	–	ГИИБЛ
число горелок	10	10	–	11
прогреваемая длина, мм	1300	1300	–	2800
прогреваемая ширина, мм	250	250	–	–
прогреваемая площадь, м <sup>2</sup>	0,325	0,325	–	–
Газовые баллоны:				
марка	З-50	БП-50	БП-50	БП-50
число баллонов	6	12	12	12
запас газа, кг	–	254	254	254
Скорость движения, км/ч:				
рабочая	–	–	До 0,025	0,02
транспортная	5–50	До 50	До 60	До 50
Размеры, мм:				
длина	6650	6900	5760	5400
ширина	2285	2350	2100	2160
высота	2595	2570	2250	2360
Масса, кг:				
оборудования	–	–	1331	1580
машины	7400	7300	2700	3030

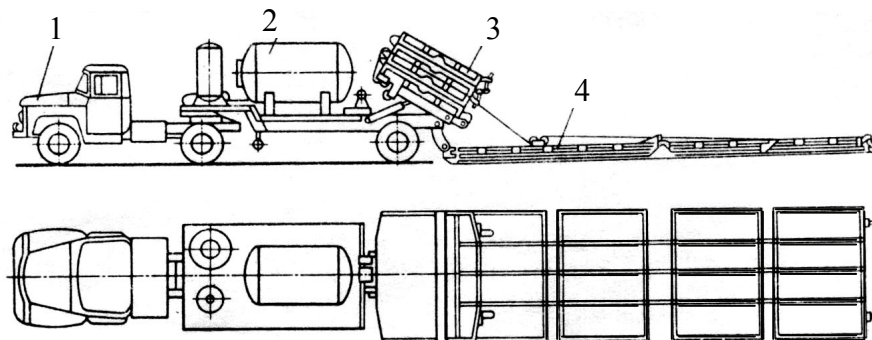


Рис. 6.3. Разогреватель асфальтобетонных покрытий: 1 – базовый тягач; 2 – емкость для топлива; 3 – нагревательные блоки в транспортном положении; 4 – то же, в рабочем положении

Таблица 6.3

Технические характеристики асфальторагревателей  
с электрическими излучателями

Показатель	Т-16М	Т-230
Базовое шасси	Самоходное Т-16М	Автомобиль ЗИЛ-130
Источник энергии	Электростанция ПЭС-15Л	Генератор ЕС-82-4С
Мощность, кВт	15	30
Напряжение, В	220/380	220/380
Производительность, м <sup>2</sup> /смен	50–60	50
Число блоков излучателей	2	2
Блок излучателей	КИ-220-1000	КИ-220-1000
Число излучателей в блоке	15 и 12	15 и 12
Мощность излучателя, кВт/м <sup>2</sup>	2,78	2,78
Длина излучателя, мм	360	360
Тип компрессора	–	СП-7А
Размеры, мм:		
длина	3910	6675
ширина	2550	2500
высота	2000	2335
Масса машины, кг	2390	5900

Для повышения качества работы и сокращения времени разогрева и расхода газа на асфальторагревателях устанавливают систему автоматического регулирования (САР) процесса разогрева покрытия.

Кроме газовых излучателей существуют электрические излучатели. Они более долговечны, менее чувствительны к воздействию ветра и отрицательной температуры окружающего воздуха. Технические характеристики асфальторагревателей с электрическими излучателями приведены в табл. 6.3. В качестве нагревателей применяют кварцевые инфракрасные излучатели КИ-220–1000 и трубчатые металлические типа ТЭН. Эти нагреватели обладают рассеянным излучением, поэтому для создания направленного потока излучения, их помещают в рефлектирующее устройство, которое в комплекте с поддерживающим металлическим коробом составляет разогреватель покрытия.

## 6.2. Тепловой расчет асфальторазогревателей

Продолжительность нагрева асфальтобетона на глубину  $h$  до температуры

$$T = F_0 h^2 / a, \quad (6.1)$$

где  $F_0$  – критерий гомохромности Фурье для соответствующей глубины;  $h$  – глубина прогрева асфальтобетона, м;  $a$  – коэффициент температуропроводности, м<sup>2</sup>/ч;

$$a = 3600 \lambda / (c \rho), \quad (6.2)$$

где  $\lambda$  – коэффициент теплопроводности, Вт/м·°С;  $c$  – удельная теплоемкость, Дж/кг·°С;  $\rho$  – плотность материала покрытия, кг/м<sup>3</sup>.

Критерий гомохромности Фурье  $F_0$  при постоянном тепловом потоке зависит от безразмерной величины:

$$\beta = (t - t_0) / (t_{\pi} - t_0), \quad (6.3)$$

где  $t$  – конечная температура асфальтобетона на глубине  $h$ , °С;  $t_0$  – начальная температура асфальтобетона, принимаемая постоянной по толщине покрытия, °С;  $t_{\pi}$  – температура на поверхности покрытия, °С.

Значения критерия гомохромности Фурье для разных значений  $\beta$  следующие:

$\beta$	0,1	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
$F_0$	0,27	0,47	0,78	1,2	2	3,6	7	17,2

Необходимая мощность теплового излучения, Вт/м<sup>2</sup>, для разогрева материала покрытия на определенную глубину до заданной температуры:

$$N = 1,16(t_{\pi} - t_0) \sqrt{\pi \lambda c \rho} / (2 \sqrt{T}). \quad (6.4)$$

Рабочая скорость движения машины, м/с, зависит от необходимой продолжительности температуры прогрева асфальтобетона в каждой точке покрытия:

$$V_{\text{м}} = \frac{\ell a}{F_0 h^2}, \quad (6.5)$$

где  $\ell$  – длина блока разогревателя, м.

В соответствии с экспериментальными данными [8] для горелок с керамическими насадками при постоянном тепловом потоке высота установки горелок под покрытием, м:

$$H = \sqrt{\frac{320}{N}}. \quad (6.6)$$

Производительность асфальторазогревателей, м<sup>2</sup>/ч:

$$П = 1000(B - b)V_M K_B, \quad (6.7)$$

где  $B$  – ширина разогреваемой полосы, м;  $b$  – ширина перекрытия, м;  $V_M$  – рабочая скорость машины, км/ч;  $K_B$  – коэффициент использования машины по времени.

### **6.3. Машины для ремонта и регенерации асфальтобетонных покрытий**

Машина ДЭ-232 (рис. 6.4) предназначена для ремонта и регенерации асфальтобетонных покрытий путем разогрева и рыхления, добавления новой смеси с перемешиванием ее со старым покрытием или без перемешивания и последующего профилирования с предварительным уплотнением. Технические характеристики машины приведены в табл. 6.4.

Машина выполнена самоходной на пневмоколесном ходу с гидроприводом всех рабочих органов (рис. 6.5), в том числе с приводом хода через механическую коробку передач, и имеет следующие основные рабочие органы и агрегаты: газовое оборудование, рыхлитель, подборщик, передний бункер для приема смеси, транспортирующее, смесительное и распределительное устройства, оборудование для предварительного уплотнения.

Газовое оборудование состоит из емкости для газа, испарителя, системы газопроводов, инфракрасного излучателя с горелками, регулирующей и контролирующей аппаратуры и устройств для разжигания горелок.

Инфракрасный излучатель обеспечивает разогрев асфальтобетонного покрытия на глубину 3–4 см до 60 °С при температуре на его поверхности не выше 180 °С и предотвращает остывание новой и регенерируемой смеси.

Рыхлитель обеспечивает разрыхление нагретого асфальтобетонного покрытия. Максимальная глубина рыхления разогретого покрытия 40 мм.

Подборщик осуществляет сбор разрыхленной смеси и подачу ее в смеситель или к краю ремонтируемой полосы, а также профилирование поверхности и выполнение ровной кромки покрытия.

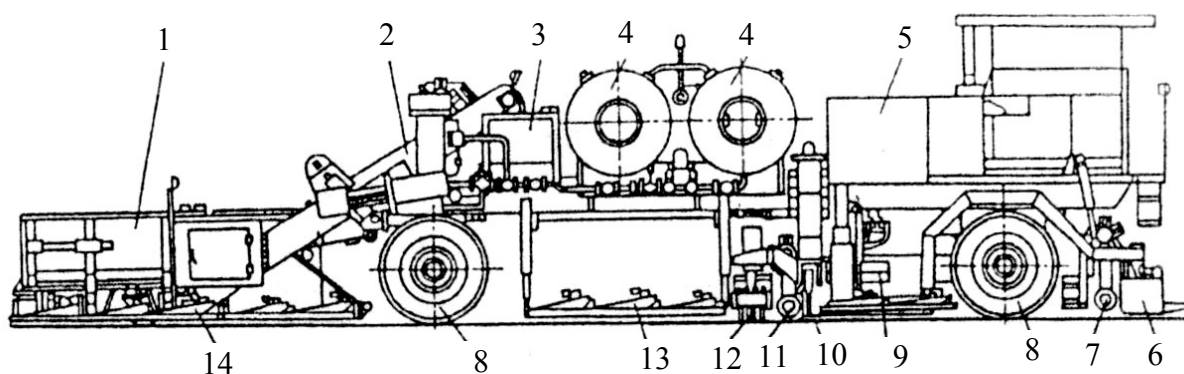


Рис. 6.4. Машина ДЭ-232 для термического восстановления и ремонта асфальтобетонных покрытий: 1 – приемный бункер с транспортирующим устройством для новой смеси; 2 – система транспортеров; 3 – дозирующее устройство; 4 – резервуар для сжиженного газа; 5 – двигатель; 6 – трамбуемый брус и выглаживающая виброплита; 7 – распределительный шнек; 8 – ходовые передние и задние ведущие мосты; 9 – смеситель; 10 – планирующий отвал; 11 – шнековое (фрезерное) устройство; 12 – рыхлитель; 13 – второй нагревательный блок; 14 – первый нагревательный блок

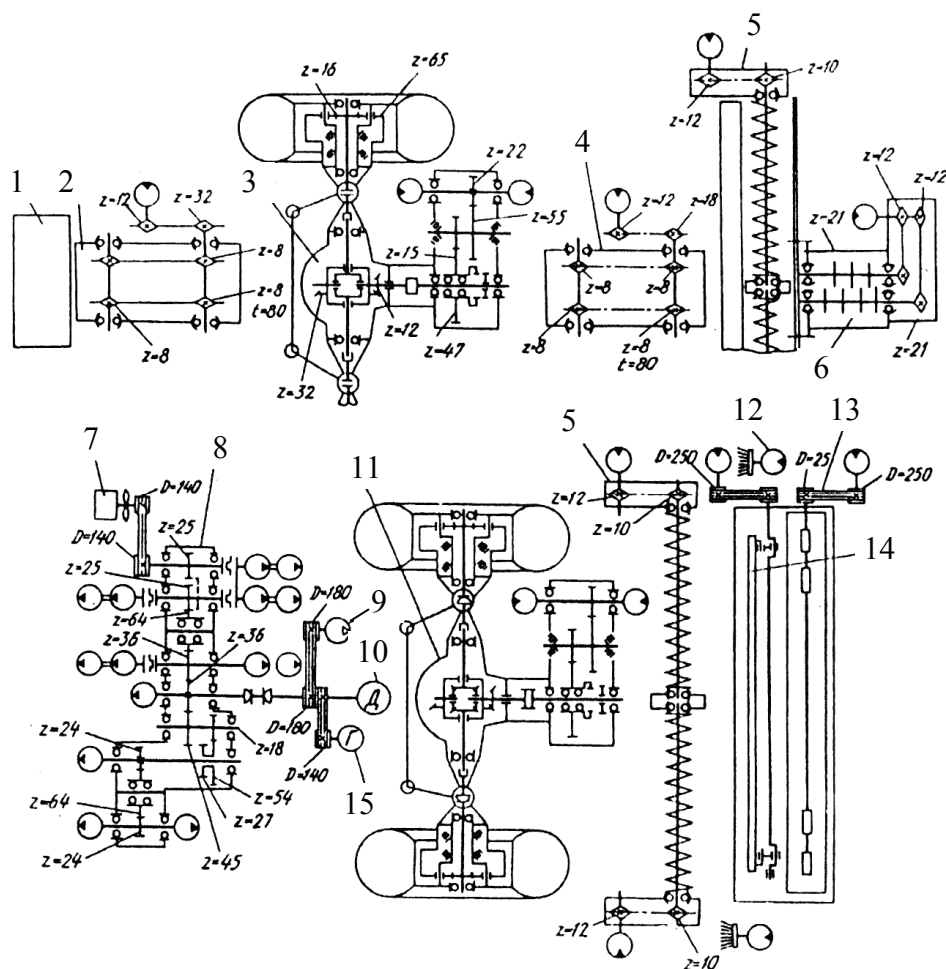


Рис. 6.5. Кинематическая схема машины ДЭ-232: 1 – приемный бункер; 2 – наклонный питатель; 3 – передний мост; 4 – горизонтальный питатель; 5 – комплекс «рыхлитель – смеситель»; 6 – смеситель; 7 – калорифер; 8 – редуктор привода насосов; 9 – компрессор; 10 – двигатель; 11 – задний мост; 12 – привод щеток; 13 – виброплита; 14 – трамбующий брус; 15 – генератор

Технические характеристики машины ДЭ-232

Показатели	Значение
Двигатель	У2ДБ
Мощность, кВт (л. с.)	184 (250)
Ходовое оборудование	На пневмоколесах с двумя ведущими мостами
Рабочая ширина подборщика, м	2,5; 3,1; 3,6; 3,85
Максимальная глубина обработки, м	0,05
Ровность обрабатываемой поверхности в продольном и поперечном направлениях	Зазор под трехметровой рейкой не более 3 мм
Поперечный уклон рабочих органов, град	До 4 (в обе стороны)
Число емкостей для сжиженного газа	2
Вместимость емкости для газа, м <sup>3</sup>	6
Рабочее давление в газовой системе, МПа	0,15–0,2
Общая тепловая производительность нагревательных блоков горелок инфракрасного излучения, кДж/ч, не менее	$8,4 \cdot 10^6$
Высота установки нагревательного блока над покрытием, мм	До 250
Поверхностная плотность теплового потока инфракрасного излучения, Вт/(м <sup>2</sup> ·ч), не менее	0,001–0,016
Масса асфальтобетонной смеси в приемном бункере, кг, не менее	7000
Расход новой смеси, кг/м <sup>2</sup>	До 45
Тип оборудования для перемешивания старой и новой смеси	Двухвальный лопастный смеситель
Окружная скорость на концах лопастей, м/с	1,8–2,4
Частота вращения вибраторов, об/мин	1500–3200
Скорость движения машины:	
рабочая, м/мин	0–3
транспортная, км/ч	До 7
Габаритные размеры, мм:	
длина в транспортном положении, не более	15000
ширина в транспортном положении, не более	3100
ширина в рабочем положении	4200
высота в транспортном положении, не более	3500
Эксплуатационная масса, кг, не более	41000

Передний приемный бункер с управляемыми боковыми стенками обеспечивает полное опорожнение его во время работы. От приемного бункера смесь перемещается транспортирующим конвейером к смесительному устройству или в зону распределения регенерированной асфальтобетонной смеси. Смеситель предназначен для перемешивания регенерированной и новой асфальтобетонной смеси на всех режимах работы машины при любом соотношении компонентов.

Распределительное устройство обеспечивает распределение регенерированной смеси или нового асфальтобетона, автоматическое выдерживание заданной толщины и профиля распределяемого слоя по всей ширине ремонтируемой полосы.

Предварительное уплотнение уложенной смеси осуществляется вибротрамбующей плитой, обогреваемой горелками. При рабочей скорости машины 3 м/мин и максимальной глубине разогретого покрытия 40 мм расход новой смеси – 40 кг/м<sup>2</sup>.

Изготовление «дорожной одежды» с использованием вторичных материалов в Японии получило широкое распространение с середины прошлого столетия, а при современных темпах дорожного строительства применение вторичных материалов становится просто необходимым, и подобная практика будет расширяться в будущем.

Фирмой Nippo Corporation совместно с Komatsu [22] разработана мобильная установка для рециркуляции асфальтобетонного покрытия (рис. 6.6), предназначенная для фрезерования слоев покрытия, измельчения вторичных материалов и их перемешивания с различными добавками, получения высококачественных материалов.

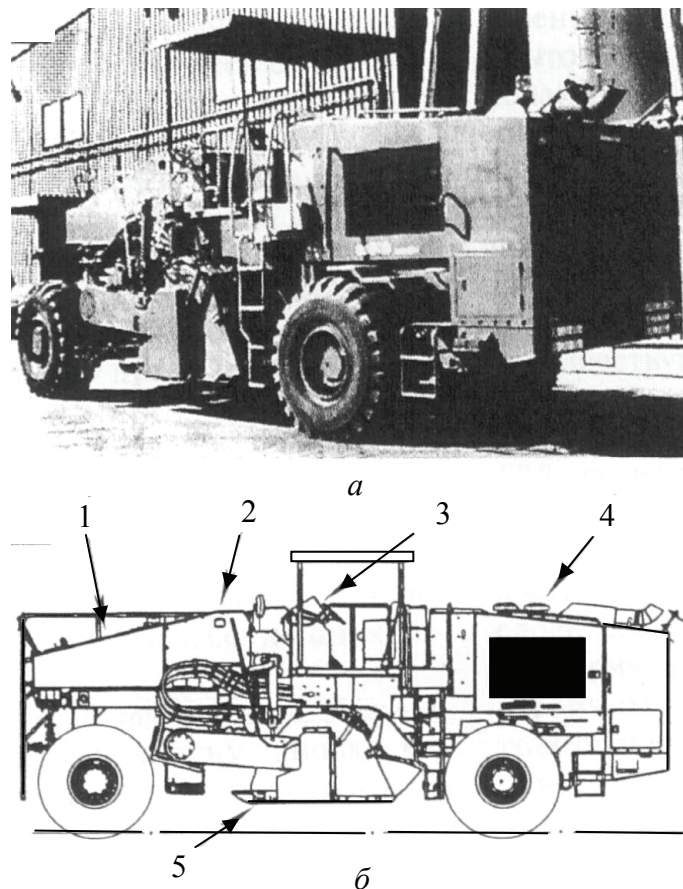


Рис. 6.6. Общий вид (а) и конструктивная схема (б) мобильной установки для рециркуляции асфальтобетонных покрытий: 1 – бак для воды; 2 – электрогенератор; 3 – рабочее место оператора; 4 – двигатель; 5 – ротор с фрезерным барабаном

Таблица 6.5

Техническая характеристика установки для рециркуляции асфальтобетонных покрытий

Показатели	Значение
Ширина переработки, мм	2150
Максимальная глубина переработки, мм	400
Смещение ротора (влево и вправо), мм	350
Количество резцов, шт.	154
Рабочая скорость, м/мин	0–10
Номинальная мощность двигателя, кВт	364
Габаритные размеры: длина×ширина×высота, м	8,48×2,65×3,0
Эксплуатационная масса, кг	26155

Техническая характеристика установки приведена в табл. 6.5.

Использование вторичных материалов обеспечивает высокую эффективность процессов при ремонте подъездных путей, дорог, МС, РД и перронов аэропортов. Устаревшие асфальтобетонные покрытия и подъездные дороги могут служить вторичным сырьевым источником как сейчас, так и в будущем. Дальнейшее снижение стоимости проведения таких работ будет определяться увеличением объемов их выполнения с применением вторичных материалов.

Поскольку природные сырьевые источники постепенно истощаются, то этот метод, требующий применения рециркуляционных машин такого типа, является наиболее предпочтительным технологическим решением.

#### **6.4. Тяговый расчет машины для регенерации асфальтобетонных покрытий**

Тяговое усилие,  $H$ , развиваемое машиной по условию сцепления пневматических колес с покрытием:

$$T_m = (G_m + G_{аб})\varphi_{сц}, \quad (6.8)$$

где  $G_m$ ,  $G_{аб}$  – вес соответственно машины и асфальтобетона в приемном бункере,  $H$ ;  $\varphi_{сц}$  – коэффициент сцепления колес с покрытием.

Сила тяги,  $H$ , развиваемая гидромоторами привода ведущего моста:

$$T_{дв} = 1000N_{дв}i_n\eta/(nr), \quad (6.9)$$

где  $N_{дв}$  – мощность гидромоторов, кВт;  $i_n$  – передаточное отношение от гидромотора до колес;  $n$  – частота вращения вала гидромотора,  $c^{-1}$ ;  $r$  – силовой радиус ведущих колес, м;  $\eta$  – КПД от гидромотора до колес.



Общее сопротивление передвижению машины складывается из следующих сопротивлений отдельных рабочих органов и машины в целом, Н:

$$W = W_p + W_\phi + W_{пл} + W_{ш} + W_{вп} + W_{тр.б} + W_{пер}, \quad (6.10)$$

где  $W_p$ ,  $W_\phi$ ,  $W_{пл}$ ,  $W_{ш}$ ,  $W_{вп}$ ,  $W_{тр.б}$ ,  $W_{пер}$  – сопротивления соответственно устройств для рыхления разогретого асфальтобетона рыхлителем, фрезерования, планировки разогретого асфальтобетона, шнека, виброплиты, трамбующего бруса и передвижения машины, Н.

Сопротивление рыхлению разогретого асфальтобетона, Н:

$$W_p = bhk_pz, \quad (6.11)$$

где  $b$  – ширина зуба рыхлителя, м;  $h$  – глубина рыхления, м;  $k_p$  – удельное сопротивление рыхлению, Па;  $z$  – количество зубьев.

Сопротивление резанию устройством для фрезерования, Н:

$$W_\phi = Sb_\phi k_\phi z_0, \quad (6.12)$$

где  $S$  – толщина срезаемой стружки, м;  $b_\phi$  – ширина резца фрезы, м;  $k_\phi$  – удельное сопротивление фрезерованию разогретого асфальтобетона, Па;  $z_0$  – число резцов, одновременно участвующих в процессе фрезерования.

Сопротивление устройства для планировки разогретого асфальтобетона, Н:

$$W_{пл} = k_L L + G_{пр} f_{пр}, \quad (6.13)$$

где  $k_L$  – удельное линейное сопротивление, Н/м;  $L$  – длина отвала, м;  $G_{пр}$  – вес призмы перед отвалом, м;  $f_{пр}$  – коэффициент сопротивления движению призмы по разогретому асфальтобетону.

Сопротивление шнека, Н:

$$W_{ш} = b_{ш} h_{ш} k_{ш} + G_{пр.ш} f_{пр}, \quad (6.14)$$

где  $k_{ш}$  – удельное сопротивление резанию разогретого асфальтобетона шнеком, Па;  $b_{ш}$  – ширина захвата шнека, м;  $h_{ш}$  – глубина резания шнека, м;  $G_{пр.ш}$  – вес призмы перед шнеком, Н.

Сопротивление виброплиты, Н:

$$W_{вп} = G_{вп} f_{вп} + G_{пр.вп} f_{пр}, \quad (6.15)$$

где  $G_{\text{вп}}$  – вес виброплиты, Н;  $f_{\text{вп}}$  – коэффициент сопротивления движению по разогретому асфальтобетону виброплиты;  $G_{\text{пр.вп}}$  – вес призмы перед виброплитой, Н.

Сопротивление трамбующего бруса, Н:

$$W_{\text{тр.б}} = G_{\text{тр.б}} f_{\text{тр.б}}, \quad (6.16)$$

где  $G_{\text{тр.б}}$  – вес трамбующего бруса, Н;  $f_{\text{тр.б}}$  – коэффициент сопротивления движению трамбующего бруса по разогретому асфальтобетону.

Сопротивление передвижения машины, Н:

$$W_{\text{пер}} = (G_{\text{м}} + G_{\text{аб}})(f_{\text{п}} + i), \quad (6.17)$$

где  $G_{\text{м}}$  – вес машины, Н;  $G_{\text{аб}}$  – вес асфальтобетона, Н;  $f_{\text{п}}$  – коэффициент сопротивления передвижению ходового устройства;  $i$  – наибольший продольный уклон покрытия.

Необходимое и достаточное условие движения машины для регенерации асфальтобетонных покрытий:

$$T_{\text{дв}} \geq T_{\text{м}} \geq W. \quad (6.18)$$

## 6.5. Нарезчики швов

Машина ДС-115 предназначена для нарезки швов в цементобетонных покрытиях автомобильных дорог и аэродромов и представляет собой самоходную тележку на колесном ходу (рис. 6.7).

Рама нарезчика опирается на две оси: переднюю управляемую и заднюю ведущую. На раме установлены: силовая установка; рабочий орган в виде трех дисков; ходовая система; механизмы привода и подвески рабочего органа, хода машины; система охлаждения режущих дисков; электрооборудование; рабочее место оператора с пультом управления; визирное устройство.

Кинематическая схема машины показана на рис. 6.8, а технические характеристики приведены в табл. 6.6.

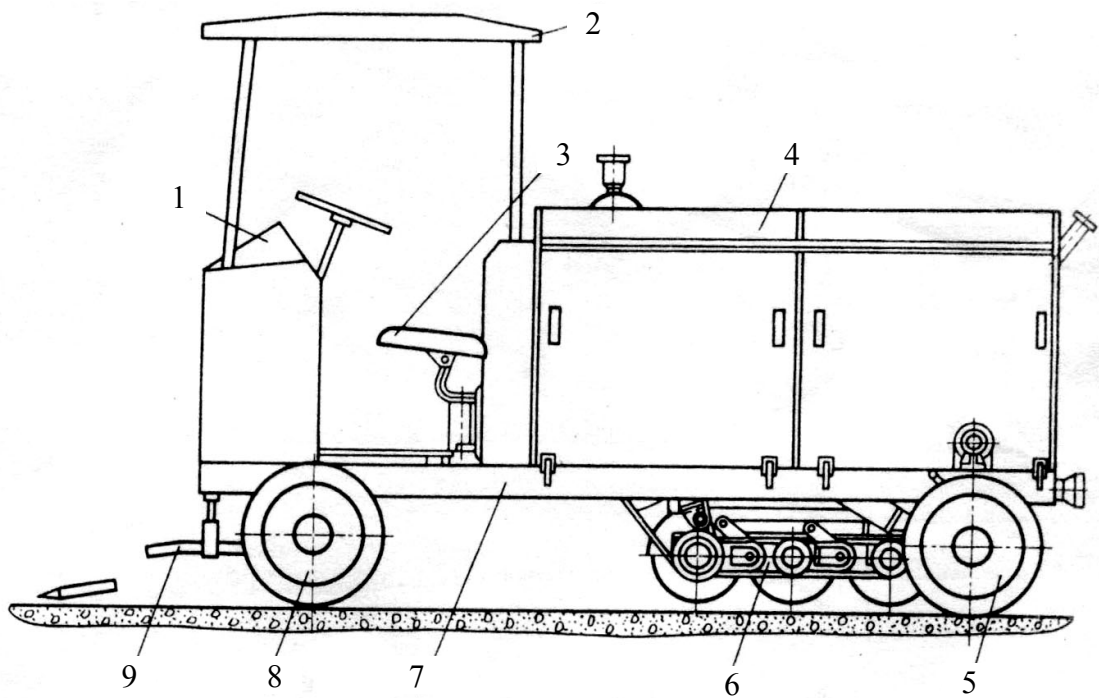


Рис. 6.7. Нарезчик швов ДС-115: 1 – пульт управления; 2 – тент; 3 – сиденье;  
4 – силовая установка; 5 – задние ведущие колеса; 6 – рабочий орган;  
7 – рама; 8 – передние управляемые колеса; 9 – визирное устройство

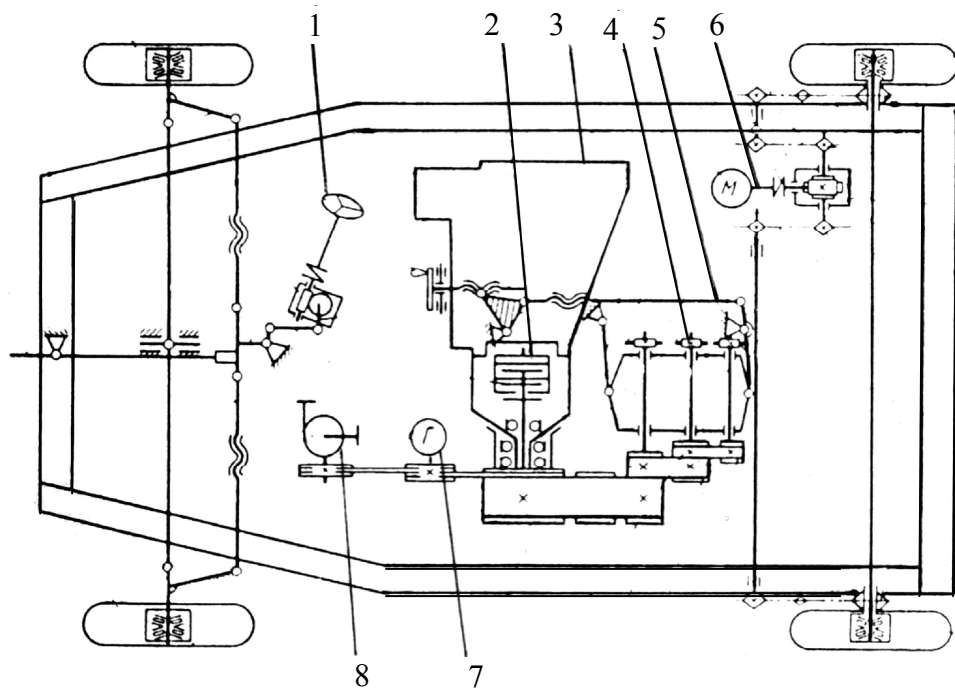


Рис. 6.8. Кинематическая схема нарезчика ДС-115: 1 – рулевое колесо; 2 – муфта сцепления;  
3 – двигатель Д-37Е; 4 – рабочий орган; 5 – механизм подъема подрамника;  
6 – привод задних колес; 7 – генератор; 8 – водяной насос

Технические характеристики машины ДС-115

Показатели	Значение
Производительность, м/ч	До 130
Число шпинделей	3
Диаметр режущих дисков, мм	250–320
Максимальная глубина нарезания шва, мм	80
Скорость передвижения машины, м/мин	1–3
Регулирование скорости передвижения	Бесступенчатое
Расход воды для охлаждения дисков, л/мин	20
Подача воды к нарезчику	Из отдельной передвижной емкости
Масса машины, кг	2250
База, мм	2400
Колея, мм	1890
Размеры, мм:	
длина (без указателя курса)	3300
ширина	2080
высота	2300
<i>Привод режущих дисков</i>	
Дизель:	
марка	Д-37Е-СЗ
тип	С воздушным охлаждением
мощность, кВт (л. с.)	36,7 (50)
частота вращения, об/мин	1800
Привод шпинделя:	
первого	От дизеля клиноременной передачей
второго	Клиноременной передачей от первого шпинделя
третьего	Клиноременной передачей от первого шпинделя
<i>Система охлаждения режущих дисков</i>	
Насос водяной:	
тип	Центробежный
марка	1,5К-8/19
частота вращения, об/мин	2900
потребляемая мощность, кВт	1,5
Давление в системе, МПа	0,15–0,20
Привод насоса	От дизеля Д-37Е двухступенчатой клиноременной передачей
<i>Ходовая система</i>	
Тип	Колесная на массивных шинах
Число колес	4
Размеры массивных шин, мм	500×100×375

Показатели	Значение
Привод	От электродвигателя переменного тока ПБ-32 посредством червячного редуктора, промежуточного вала и двухступенчатой цепной передачи
Электродвигатель ПБ-32:	
мощность, кВт	1
напряжение постоянного тока, В	220
частота вращения, об/мин	1500
<i>Источник питания электрооборудования</i>	
Генератор (постоянного тока):	
марка	П-31
мощность, кВт	2,6
напряжение, В	230
частота вращения, об/мин	2850
привод	От дизеля Д-37Е клиноременной передачей

Рама сварной конструкции выполнена из продольных и поперечных швеллеров. На передней части рамы установлены: рулевое управление, пульт управления, рабочая площадка, сиденье оператора. В средней части рамы смонтирован дизель Д-37Б, который приводит во вращение генератор постоянного тока и рабочий орган машины. Шкив генератора через клиноременную передачу соединен с центробежным водяным насосом, который осуществляет подачу воды для охлаждения режущих дисков рабочего органа. На задней части рамы расположены силовая установка, генератор постоянного тока, подрамник с рабочим органом, водяной насос, механизм привода ведущих колес.

Силовая установка состоит из дизеля Д-37Б, фрикционной муфты сцепления со шкивом, топливного бака с топливопроводами и системы управления дизелем.

Рабочий орган машины имеет три шпинделя с режущими дисками, подрамник, на котором установлены шпиндели, и систему шарнирных рычагов с винтовым механизмом, при помощи которого подрамник рамы шарнирно закреплен на основной раме машины и имеет возможность перемещаться в вертикальной плоскости относительно рамы машины. По высоте оси режущие диски установлены так, что при работе каждый из них нарезает третью часть общей глубины шва.

Ходовая система состоит из двух передних управляемых колес и двух задних – ведущих. Привод задних колес осуществляется от электродвигателя постоянного тока через упругую втулочно-пальцевую муфту и червячный редуктор, на выходном валу которого установлены две звездочки, которые при помощи втулочно-роликовых цепей передают крутящий момент на раздаточные валы, а от них – на ступицы задних колес.

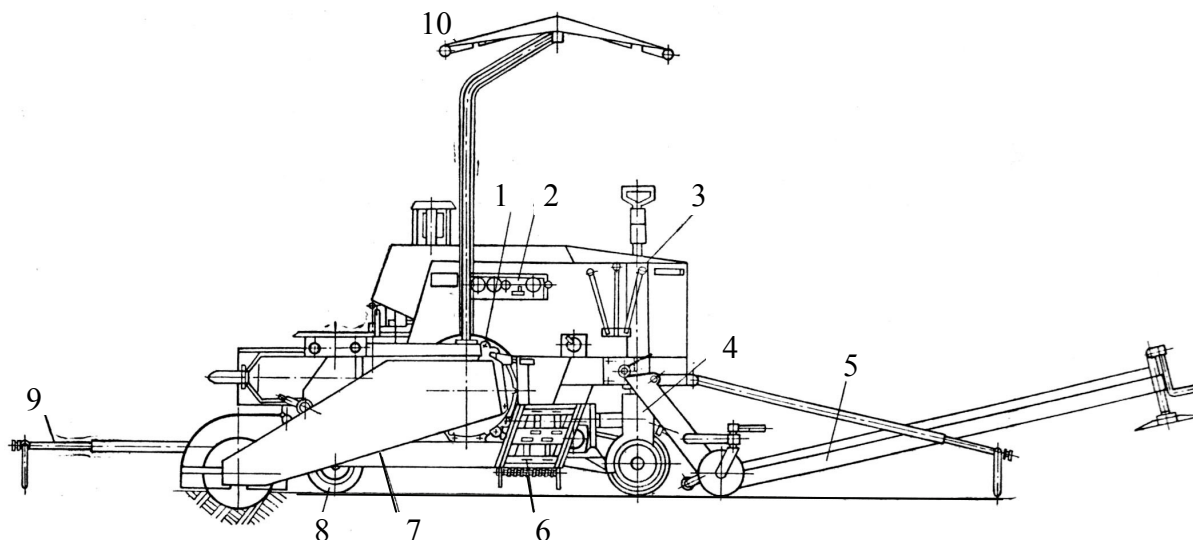


Рис. 6.9. Общий вид нарезчиков швов ДС-133: 1 – двигатель; 2 – электрооборудование; 3 – облицовка; 4 – механизм передвижения; 5 – мостик; 6 – подножка; 7 – рама; 8 – установка задних колес; 9 – указатель направления; 10 – тент

Работа машины осуществляется следующим образом. По указателю курса нарезчик выставляется на линию шва, включается система охлаждения режущих дисков, которая подает воду или специальную охлаждающую жидкость к дискам. При неподвижной машине оператор при помощи винтового механизма опускает режущие диски на требуемую глубину, после чего включает механизм передвижения машины, заранее установив необходимую скорость перемещения.

Нарезчики швов ДС-133, ДС-133-1 предназначены для нарезания продольных и поперечных швов в затвердевшем цементобетонном покрытии аэродромов.

Одношпиндельный нарезчик швов ДС-133 (рис. 6.9) представляет собой самоходное оборудование на трех обрешиненных колесах, из которых переднее колесо ведущее, а задние – ведомые. На раме установлены двигатель с резиновыми амортизаторами, трансмиссия и другие сборочные единицы оборудования.

Кинематическая схема показана на рис. 6.10, а технические характеристики приведены в табл. 6.7.

Привод рабочих органов (отрезных алмазных сегментных дисков) осуществляется от четырехтактного дизельного двигателя с воздушным охлаждением Д-144-66 через муфту и клиноременную передачу (рис. 6.11).

Нарезчик швов ДС-133-1 отличается от нарезчика ДС-133 тем, что в нем установлены два шпинделя с режущими дисками и изменена конструкция кожуха системы охлаждения дисков. Алмазные диски диаметрами 250 и 315 мм установлены в механизме привода дисков (см. рис. 6.11). По высоте диски установлены так, что в рабочем режиме каждый из них нарезает половину общей глубины паза шва. Для нарезки ступенчатого шва на первый шпиндель устанавливаются от 1 до 3 дисков диаметром 250 мм и на втором шпинделе всегда монтируется один диск диаметром 315 мм. Режущие диски и клиноременные передачи закрыты кожухами.

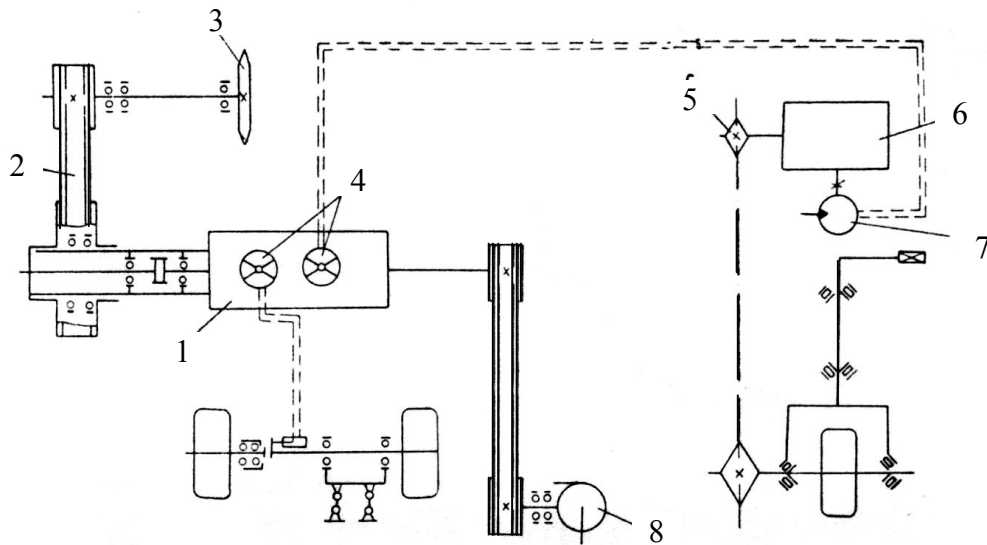


Рис. 6.10. Кинематическая схема нарезчика швов ДС-133: 1 – двигатель; 2 – клино-ременная передача; 3 – рабочий орган; 4 – насосы; 5 – ведущая звездочка; 6 – червячный редуктор; 7 – гидромотор привода механизма движения; 8 – насос системы охлаждения диска

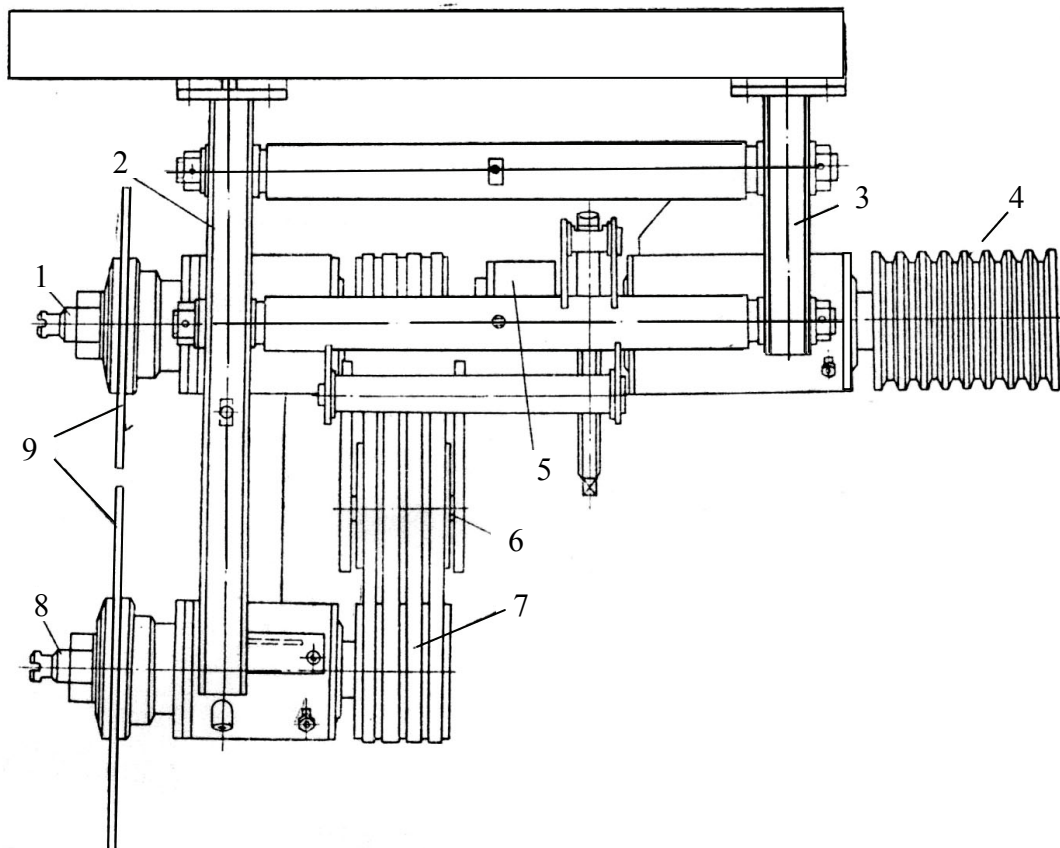


Рис. 6.11. Привод дисков нарезчика швов ДС-133-1: 1, 8 – шпиндели; 2, 3 – кронштейны; 4 – шкив; 5 – зубчатая муфта; 6 – натяжной ролик; 7 – клиноременная передача; 9 – диски

Таблица 6.7

## Технические характеристики нарезчиков швов

Параметры	Модель	
	ДС-133	ДС-133-1
Тип	Самоходная	
Техническая производительность, м/ч:		
для продольных швов	80	100
для поперечных швов	30	30
Глубина нарезаемого шва (наибольшая), мм	До 80	
Число шпинделей	1	2
Размеры режущего диска, мм:		
наружный диаметр	250	320
толщина	3	4
диаметр отверстия	32	32
Двигатель:		
модель	Д-144-66	
мощность, кВт	37	
Скорость движения, м/мин:		
рабочая	До 22	
транспортная	До 28	
Габаритные размеры, мм:		
длина	2340	2645
ширина	1540	1540
высота	1300	1300
Масса (эксплуатационная), кг	1490	1550

Для отвода тепла при резании бетона дисками предусмотрена система охлаждения, которая включает в себя центробежный насос, кожух, муфтовый кран, систему клапанов и трубопроводы. Охлаждение осуществляется водой, подаваемой форсунками под давлением в зону резания из цистерны, установленной на прицепе и заправляемой поливочными машинами. При выглубленных дисках подача воды форсункам прекращается.

Оборудование снабжено двумя указателями направления: передний указатель применяется при нарезке продольных и поперечных швов, задний – при нарезке поперечных швов и первоначальной установке на продольный шов.

Гидросистема оборудования (рис. 6.12) предназначена для управления ходом оборудования в рабочем и транспортном режиме, гидроцилиндром подъема оборудования и включения муфты блокировки моста. Гидросистема обеспечивает ступенчатое и плавное регулирование хода оборудования. Ступенчатое регулирование применяется при установлении транспортного либо рабочего режима и заключается во включении определенного потока рабочей жидкости: большого ( $Q_1 = 16$  л/мин) или малого ( $Q_2 = 3,3$  л/мин). Плавное регулирование осуществляется с помощью дросселя при прямом и обратном ходе самоходного оборудования.



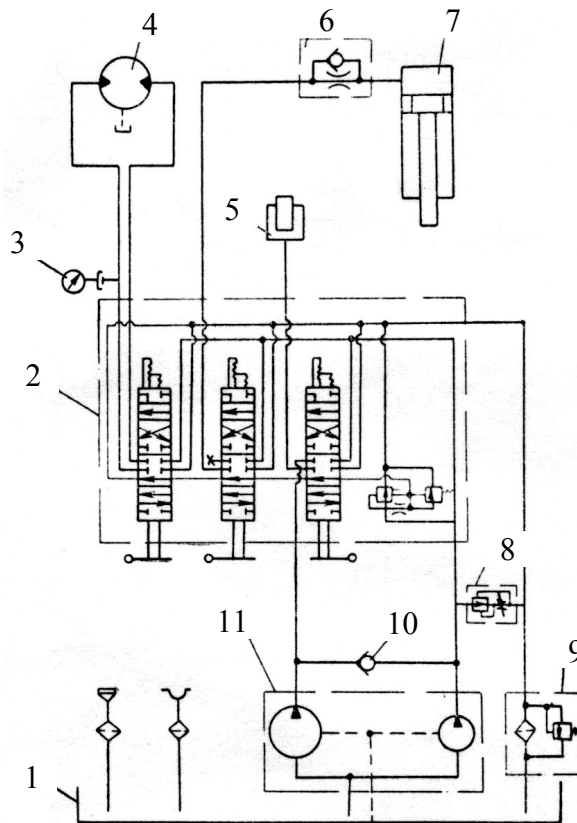


Рис. 6.12. Гидравлическая схема нарезчиков швов ДС-133, ДС-133-1: 1 – бак; 2 – гидрораспределитель; 3 – манометр; 4 – гидромотор привода хода; 5 – муфта блокировки моста; 6 – замедлительный клапан; 7 – гидроцилиндр подъема рабочего органа; 8 – регулятор потока; 9 – фильтр; 10 – обратный клапан; 11 – насос

Для защиты агрегатов нарезчика от осадков и пыли предназначена облицовка.

Электрооборудование нарезчика обеспечивает запуск двигателя и сигнализацию.

Российской компанией «Сплитстоун» и зарубежными производителями выпускается большое разнообразие нарезчиков швов, смонтированных на тележках с самоходным и ручным приводом передвижения. Привод вращения дисков осуществляется от бензиновых и электрических двигателей мощностью от 4 до 20 л. с. в зависимости от модификации нарезчиков швов.

Глубина резания составляет 110–180 мм, а самоходные нарезчики швов FASTVERDINI обеспечивают нарезку глубиной 110–400 мм.

Для резки асфальтобетона, бетона, железобетона при ремонте покрытий, инженерных сетей и коммуникаций ООО «Научно-производственный комплекс «Созвездие» предлагает нарезчики швов с ручным приводом передвижения и бензиновым и электрическим приводом вращения рабочего инструмента.

Техническая характеристика нарезчиков швов с бензиновыми двигателями приведена в табл. 6.8 и с дополнительной подачей самотеком охлаждающей жидкости на алмазный инструмент в табл. 6.9 и 6.10.

Таблица 6.8

Техническая характеристика нарезчиков швов с бензиновым двигателем

Показатели	Модель				
	RS-12R	RS-14R	RS-17R	RS-19R	FB-32B
Глубина резки, мм	120	120	120	120	120
Диаметр диска, мм	350	350	350	350	350
Посадочный диаметр, мм	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
Двигатель:					
модель	Robin	Robin	Robin	Robin	B&S Vanguard
мощность, кВт	4,5	8,5	13,5	13,5	6

Таблица 6.9

Техническая характеристика нарезчиков швов с бензиновым двигателем и подачей охлаждающей жидкости на диск

Показатели	Модель		
	RSE-12H	RSE-14H	RSE-17H
Максимальная глубина резки, мм	120	140	170
Максимальный диаметр диска, мм	350	400	450
Посадочный диаметр диска, мм	25,4	25,4	25,4
Двигатель:			
модель	Honda	Honda	Honda
мощность, кВт	4,0	6,6	9,6
частота оборотов двигателя, с <sup>-1</sup>	60	60	60
частота оборотов диска, с <sup>-1</sup>	50	39,2	39,2
Объем водяного бака, л	15	25	25
Масса нарезчика, кг	69	85	102
Габаритные размеры, мм:			
длина	1050	1100	1240
ширина	480	550	590
высота	980	980	980



Рис. 6.13. Нарезчики швов с бензиновым двигателем

Нарезчики швов с ручным управлением и бензиновым двигателем привода вращения диска (рис. 6.13) имеют простую конструкцию защитного кожуха, систему охлаждения рабочего органа. Подача охлаждающей жидкости на алмазный инструмент осуществляется самотеком.

Техническая характеристика нарезчиков швов с бензиновым двигателем и подачей охлаждающей жидкости на диск приведена в табл. 6.9.



Рис. 6.14. Нарезчики швов с электрическим приводом

Таблица 6.10

Основные технические характеристики нарезчиков швов с алмазными дисками и бензиновым двигателем

Показатели	Модель				
	CS-146	CS-189	CS-1813	CS-2413	CS-3213
Диаметр алмазного круга, мм	300–350	350–450	350–450	450–600	600–800
Частота вращения круга, с <sup>-1</sup>	50	36,7-30	36,7-30	38,3	28,3
Диаметр посадочного отверстия диска, мм	25,4	25,4	25,4	25,4	25,4
Ширина реза за проход, мм	3–6	3–8	3–8	3–4,5	4,5–5,5
Емкость бензобака, л	4	6	7,1	7,1	7,1
Емкость бака для воды, л	20	20	20	20	20
Двигатель	Бензиновый B&S, VFNGUARD, США/ Honda, Япония				
Габаритные размеры, мм:					
длина	960	1140	1140	1240	1335
ширина	460	680	680	680	680
высота	990	1160	1160	1260	1260

Таблица 6.11

Техническая характеристика нарезчиков швов с электрическим приводом

Показатели	Модель			
	CS-144E	CS-1810E	CS-2415E	CS-3215E
Диаметр алмазного круга, мм	300–350	300–450	450–600	600–800
Частота вращения круга, с <sup>-1</sup>	50	50	38,3	28,3
Максимальная глубина резания, мм	120	165	220	320
Диаметр посадочного отверстия, мм	25,4	25,4	25,4	25,4
Двигатель	Э л е к т р и ч е с к и й			
Мощность двигателя, кВт	3	7,5	11	11
Ширина реза за проход, мм	3–6	3–8	3–4	4,5–5,5
Емкость бака для воды, л	20	20	20	20
Масса снаряженная, кг	73	160	210	220
Габаритные размеры, мм	1010×460×990	1140×68×1160	1240×68×1260	1335×68×1260

Комплектация нарезчиков швов алмазным инструментом и электрическим приводом (рис. 6.14, табл. 6.11), специально разработанным для отдельных видов покрытий, существенно повышает эффективность использования техники в реальных производственных условиях. При этом обеспечивается высокий ресурс работы инструмента, а производительность нарезки шва в асфальтобетонном покрытии с гранитным наполнителем при глубине реза 50 мм – 60 м/ч, а при обработке асфальтового покрытия с песчаным наполнителем – 100 м/ч.

Отличительными особенностями нарезчиков швов являются:

возможность нарезки швов с плавной фиксацией глубины нарезаемого шва от 120 до 275 мм;

оснащение автономной системой подачи воды в зону резания всех моделей нарезчиков.

## 6.6. Ремонтеры

Для механизации работ по текущему ремонту твердых покрытий применяют машины, получившие название ремонтеров, производящие ямочный ремонт покрытий, заделку трещин и швов.

Ремонтеры классифицируют по виду выполняемых работ, типу рабочего оборудования, способу передвижения и типу привода рабочих органов. Основные технические характеристики ремонтеров приведены в табл. 6.12.

В процессе ремонтных работ поврежденные места асфальтобетонного покрытия очищают от грязи сжатым воздухом или щетками, разогревают нагревательными установками или разрушают механическим способом, удаляют изношенный слой покрытия, укладывают новую асфальтобетонную смесь, разравнивают и уплотняют.

Машина ДЭ-5А предназначена для текущего ремонта асфальтобетонных покрытий. Специальное оборудование размещено на шасси автомобиля ГАЗ-53А и состоит из бункера-термоса для транспортирования и хранения горячей асфальтобетонной смеси, компрессорной установки с пневмоинструментом, газового оборудования, блока газовых инфракрасных излучателей, баллонов, рукавов, ручного инструмента и гидропривода. Машина позволяет ремонтировать асфальтобетонное покрытие горячим способом с применением инфракрасных излучателей и холодным способом с механической вырубкой старого покрытия, а также очищать покрытия сжатым воздухом и обеспечивать привод ручного механизированного пневмоинструмента.

Кузов сзади кабины машины разделен на три отсека: правый, левый и средний. В правом отсеке расположено пневмооборудование; в левом – газовое оборудование; в среднем – бункер-термос с теплоизолированными стенками, ковш-тележка для доставки и распределения асфальтобетонной смеси на ремонтируемый участок и ручной виброкаток в специальной кассете. Газовое оборудование машины представляет собой шесть газовых баллонов с регулятором давления, подключенных к коллектору, который соединен шлангами с блоком газовых инфракрасных излучателей и газовым запальником.

Технические характеристики ремонтеров

Показатель	ДЭ-5А	ДЭ-5	МТРДТ	МТРД	5320	ЭД105.1	ЭД105.1А
Базовое шасси	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130 и двухос- ный прицеп 2АПС-4,5	КаМАЗ- 53215	ЗИЛ- 433112
Максимальная производитель- ность, м <sup>2</sup> /смену	90	80	40	30	170	—	—
Вместимость бункера, м <sup>3</sup> :							
для асфальто- бетонной смеси	1	0,8	0,755	0,755	3	3	3
для вяжущего материала и эмульсии	—	0,09	0,025	0,05	0,6	—	—
для вяжущего материала и эмульсии, л	—	—	—	—	—	600	600
Инфракрасный излучатель:							
тип горелок	Газовые		Электриче- ские	—	Газовые	—	—
разогреваемая площадь, м <sup>2</sup>	1,43	1,8	1	—	1,5	—	—
Виброкаток	Пневма- тический	Электрический		—	Электриче- ский	—	—
Мощность гене- ратора, кВт	—	4	20	12	12	—	—
Компрессор:							
тип	У43102	СО-7А	СО-7А	О-38М	СО-7А	—	—
подача, <sup>3</sup> /мин	0,5 + 0,5	0,5	0,5	0,5 + 0,5	0,5	2,5	1
рабочее дав- ление, МПа	0,7	0,6	0,6	0,35	0,6	—	—
Максимальная транспортная скорость, км/ч	—	80	—	60	60	—	—
Размеры, мм:							
длина	—	6230	—	—	11960	—	—
ширина	—	2500	—	—	2660	—	—
высота	—	2370	—	—	2900	—	—
Масса, кг:							
без материалов	—	—	—	—	12180	—	—
в снаряженном состоянии	7400	7400	—	—	—	—	—

Привод компрессорной установки производится от двигателя базового автомобиля с помощью коробки отбора мощности, редуктора, карданной и ременной передач. На редукторе привода компрессора установлен шестеренный насос гидропривода машины. В рабочее положение бункер-термос поднимается гидроцилиндром, обеспечивая автоматический перевод ковша-тележки, установленной на задней стенке кузова, и ручного виброкатка из транспортного положения в рабочее. Ковш-тележка загружается из бункера-термоса через люк-дозатор. Кассета виброкатка связана рычажным механизмом с механизмом подъема бункера-термоса. Виброкаток оснащен пневматическим вибровозбудителем, расположенным внутри вала. На машине имеется один пистолет-распылитель.

Машина ДЭ-5 имеет то же назначение, что и ее модернизированный вариант – машина ДЭ-5А. Специальное оборудование размещено на шасси автомобиля ГАЗ-53А и состоит из бункера-термоса, емкостей для минерального порошка и битумной эмульсии, переносных блоков газовых инфракрасных излучателей, бензоэлектрического агрегата, ручной распределительной тележки, электровиброкатка, электромолотка, компрессора, ручного инструмента (лопат, гладилки, щетки и др.), гидрооборудования. Последовательность и виды работ при ремонте асфальтобетонных покрытий для машин ДЭ-5 и ДЭ-5А одинаковы. Машина ДЭ-5 отличается от машины ДЭ-5А наличием на ней бензоэлектрического агрегата и рабочего оборудования с электроприводом.

Насос гидросистемы установлен на редукторе, смонтированном на коробке передач автомобильного шасси, который оснащен механизмом включения. Привод компрессора, электровиброкатка и электромолотков осуществляется от асинхронных трехфазных электродвигателей. Газовое оборудование машины состоит из шести баллонов для сжиженного газа (пропана), трубопроводных коммуникаций, регуляторов давления, контрольных приборов и газового коллектора, к которому с помощью резиноканевых шлангов присоединены четыре переносных блока газовых инфракрасных излучателей.

Электровиброкаток оборудован встроенным в валок электровибратором, при уплотнении ремонтируемых мест каток перекачивают вручную. В комплект рабочего оборудования машины входит один пистолет-распылитель СО-71.

При ремонте асфальтобетонных покрытий применяют машину МТРДТ. Рабочее оборудование смонтировано на шасси автомобиля ГАЗ-53А. Оно состоит из бункера-термоса, кузова (в передней части размещена кабина), битумного бака, гидроизолятора, электроутюга, электрогенератора, компрессора, электромолотков, электровибротрамбовки, электровиброкатка, электронагревателя, ручной тележки (рис. 6.15).

Битумный бак для транспортирования и поддержания постоянной температуры битума подогревают вмонтированным в бак нагревательным элементом мощностью 3,5 кВт. Заданную температуру битума поддерживают

терморегулятором. Для периодического перемешивания разогреваемого битума в баке установлена вращаемая вручную мешалка. Разогретый битум берут через специальную отводную трубу с краном. Гидроизолятор, предназначенный для нанесения разогретого битума на обработанную поверхность, представляет собой бачок круглой формы с расположенными внутри двумя трубками: горизонтальной, соединенной с эжектором, и изогнутой для подачи сжатого воздуха.

Поступающий от компрессора воздух создает на выходе эжектора разрежение, обеспечивая поступление горячего битума под струю сжатого воздуха и распыливая битум.

Электроутюг мощностью 3 кВт служит для разогрева кромок старого асфальтобетонного покрытия и соединения его с новым, обеспечивая однородность стыковочного шва. Электроутюг состоит из двух частей: гладильной плиты и рукояти. Электрогенератор мощностью 20 кВт обеспечивает потребителей электроэнергией. Привод генератора осуществляется от вала двигателя базового шасси через коробку отбора мощности, карданный вал и клиноременную передачу. Компрессор обеспечивает работу распылителя и продувку покрытия. Электровибротрамбовка предназначена для уплотнения свежееуложенной массы при ширине ремонтируемого участка менее 500 мм. Электровиброкаток используют для уплотнения свежееуложенной смеси по ширине участка больше 500 мм. Электроразогреватель мощностью 18 кВт осуществляет предварительный разогрев участка и состоит из рамы с отражателем из восемнадцати ламп инфракрасного излучения.

Серийно выпускаемая машина МТРДТ отличается от машины МТРД тем, что на ней вместо пневматического оборудования установлены два электромолокта, электротрамбовка, а также смонтирован электроразогреватель, облегчающий операции по вырубке старого асфальтобетона или обеспечивающий возможность ремонта покрытия без вырубки.

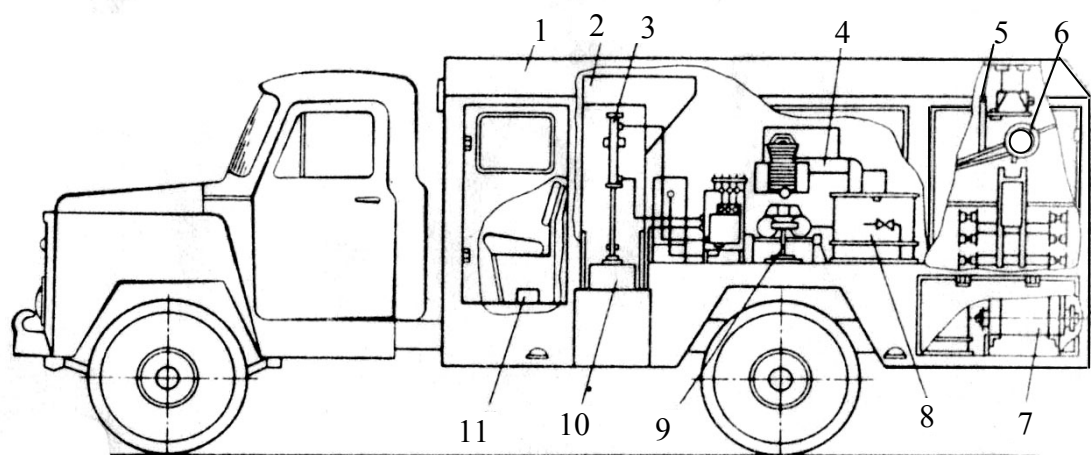


Рис. 6.15. Машина МТРДТ для ремонта асфальтобетонных покрытий:

- 1 – кузов; 2 – бункер; 3 – гидросистема; 4 – генератор; 5 – лестница; 6 – ручная таль; 7 – вибротрамбовка; 8 – битумный бак; 9 – компрессор; 10 – затвор; 11 – электрический утюг

Кроме того, машина МТРДТ дополнительно оснащена электровиброкатком и ручной тележкой для перевозки новой асфальтобетонной смеси и удаления старой. Унифицированные с машиной МТРД узлы: бункер-термос, битумный бак, электроутюг, битумный гидроизолятор, управление газом, коробка отбора мощности и с частичной доработкой кузов и рама.

При использовании машины МТРД ремонтируемый участок очищают сжатым воздухом от загрязнения, обрубают контуры участка и разрушают старое покрытие пневмомолотком, удаляют вручную старый асфальтобетон и смазывают ремонтируемый участок битумом. Затем вручную раскладывают и разравнивают асфальтобетонную смесь и уплотняют ее пневмотрамбовкой. Места сопряжений старого и нового покрытий заглаживают электроутюгом.

Ремонтер 5320 предназначен для ликвидации повреждений в асфальтобетонных покрытиях в виде выбоин, просадок, трещин, волн, наплывов. Ремонт производят горячими и холодными смесями, а также способом пропитки покрытий битумом или битумной эмульсией. Специальное оборудование ремонтника смонтировано на шасси автомобиля ЗИЛ-130 и двухосного прицепа. На шасси автомобиля расположены: гидравлический кран грузоподъемностью 400 кг, электростанция, компрессор, битумный котел с системой разогрева и распределения вяжущего материала, три тележки, оборудованные блоками газовых инфракрасных излучателей, электровиброкаток, три электромолотка, гидросистема, двухместная кабина для перевозки рабочих.

На автоприцепе установлен самосвальный бункер с двумя отсеками, используемый для транспортирования черных смесей и щебня, две ручные тележки и катушки с электрокабелем.

### **6.7. Машины для заделки трещин и ремонта швов**

При устранении трещин, возникающих в покрытиях в процессе их эксплуатации, используют специальные машины и оборудование. В соответствии с технологией проведения ремонтных работ это оборудование позволяет очищать трещины от грязи, продувать их сжатым воздухом, просушивать, грунтовать стенки и заполнять их мастикой. Окончательной операцией является посыпка обработанной поверхности песком или высевами щебня. По типу ходового оборудования эти машины разделяют на ручные, перемещаемые на тележке, прицепные и самоходные.

Для разделки трещин применяют ручной механизированный инструмент: пневмоломы, пневмомолотки, перфораторы, электромолотки и специальное оборудование с механическим приводом.

Одним из перспективных является способ резки асфальтобетонного покрытия с помощью струи горячих газов. Газоструйный термоинструмент установлен на передвижном оборудовании ДЭ-10, предназначенном для разделки и очистки трещин в асфальтобетонных покрытиях. Оборудование



ДЭ-10 представляет собой передвижную, управляемую вручную тележку с расположенными на ней термоинструментом и топливным баком. Сжатый воздух в рабочий орган и топливный бак подается от автономного компрессора, а электрический ток для зажигания горючей смеси в камере сгорания горелки – от автомобильного аккумулятора. Асфальтобетонное покрытие разрезается газовой струей температурой 1000 °С, разделка трещин производится струей температурой 500 °С, расчистка трещин в асфальтобетонных покрытиях без оплавления кромок – струей температурой 150 °С.

#### Технические характеристики передвижного оборудования ДЭ-10

Производительность при обработке на глубину 40 мм, м/ч:

разделка кромок трещин.....	110
очистка трещин.....	600
резание асфальтобетона.....	35
расчистка швов.....	200
Температура газовой струи, °С.....	140–1000
Эксплуатационная масса.....	50

Оборудование для разделки трещин в аэродромных и дорожных покрытиях предлагаемое ООО «Научно-производственный комплекс «Созвездие», предназначено для вскрытия трещин, в том числе криволинейных, и подготовки их к заливке битумными мастиками. В качестве режущего инструмента используются диски с упрочнением режущей кромки алмазной крошкой. Это значительно повышает производительность и ресурс оборудования. При глубине прямоугольного реза 5,5 см и ширине 1 см достигается рабочая скорость передвижения 1 м/мин по асфальту и 0,5 м/мин по бетону.

Техническая характеристика оборудования для разделки трещин приведена в табл. 6.13.

Таблица 6.13

#### Техническая характеристика оборудования для разделки трещин

Показатели	Модель оборудования	
	CS-913	CS-910E
Глубина резания максимальная, мм	55	55
Диаметр инструмента, мм	180	180
Частота вращения инструмента, с <sup>-1</sup>	141,6	141,6
Ширина щели, мм	12	12
Минимальный радиус кривизны шва, м	1,5	1,5
Масса, кг	140	160
Двигатель	Бензиновый B&S Vanguard, США	Электрический
Мощность двигателя, кВт	9,6	7,5

Технические характеристики машин для заделки трещин и швов

Показатель	ЭД-10А	ЭД-70	ДС-67	ДС-67А	МБ-16	ДС-128
Базовое шасси	ГАЗ-53А		УАЗ-452Д		ГАЗ-53А	Т-16М
Тип покрытия	Асфальтобетонное		Цементобетонное			
Производительность, м/ч	90	1044	(700)	(1400)	202	400
(м/смен)	С двумя рукавами		При швах размером 20×200 мм			
Вместимость емкости:						
для мастики или битума, л	2200	1000	150	300	800	2×230
для песка, м <sup>3</sup>	0,5	—	—	—	—	—
для грунтовой смеси, л	—	—	40	60	75	—
Вместимость, л:						
бачка заливщика	—	—	25	—	—	4×30
бака промывки	60	2×100	50	—	50	—
Тип заливаемого в шов технического материала	Битум	Мастика РБВ		Мастика «Изол» Г-В		Тиоколовая мастика «Гидром»
Наличие системы переме- шивания мастики (битума)	—	Мешалка	—	—	Мешалка	Винты
Рабочая температура мас- тики или битума, °С	130–170	180–200	160–180		110–120	—
Компрессор	О-38Б	У43102	СО-7А			У43102
Система подогрева масти- ки или битума	Горелки испарительного типа			Горелка	Электрическая	
Транспортная скорость, км/ч	До 45	50	—	—	60–65	—
Размеры, мм:						
длина	6150	6300	4510		6136	4000
ширина	2410	2330	2100		2220	1850
высота	2460	2650	2070		2990	2420
Масса, кг	7440	6615	2620	—	6800	2500

Оборудование для разделки трещин в аэродромных покрытиях с помощью специальной фрезы обеспечивает глубину резания 60 мм. Максимальный диаметр фрезы 180 мм, ширина – не более 20 мм. Оборудование состоит из решетчатой рамы, привода вращения фрезы и ходовой тележки. Привод фрезы производится от бензинового или электрического двигателя при помощи клинового ремня. Двигатель и вал фрезы смонтированы на раме, которая шарнирно соединена с ходовой тележкой. Величина заглубления фрезы регулируется с помощью специального винта, установленного на раме.

Для заполнения трещин и швов в асфальто- и цементобетонных покрытиях применяют специальные автомобили ЭД-10А, ДС-67 и др. (табл. 6.14).

Для заделки трещин покрытий в качестве автогудранатора используют машину ЭД-10А. Рабочее оборудование установлено на шасси автомобиля ГАЗ-53А и состоит из следующих основных узлов и систем (рис. 6.16): цистерны для битума, двух бункеров для песка, механизма поворота бункера, сис-

темы розлива битума, пневмо-, топливо- и гидросистем, специальной кабины, левого и правого боковых, а также заднего ящиков, электрооборудования.

Цистерна для битума сварная, корпус ее термоизолирован слоем стекловолокна. Наверху цистерны расположен задвижной люк с фильтром, через который ее наполняют битумом, а также осматривают, очищают и ремонтируют внутреннюю поверхность. Цистерна оборудована поплавковым указателем уровня и термометром. Внутри нее проходит жаровая труба для разогрева битума. В левом (по ходу движения) отверстии жаровой трубы установлена горелка, правое крыло закрыто крышкой, которую снимают при очистке трубы от нагара. Перед правым выходом жаровой трубы к ней приварена вытяжная труба (для выхода продуктов сгорания). С левой и правой стороны под специальной кабиной на петлях установлены бункеры для песка, используемого при заделке трещин асфальтобетонного покрытия. Загрузка бункера песком происходит при его повороте на петлях винтовыми механизмами. Система розлива битума состоит из: распределителя, механизма управления распределителем, битумного насоса, промывочного бака, трехходовых битумных кранов промывочного бака, механизма управления промывочными кранами, двух сливных кранов, двух ручных распределителей с кранами и трехходового крана ручных распределителей.

Распределитель квадратного сечения состоит из корпуса, форсунок, штанги с пальцами, трех направляющих пальцев, рычагов. Внутри корпус разделен горизонтальными перегородками, позволяющими битуму циркулировать по распределителю. Битумный насос шестеренного типа имеет привод от гидродвигателя. Система розлива битума обеспечивает следующие операции: автогудронирование, циркуляцию битума через распределитель, ручной розлив, малую циркуляцию битума, промывку системы после автогудронирования и ручного розлива, слив битума из системы.

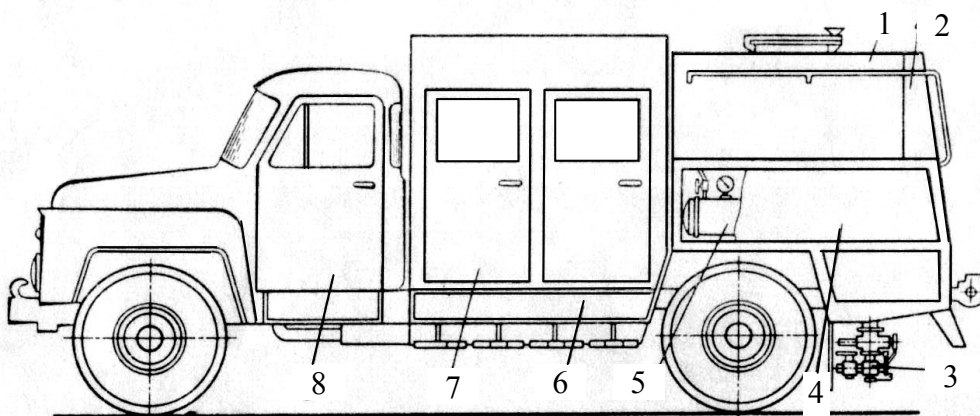


Рис. 6.16. Машина ЭД-10А для заделки трещин и ремонта швов:

- 1 – цистерна; 2 – задняя емкость; 3 – система розлива битума; 4 – боковые емкости;  
5 – топливная система; 6 – бункер для песка; 7 – кабина; 8 – базовое шасси

Пневмосистема состоит из компрессорной установки, пневмолинии с запорным вентилем подачи сжатого воздуха в топливный бак, системы подогрева битума, пневмолинии подачи сжатого воздуха для продувки ручных распределителей, рукава с воздушным наконечником и запорным вентилем для очистки трещин. Компрессорная станция установлена в отделении специальной кабины и состоит из компрессора 0-38Б с ресивером, клиноременной передачи и гидромотора привода компрессора. Давление в системе 0,4 МПа. Топливная система подогрева битума состоит из топливного бака, горелки, установленной в жаровой трубе цистерны, переносной горелки, топливопроводов и регулирующих вентилей. Топливо (керосин) из бака подается к форсункам горелок по топливопроводам путем подачи в бак сжатого воздуха. Привод гидронасоса осуществляется от коробки отбора мощности, установленной на фланце коробки передач двигателя базового шасси.

Дополнительным технологическим оборудованием этой машины, используемым при заделке трещин, является тележка для песка, предназначенная для транспортирования и распределения песка по залитым битумом трещинам. При перемещении тележки вручную вращающийся барабан, который жестко связан с одним из передних колес, обеспечивает высев песка из бункера. Норма высева регулируется путем поворота заслонки бункера.

Специальная кабина ЭД-10А состоит из двух отделений: в переднем размещается бригада обслуживания, а в заднем – гидробак с гидроарматурой и компрессорная установка.

Для упрощения технологии заделки трещин и повышения качества этих работ применяют мастики с твердым наполнителем, которые отличаются повышенной механической прочностью и тепловой устойчивостью, что позволяет в 2–2,5 раза увеличить срок службы покрытий после обработки. Применение мастик с твердым наполнителем не требует использования присыпного материала, что дает возможность освободиться от бункера для песка и снизить общую металлоемкость машины.

Машина ЭД-10А неудовлетворительно работает с этими мастиками вследствие образования шлака на жаровых трубах и пригорания мастики при разогреве. Кроме того, эти мастики нуждаются в более высокой температуре разогрева, частом подогревании и перемешивании.

Для заливки трещин мастиками с твердым наполнителем используют машину ЭД-70. Рабочее оборудование установлено на шасси автомобиля ГАЗ-53А и состоит из цистерны с мешалкой, дополнительной кабины для перевозки обслуживающего персонала, силовой передачи, системы подогрева. В передней части цистерны расположена заливная горловина с крышкой и сетчатым фильтром. Корпус цистерны сварной (из нескольких слоев): в наружном слое уложена теплоизоляция из стекловолокна; в среднем проходят горячие газы, образующиеся в результате сгорания топлива (керосина) в горелках; внутренний слой служит для циркуляции теплоносителя. За внутренним слоем расположена емкость для мастики. В заднем днище цистерны ус-

тановлен битумный насос. Силовая передача обеспечивает механический привод мешалки, битумного насоса и компрессора. Система подогрева состоит из топливного бачка, двух стационарных горелок, ресиверов, рукавов для продувки щелей сжатым воздухом, трубопроводов и компрессора.

Для заполнения швов в цементобетонных покрытиях резинобитумным вяжущим материалом применяют также машину ДС-67. Рабочее оборудование ее состоит из емкостей для мастики, грунтовочной смеси (битума) и промывочного раствора (керосина), системы подогрева мастики, рабочего органа, силовой передачи, пневмо- и электросистем, системы управления. Машина оснащена двумя системами подогрева мастики: с помощью выхлопных газов автомобиля и жидкотопливной горелки. Подогревается мастика в емкости горячими газами через жаровые трубы, а разогревается – теплоносителем (маслом) в рабочем органе, называемом горелкой.

Заливщик швов МБ-16 также может быть использован для герметизации швов и трещин в цементобетонных покрытиях. Рабочее оборудование машины состоит из генератора, компрессора, трансформатора, промывочного устройства, устройства для грунтовки швов, битумного котла с мешалкой и насоса. Отличительной особенностью заливщика является электропривод исполнительных органов – компрессора, мешалки котла, битумного насоса и насоса для подачи промывочного раствора.

Для заполнения швов цементобетонных покрытий теоколовыми мастиками холодного затвердевания служит машина ДС-128. Она смонтирована на самоходном пневмоколесном шасси и имеет два резервуара для теоколовой мастики и отвердителя. Внутри резервуаров установлены винтовые шнеки, при помощи которых мастика и отвердитель подаются в отдельные разливочные емкости. Каждая разливочная емкость выполнена в виде небольшого котла со специальной герметически закрываемой крышкой, смонтирована на четырех колесах и имеет рукоятки для передвижения вдоль шва. В емкость от компрессора с помощью резиновых рукавов подается воздух под давлением.

В нижней части емкости имеется сопло, подача мастики в которое производится через запорный кран. Разливочную емкость устанавливают на шов и вводят в него сопло. Затем открывается запорный кран и мастика под давлением поступает в шов. При этом оператор перемещает емкость вдоль шва.

Заливщик швов ДС-67А предназначен для заливки швов резинобитумной мастикой в цементобетонных покрытиях аэродромов. Машина может работать при температуре окружающего воздуха не ниже 5 °С.

Две форсунки, работающие на дизельном топливе, обеспечивают разогрев кусковой мастики до температуры 160–180 °С. Подготовка швов заключается в продувке и грунтовке стенок и дна шва разжиженным битумом.

Заливщик швов смонтирован на автомобиле типа УАЗ (рис. 6.17), который подвергается доработке. Основными узлами заливщика являются: рама, рабочий орган, емкости для мастики, пневматическая и топливная системы, система управления, редуктор отбора мощности, гидросистема и электросистема.

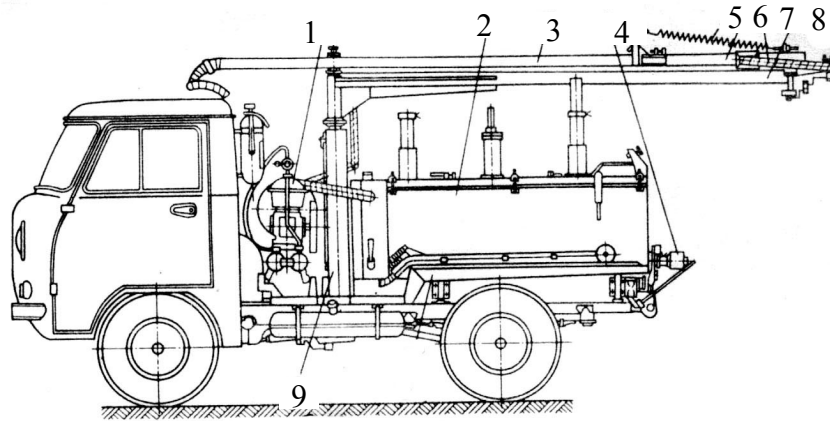


Рис. 6.17. Заливщик швов ДС-67А: 1 – компрессор; 2 – емкость для мастики; 3, 6, 8 – балки; 4 – топливная система; 5 – пружина; 7 – мастикопровод; 9 – стойка

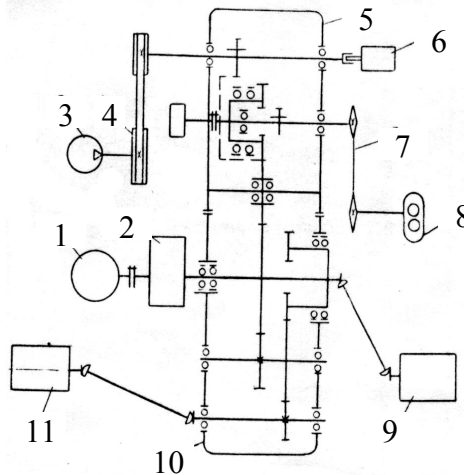


Рис. 6.18. Кинематическая схема заливщика швов ДС-67А: 1 – двигатель; 2 – коробка передач; 3 – компрессор; 4 – клиноременная передача; 5 – редуктор отбора мощности; 6 – датчик тахометра; 7 – цепная передача; 8 – битумный насос; 9 – задний мост; 10 – раздаточная коробка; 11 – передний мост

Кинематическая схема машины приведена на рис. 6.18. Крутящий момент от двигателя через коробку передач автомобиля передается на коробку отбора мощности заливщика швов, обеспечивающую привод компрессора СО-7А, насоса системы смазки, шестеренного насоса подачи мастики.

Пневмосистема (рис. 6.19) предназначена для продувки сжатым воздухом швов через «удочку» давлением 0,4–0,6 МПа, а также для подачи сжатого воздуха в топливную систему и емкость для грунтовой смеси вместимостью 60 л. Емкость выполнена с двойными стенками, между которыми расположен теплоизолирующий материал. В нижней части емкости размещен нагреватель, в который подается горячий воздух от горелки. В задней части днища емкости установлен кран для слива мастики. В передней части емкости размещены трехходовый кран, соединенный с выпускным отверстием емкости, и насос, подающий мастику в мастикопровод. На всасывающей линии насоса установлен фильтр. Кран, насос и трубопровод обогреваются горячим воздухом.

Мастикопровод предназначен для подачи разогретой мастики в щель шва.

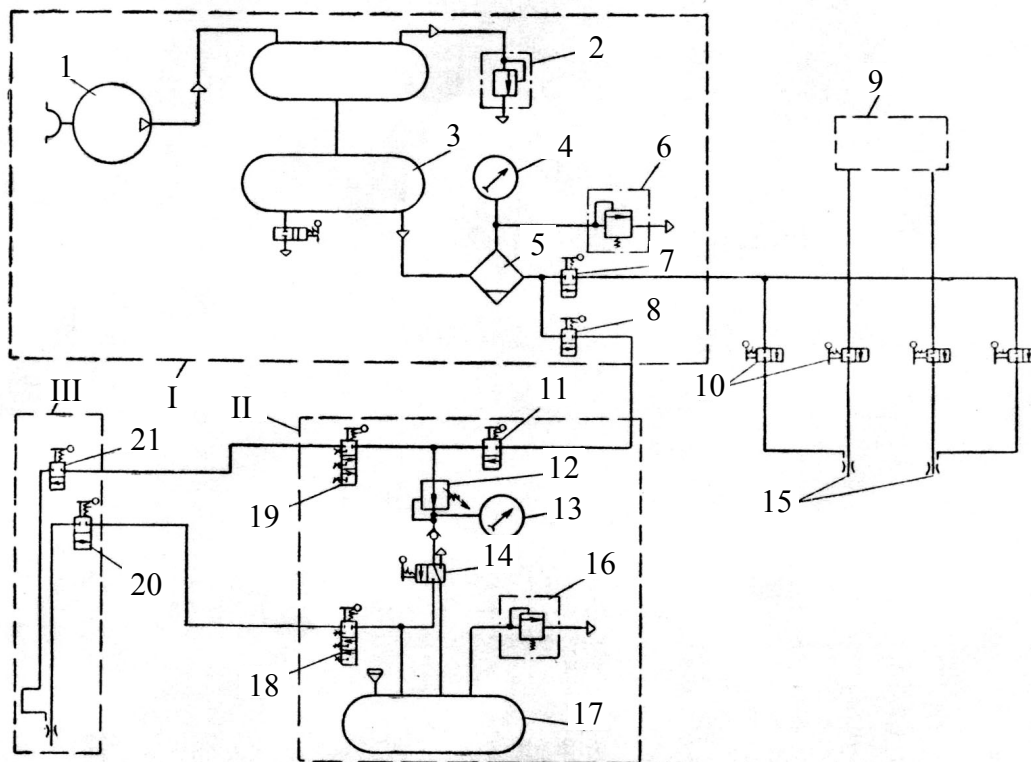


Рис. 6.19. Пневматическая схема заливщика швов ДС-67А: I – компрессорная установка; II – нагнетательный бак; III – удочка; 1 – компрессор; 2, 12 – регуляторы давления; 3, 17 – ресиверы; 4, 13 – манометры; 5 – влагоотделитель; 6, 16 – предохранительные клапаны; 7, 8, 11, 14, 20, 21 – разобщительные краны; 9 – топливный бак; 10 – запорные игольчатые вентили; 15 – форсунки; 18, 19 – трехходовые краны

Он представляет собой рукав, смонтированный на четырехзвенной шарнирной балке, при помощи которой поддерживается мастикопровод при перемещении его вдоль шва. Один конец мастикопровода соединен с емкостью быстросъемными муфтами, а другой конец выполнен с насаженным на нем штуцером и съемным насадком.

Балки соединены между собой шарнирами, расположенными в горизонтальной и вертикальной плоскости, и пружиной, уравнивающей балку и расположенную в ней часть мастикопровода.

В транспортном положении балки складываются, располагаются вдоль оси автомобиля и фиксируются. Топливная система служит для разогрева и поддержания рабочей температуры мастики. Воздух от компрессора через редукционный клапан подается в топливный бак, из которого смесь под давлением 0,3–0,4 МПа поступает к горелкам. Горелка состоит из цилиндрического корпуса с трубчатым змеевиком, на одном конце которого закреплена пробка с сетчатым фильтром и соплом, а другой конец соединен с топливопроводом.

Для привода компрессора и насоса подачи мастики служит редуктор отбора мощности, установленный на раздаточной коробке автомобиля.

## 6.8. Катки самоходные

При сооружении и ремонте асфальтобетонных покрытий все слои должны уплотняться. Основными машинами для уплотнения являются катки. Катки бывают самоходные, полуприцепные и прицепные. По удельному линейному давлению самоходные катки разделяют: на легкие – с линейным давлением 400 Н/м (массой до 5 т, мощностью до 25 кВт), средние – с линейным давлением 300–600 Н/м (массой 6–10 т, мощностью 25–35 кВт), тяжелые – с линейным давлением 600 Н/м и более (массой 10 т, мощностью 35 кВт); по типу трансмиссии (механическая, гидромеханическая, гидрообъемная).

Технические характеристики катков приведены в [9, 30] и табл. 6.15, кинематическая схема катка ДУ-48Б представлена на рис. 6.20.

Крутящий момент от двигателя через компенсационную муфту передается на гидротрансформатор коробки передач. Реверс осуществляется с помощью многодисковой фрикционной муфты. Далее крутящий момент через карданный вал передается на пару конических и цилиндрических шестерен и дифференциал. Полуоси редуктора заканчиваются малыми шестернями бортовой передачи. Большие шестерни закреплены на ведущих вальцах. Двигатель, коробка передач, редуктор и другие узлы смонтированы на раме катка.

Гидросистема катка показана на рис. 6.21.

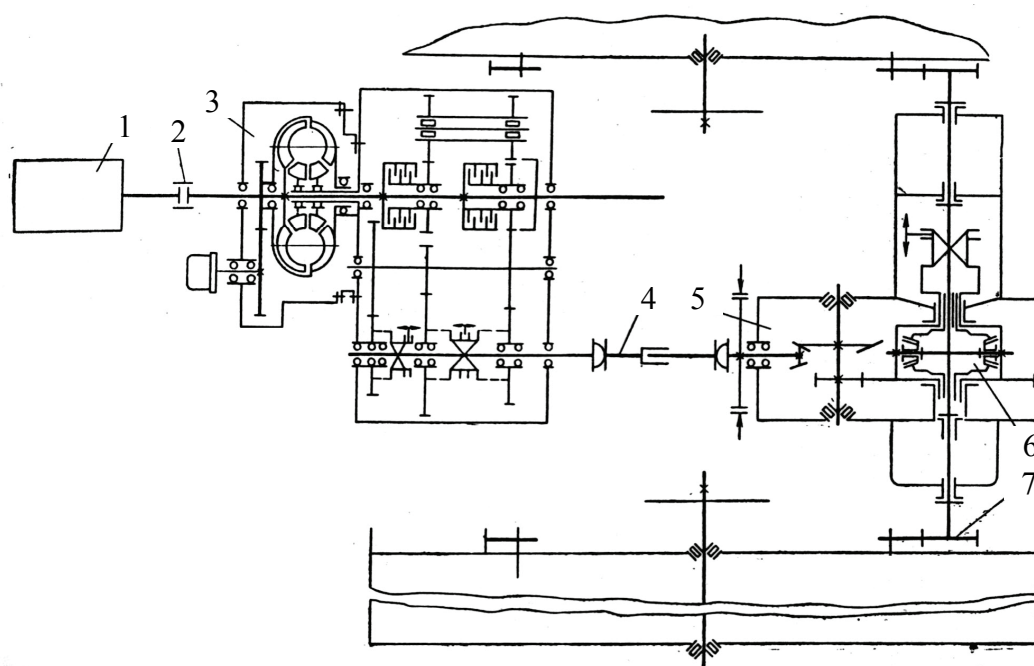


Рис. 6.20. Кинематическая схема катка ДУ-48Б: 1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – коробка передач; 4 – карданный вал; 5 – редуктор; 6 – дифференциал; 7 – шестерня бортовой передачи



Ведущие валцы показаны на рис. 6.22. Оба валца установлены на общей оси, закрепленной на кронштейнах рамы стопорами, и вращаются на конических роликоподшипниках.

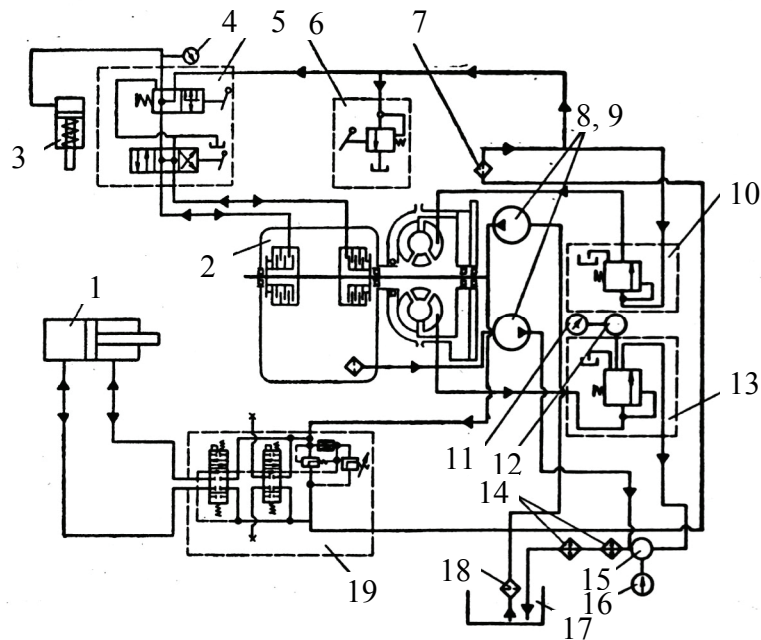


Рис. 6.21. Гидравлическая схема катка ДУ-48Б: 1 – гидроцилиндр поворота; 2 – коробка передач; 3 – гидроцилиндр тормоза; 4 – манометр; 5 – золотниковая коробка; 6 – редукционный клапан; 7 – фильтр; 8, 9 – насосы; 10, 13 – регуляторы давления; 11 – указатель давления рабочей жидкости; 12 – датчик давления; 14 – масляные радиаторы; 15 – датчик указателя температуры; 16 – указатель температуры; 17 – бак; 18 – фильтр; 19 – гидравлический распределитель

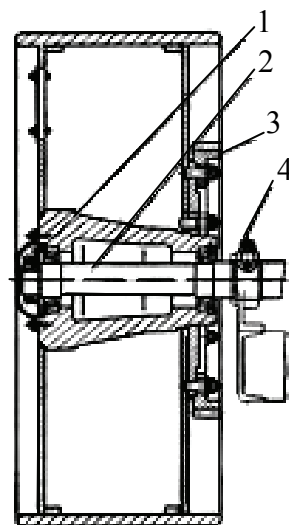


Рис. 6.22. Ведущие валцы катка ДУ-48Б: 1 – регулировочные гайки; 2 – ось; 3 – шестерня; 4 – стопор

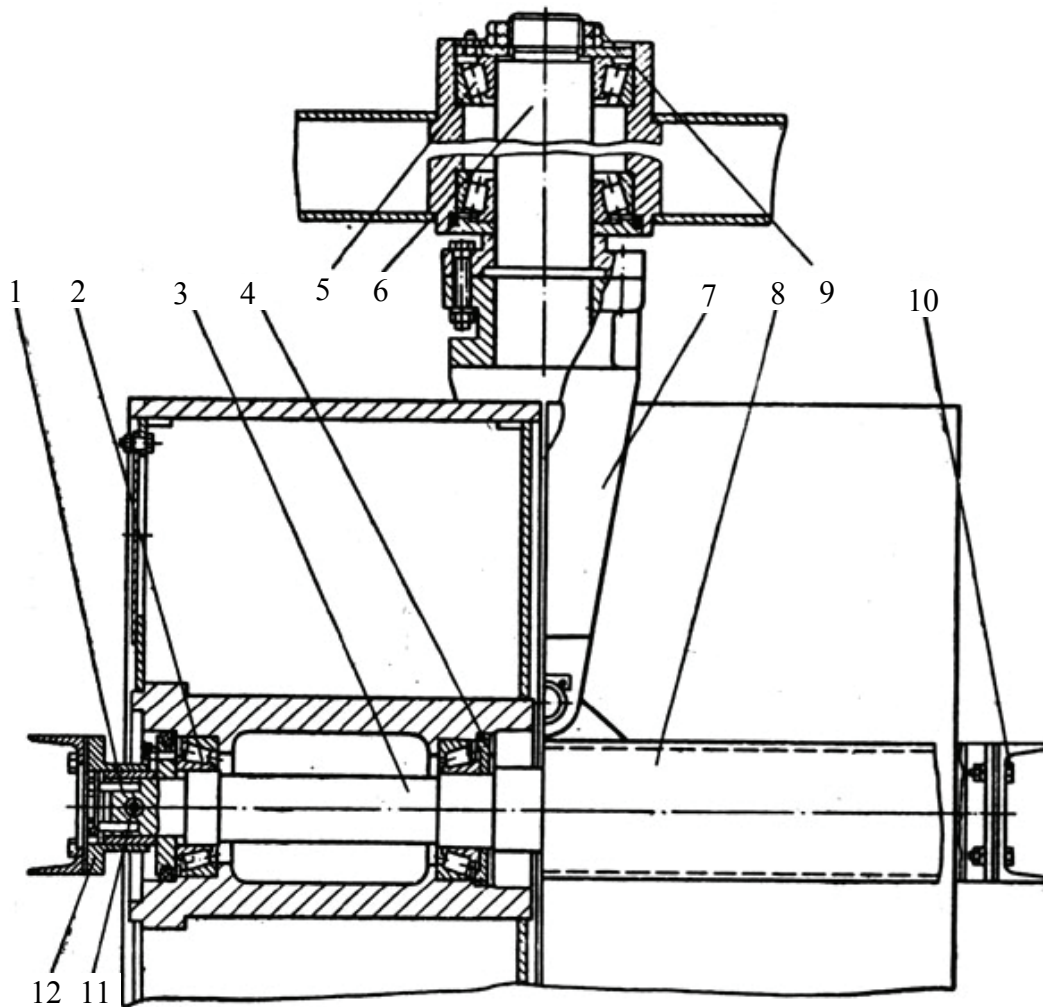


Рис. 6.23. Ведомый валец катка ДУ-48Б: 1 – вал; 2, 5 – подшипники; 3 – ось; 4 – регулировочная прокладка; 6 – шкворень; 7 – вилка; 8 – рамка; 9 – гайка; 10 – болт; 11 – палец; 12 – цапфа

Передний валец – ведомый (рис. 6.23), для облегчения поворота он разделен на две секции, вращающиеся независимо друг от друга на общей оси. Поворот вокруг вертикальной оси осуществляется гидроцилиндром поворота. Каток снабжен устройством для очистки и смачивания вальцов.

**Каток ДУ-49А.** На рис. 6.24 показан общий вид катка ДУ-49А. Основными узлами катка являются рама, двигатель, коробка передач, рычаги управления, редуктор, передние и задние вальцы, топливная и гидравлическая система. Задний валец – ведущий, два передних – ведомые. Вальцы заполняются балластом.

Ведущий валец показан на рис. 6.25. На одной из ступиц вальца закреплена бортовая шестерня, находящаяся в зацеплении с цилиндрической шестерней редуктора. Валец вращается на конических подшипниках, установленных на оси, которая закреплена в опорах, находящихся на раме катка.

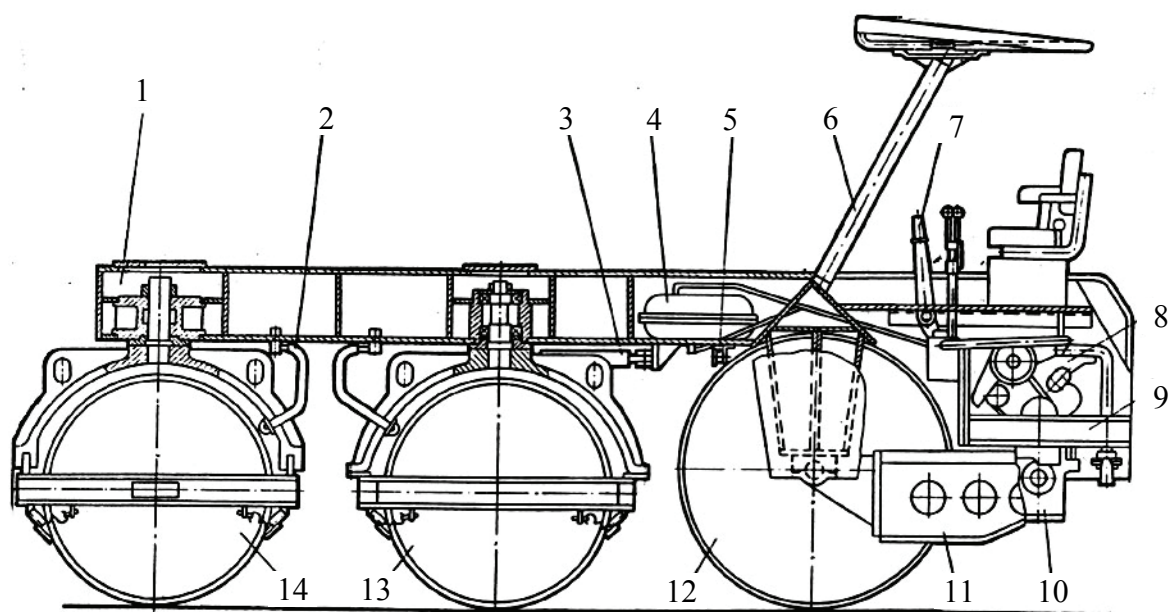


Рис. 6.24. Общий вид катка ДУ-49А: 1 – рама; 2 – устройство для очистки и смачивания вальцов; 3 – гидроцилиндр; 4 – топливный бак; 5 – кнопка; 6 – тент; 7 – рычаг управления катком; 8 – двигатель; 9 – подмоторная рама; 10 – коробка передач; 11 – редуктор; 12, 13, 14 – задний, средний и дополнительный вальцы

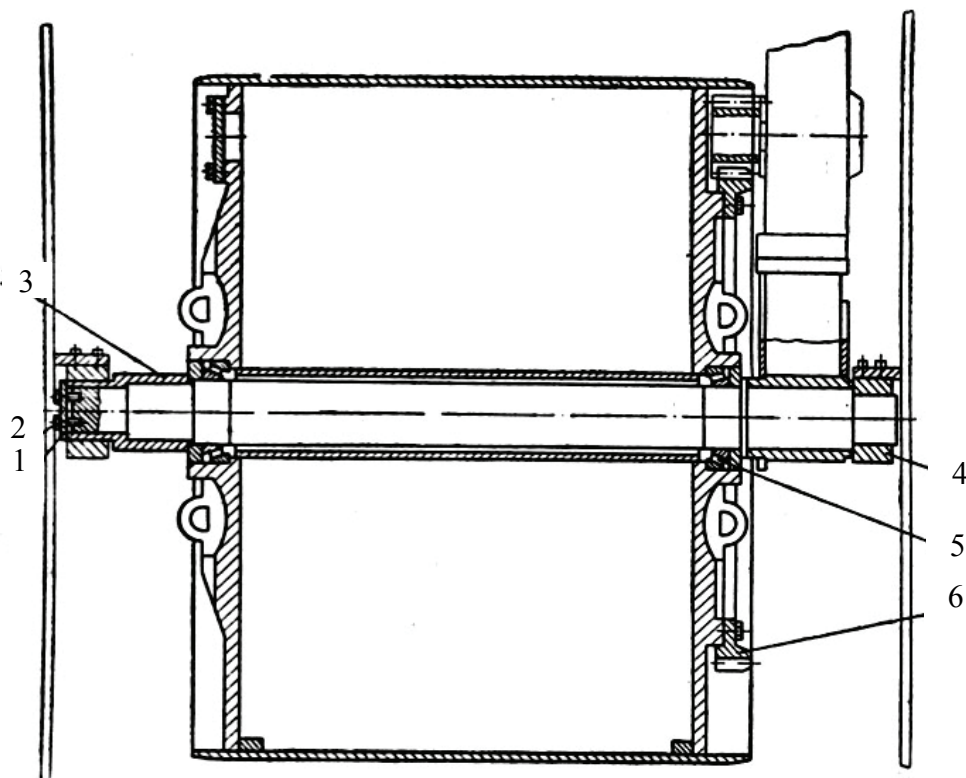


Рис. 6.25. Ведущий валец катка ДУ-49А: 1 – торцевая шайба; 2 – болт; 3 – втулка; 4 – опора; 5 – подшипник; 6 – бортовая шестерня

Технические характеристики катков

Параметры		Модели катков			
		статические		пневмоколесные	комбинированные
		ДУ-48Б	ДУ-49А	ДУ-55	ДУ-52
Масса, т	Без балласта	9	11,5	20	16
	С балластом	12	18	–	–
Ширина уплотняемой полосы, мм		1850	1290	2500	2000
Вальцы	Диаметр, мм: ведомого	1000	1600	–	1600
	ведущего	1600	1300	–	–
	Ширина, мм: ведомых	1040	1290×2	–	2000
	ведущих	530×2	1290	–	–
Линейное давление вальцов с балластом, Н/см		750	700	–	–
Вынуждающая сила вибровозбудителя, Н		–	–	–	$150 \cdot 10^3$
Двигатель	Тип	Четырехтактный дизель		Дизель	Двухтактный дизель
	Модель	Д-144	Д-144-67	ЯМЗ-М206А	–
	Мощность, кВт	37	37	110,3	117,7
Трансмиссия		Гидромеханическая		Гидрообъемная	
Скорость движения, км/ч		0–6,55	0–7,8	0–15	Рабочая 0–5,4 Транспортная 0–10,8
База, мм		3340	3820	3100	3100
Дорожный просвет, мм		300	280	–	300
Радиус поворота, м		3,05	4,5	3,9	–
Габаритные размеры, мм	Длина	5015	6515	6420	5700
	Ширина	1850	2040	2500	2440
	Высота	3000	3410	3230	3400

Средний валец (рис. 6.26) состоит из двух секций, которые вращаются вокруг неподвижной оси на конических роликоподшипниках. Такая конструкция обеспечивает возможность поворота вальцов и предотвращает сдвиг уплотняемого покрытия. Ось вальца неподвижно закреплена в опорах рамы болтами. Рама вальца жестко связана с рамой катка через вилку и шкворень, который установлен на конических подшипниках.

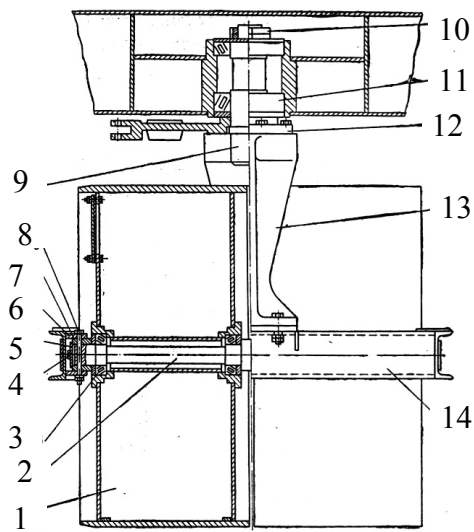


Рис. 6.26. Средний валец катка ДУ-49А: 1 – секция вальца; 2 – ось; 3, 11 – подшипники; 4, 8 – болты; 5 – шайба; 6 – опора; 7 – втулка; 9 – шкворень; 10 – гайка; 12 – рычаг; 13 – вилка; 14 – рама

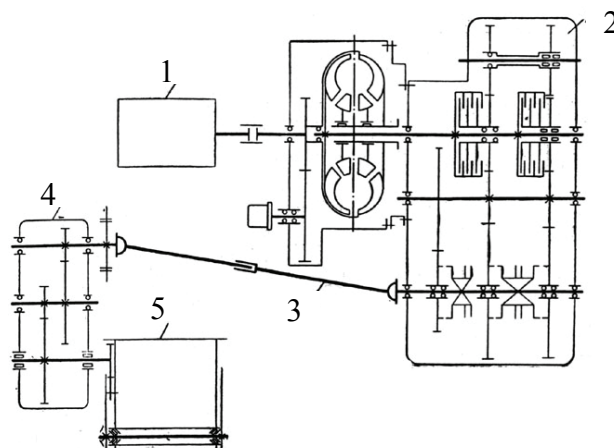


Рис. 6.27. Кинематическая схема катка ДУ-49А: 1 – двигатель; 2 – коробка передач; 3 – карданный вал; 4 – бортовой редуктор; 5 – ведущий валец

Для достижения безволновой укатки покрытий на катке установлен дополнительный валец. Конструкция его аналогична конструкции среднего вальца.

Кинематическая схема катка показана на рис. 6.27.

Крутящий момент передается от двигателя к ведущему валцу через силовую передачу, состоящую из гидромеханической коробки передач, карданного вала и бортового двухступенчатого редуктора, который через бортовую шестерню непосредственно связан с ведущим валцом.

Коробка передач – гидромеханическая. Она закреплена на подмоторной раме болтами с помощью двух опор, с бортовым редуктором соединена карданным валом. Бортовой редуктор служит для передачи крутящего момента от коробки передач на ведущий валец.

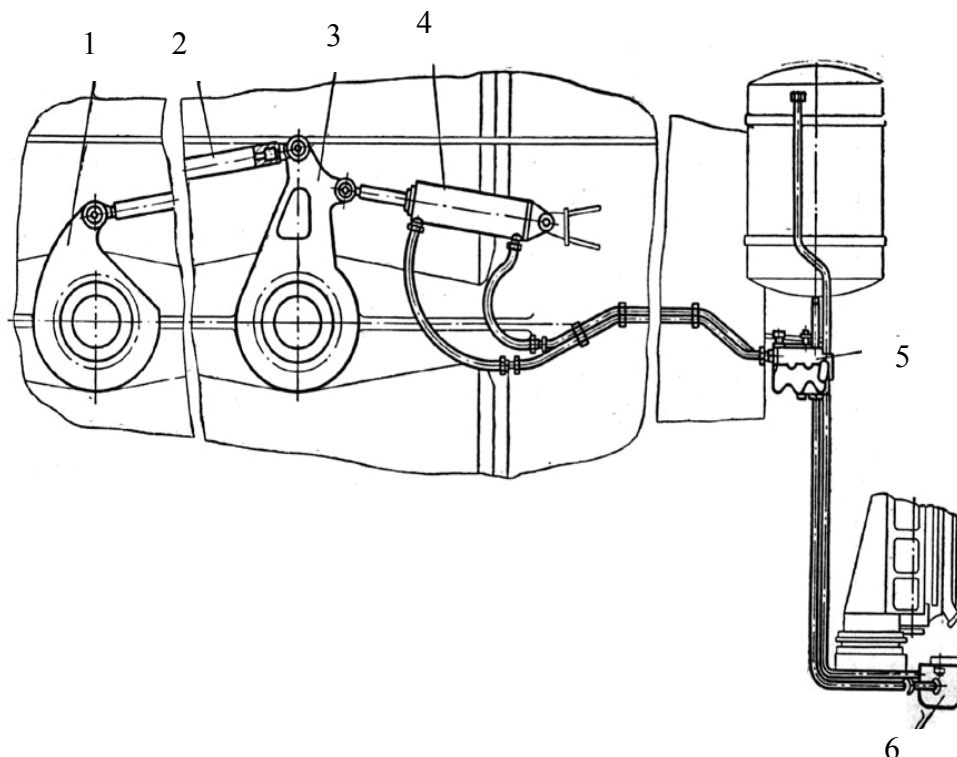


Рис. 6.28. Гидравлическое управление поворотом катка ДУ-49А: 1, 3 – рычаги; 2 – тяга; 4 – гидроцилиндр; 5 – распределитель; 6 – насос

Поворот катка осуществляется гидроцилиндром через рычаги, установленные на шкворне ведомых валцов (рис. 6.28).

Каток имеет рычаги управления двигателем, коробкой передач, тормозом и поворотом валцов. Все рычаги управления сосредоточены на рабочем месте машиниста. Для контроля за работой катка имеются контрольные приборы, размещенные на щитке приборов.

Каток оборудован тентом, электрооборудованием, устройством для очистки и смачивания валцов.

Техническая характеристика вибрационных катков приведена в табл. 6.16.

**Каток двухвальцовый вибрационный ДУ-54А.** На рис. 6.29 показан общий вид, а на рис. 6.30 – кинематическая схема катка ДУ-54А.

Он состоит из следующих основных узлов: рамы, направляющего вальца, вибровальца, двигателя, коробки передач, площадки моториста, механизмов управления, смачивающего устройства, топливной системы и скребков.

В передней части машины элементы рамы образуют замкнутые герметические емкости, которые служат в качестве баков для смачивающей жидкости. Передний валец – ведомый, задний – ведущий.

Передний направляющий валец служит для уплотнения покрытия и для изменения направления движения катка и ничем не отличается от статических катков ДУ-48Б и ДУ-49А.



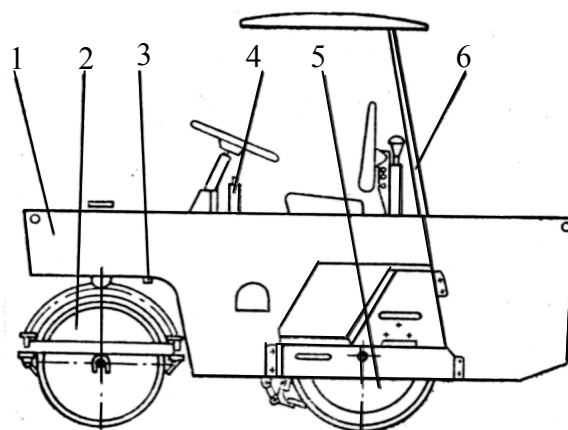


Рис. 6.29. Общий вид катка ДУ-54А: 1 – рама; 2 – направляющий валец; 3 – смачивающее устройство; 4 – механизм управления; 5 – вибровалец; 6 – тент

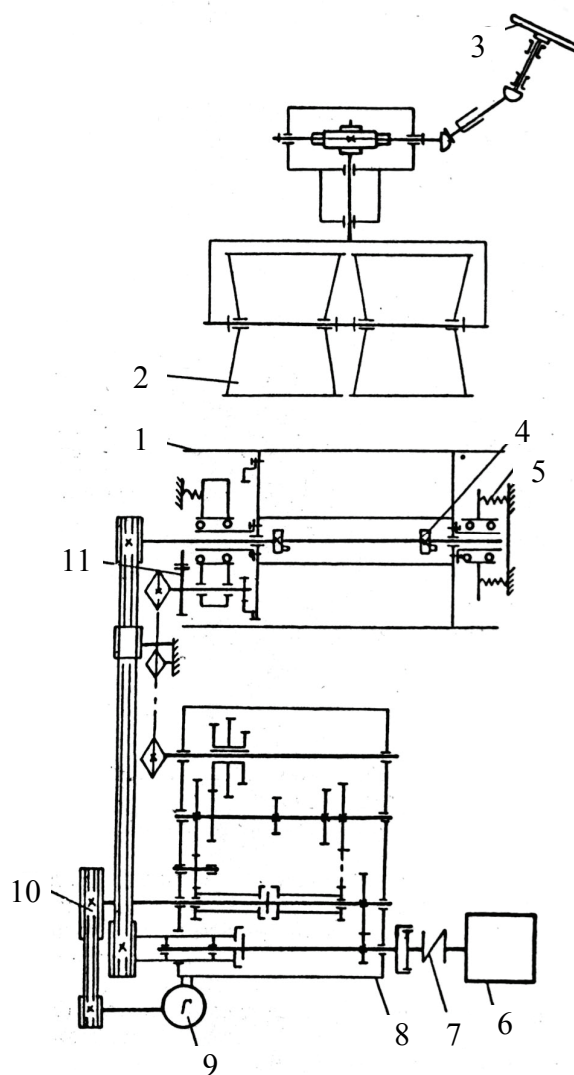


Рис. 6.30. Кинематическая схема катка ДУ-54А: 1 – вибровалец; 2 – направляющий валец; 3 – рулевое колесо; 4 – вибровал; 5 – амортизатор; 6 – двигатель; 7 – муфта; 8 – коробка передач; 9 – генератор; 10 – ременная передача; 11 – тормоз

Задний вибровалец является основным рабочим органом катка. В корпусе вибровальца установлены одноступенчатый редуктор с внутренним зацеплением, двухколодочный тормоз и вибровал. Вибровал с эксцентриками, вращаясь с большой частотой, создает вынуждающую силу, которая вызывает колебания вибровальца. Рама крепится к вибровальцу с помощью резино-металлических амортизаторов для защиты ее от действия вибрации. Двигатель и коробка передач объединены в один блок, установленный на амортизаторах в задней части рамы. Сиденье машиниста также подвешено на резино-металлических амортизаторах.

**Каток ДУ-47Б.** Общий вид показан на рис. 6.31, кинематическая схема катка – на рис. 6.32.

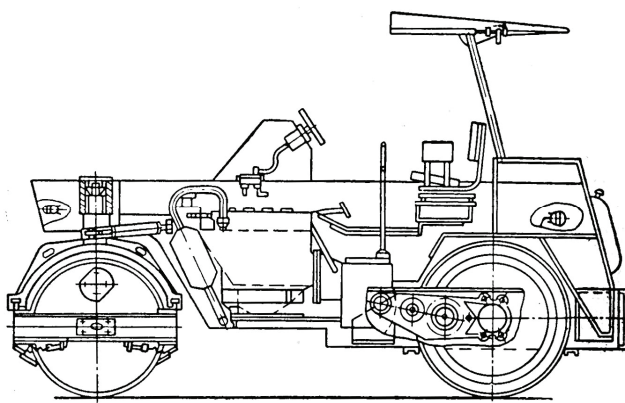


Рис. 6.31. Общий вид катка ДУ-47Б

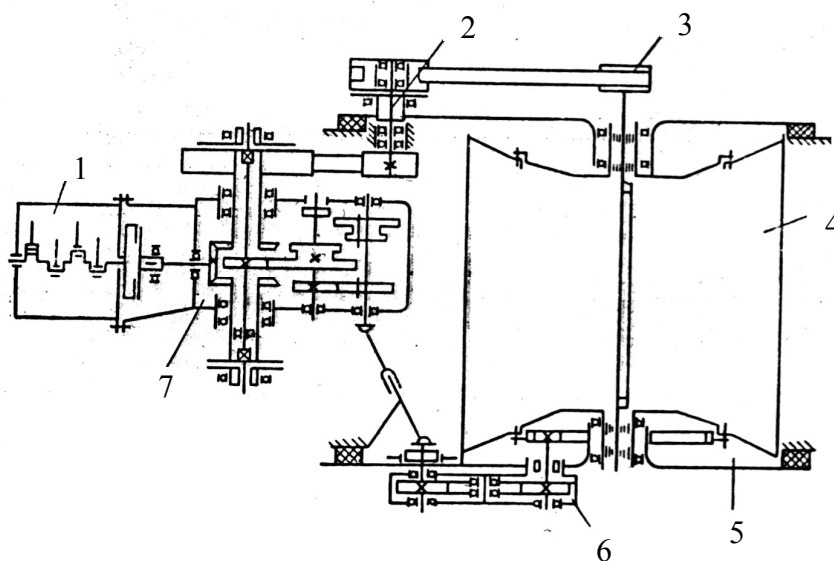


Рис. 6.32. Кинематическая схема катка ДУ-47Б: 1 – двигатель; 2 – муфта; 3 – вибровозбудитель; 4 – валец; 5 – бортовая передача; 6 – бортовой редуктор; 7 – коробка передач



Крутящий момент от двигателя Д-144 передается через муфту сцепления коробке передач с реверсивным механизмом. Муфта сцепления фрикционная, сухая, однодисковая, с ручным рычажным управлением служит для отключения двигателя от трансмиссии. От коробки перемены передач через карданный и бортовой редуктор крутящий момент передается бортовой передаче ведущего вальца. Ведущий вибрационный валец (рис. 6.33) является основным рабочим органом катка. Он представляет собой пустотелый барабан, внутри которого установлен механизм вибровозбудителя. Привод этого механизма (рис. 6.34) осуществляется через клиноременную передачу.

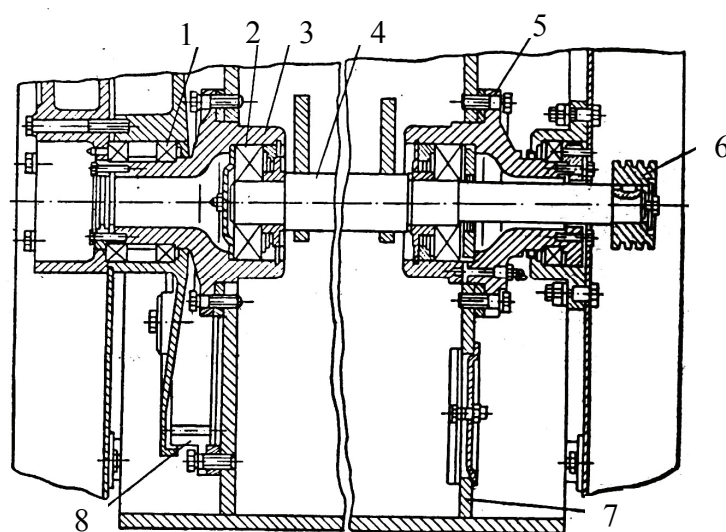


Рис. 6.33. Ведущий вибрационный валец катка ДУ-47Б: 1, 2 – подшипники; 3, 5 – ступицы; 4 – вал вибровозбудителя; 6 – шкив; 7 – валец; 8 – шестерня

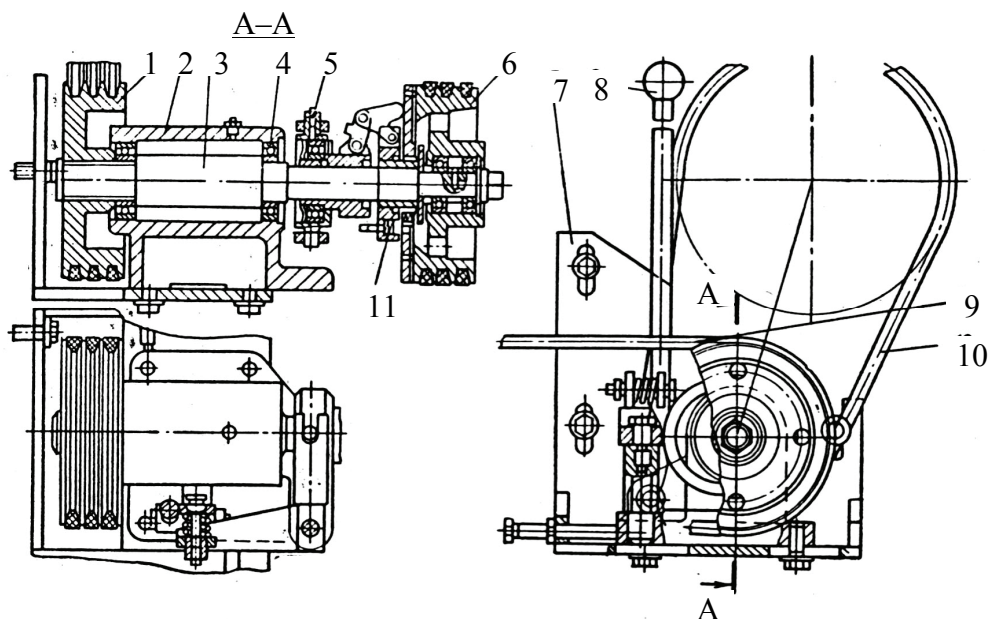


Рис. 6.34. Привод вибровозбудителя катка ДУ-47Б: 1, 6 – шкивы; 2 – корпус; 3 – вал; 4 – подшипник; 5 – механизм выключения муфты; 7 – кронштейн; 8 – рычаг включения; 9, 10 – клиновые ремни; 11 – фрикционная муфта

Виброкаток оборудован гидравлической системой (рис. 6.35) и снабжен механизмом управления, муфтой включения вибровозбудителя, тормозом, электрооборудованием, устройством для очистки и смачивания вальцов. Все рычаги управления находятся у рабочего места машиниста, имеющего мягкое сиденье и изолированного от вибрации резиновыми амортизаторами.

**Каток ДУ-57** имеет три модификации с гладким, кулачковым и решетчатым вальцом. На рис. 6.36 показан каток с гладким вальцом. В состав катка входят: рама, дизельный двигатель СМД-62М, ходовая часть, редукторы, вибровалец, гидрооборудование, рулевое устройство, кабина машиниста, тормоз, топливная система, электрооборудование.

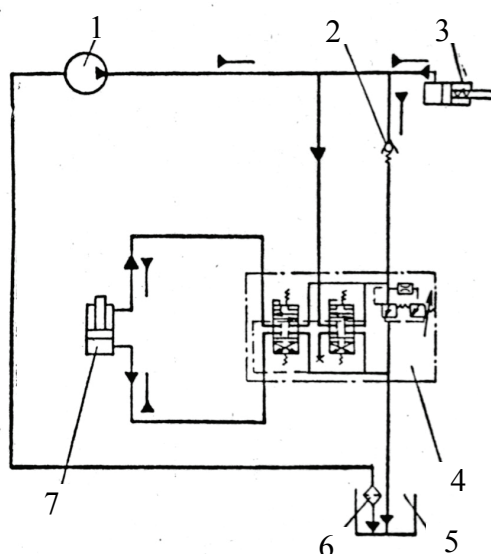


Рис. 6.35. Гидравлическая схема катка ДУ-47Б: 1 – насос; 2 – подпорный клапан; 3 – гидроцилиндр тормоза; 4 – распределитель; 5 – гидробак; 6 – фильтр; 7 – гидроцилиндр поворота

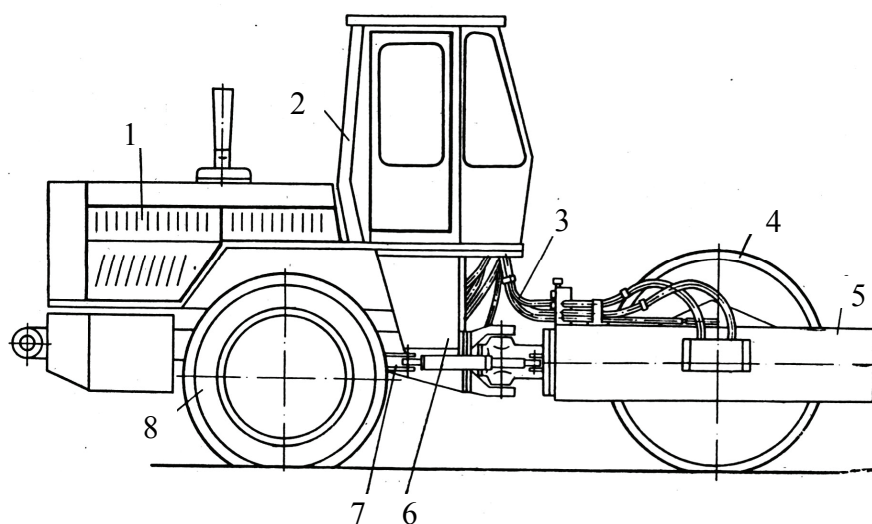


Рис. 6.36. Общий вид катка ДУ-57-1: 1 – двигатель; 2 – кабина; 3 – гидрооборудование; 4 – вибровалец; 5, 7 – полурамы; 6 – рама; 8 – колесо

Рама состоит из двух полурам: передней и задней. На передней раме установлены узлы: вибровалец, гидропривод, редуктор привода и вибровозбудитель вибровальца. На задней полураме расположены: двигатель, неуправляемый мост ходовой части, водяной и масляный радиаторы, топливный бак, гидрооборудование, электрооборудование и кабина машиниста.

Кинематическая схема катка показана на рис. 6.37.

Рабочим органом катка является гладкий ведущий вибровалец (рис. 6.38). Он состоит из вальца, вибровозбудителя, рамы, двух реверсивных гидромоторов, привода вибровальца, реверсивного гидромотора привода вибровозбудителя, редуктора привода вальца.

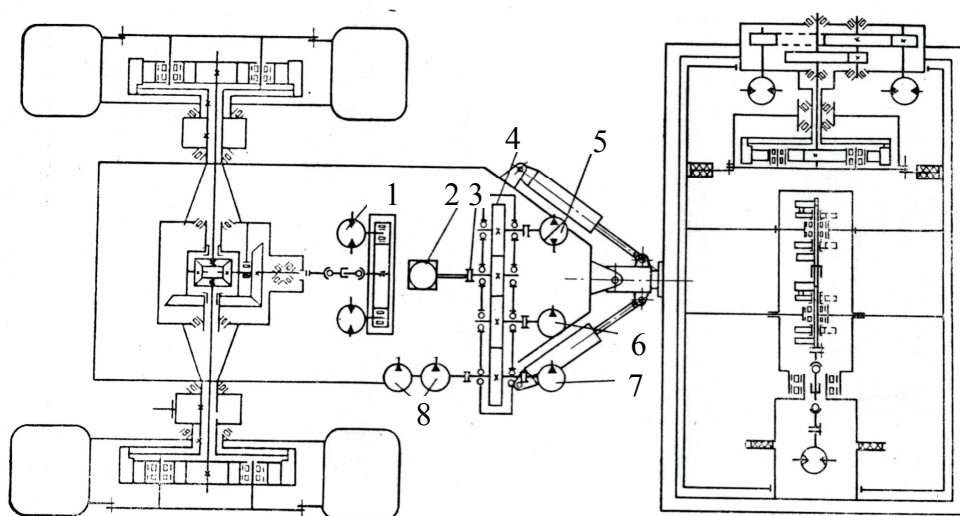


Рис. 6.37. Кинематическая схема катка ДУ-57-1: 1 – гидромотор; 2 – двигатель; 3 – муфта сцепления; 4 – редуктор; 5–8 – насосы

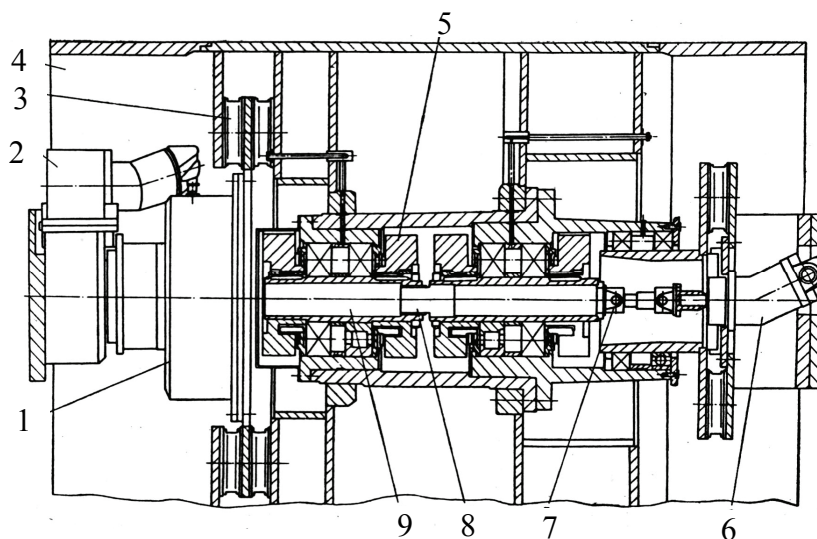


Рис. 6.38. Вибровалец катка ДУ-57-1: 1 – редуктор привода вибровальца; 2, 6 – гидромоторы; 3 – виброизолятор; 4 – гладкий валец; 5 – дебаланс; 7 – карданный вал; 8, 9 – полуоси

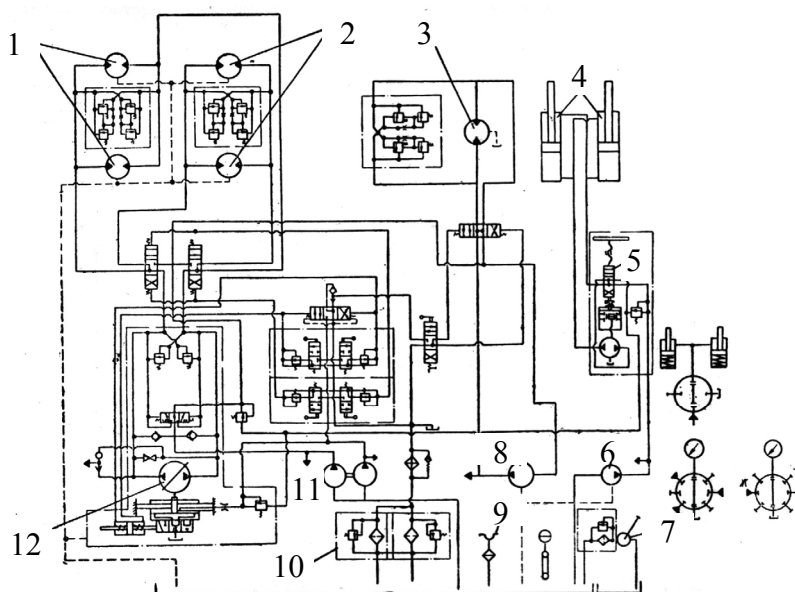


Рис. 6.39. Гидравлическая схема катка ДУ-57-1: 1–3 – гидромоторы;  
4 – гидроцилиндры поворота; 5 – гидрорегуль; 6–8, 11, 12 – насосы;  
9 – воздушный фильтр; 10 – линейный фильтр

Гидрооборудование катка (рис. 6.39) представляет собой совокупность замкнутых в единую систему устройств, предназначенных для приведения в движение ходовой части катка, вибровальца и вибровозбудителя.

В передней части машины элементы рамы образуют замкнутые герметические емкости, которые служат в качестве баков для смазывающей жидкости. Передний валец – ведомый, задний – ведущий.

Виброкатки ОАО «Кировский завод» К-703М-ВК и К-703МА-ВК [24] предназначены для послойного уплотнения связных грунтов и материалов при строительстве аэродромов, подъездных путей и других видов строительства. Катки выпускаются с гладкими или кулачковыми вальцами. Машины обеспечивают уплотнение материалов как с включенным, так и с выключенным вибратором.

Движение виброкатка осуществляется посредством механической и гидростатической трансмиссии. Механическая трансмиссия 4-скоростная, имеющая привод только на колесный ведущий мост силового модуля, обеспечивает повышенную скорость движения и используется в основном в транспортном передвижении. Гидростатическая трансмиссия, состоящая из трех регулируемых и четырех нерегулируемых гидромоторов, осуществляет привод как на ведущий мост, так и на валец, создавая максимальную тягу, обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости движения виброкатка. Оба типа трансмиссии являются реверсивными и допускают челночное движение виброкатка.



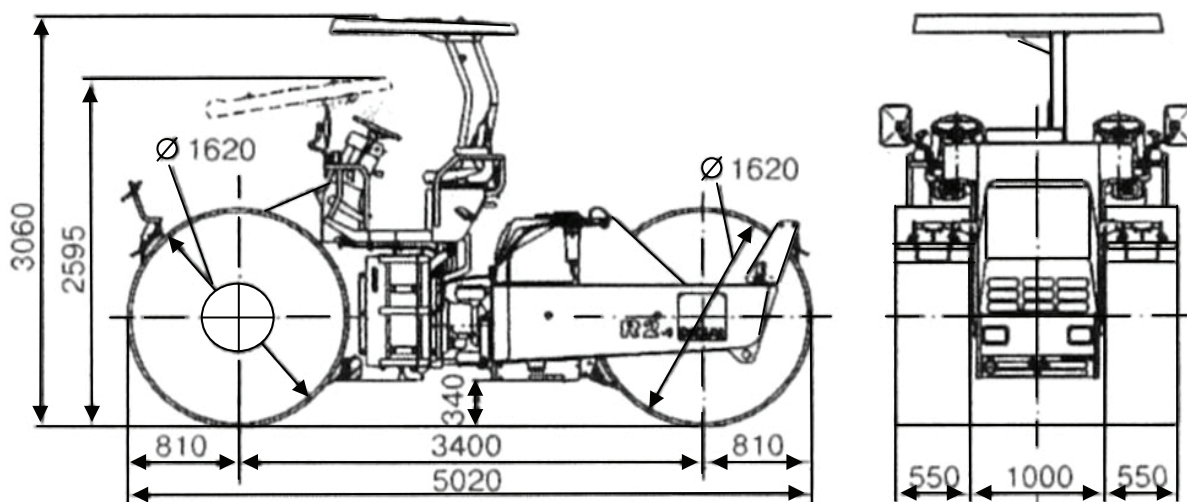


Рис. 6.40. Дорожный трехвальцевый каток R2-1

Старейшее и ведущее предприятие по разработке и производству уплотняющей дорожно-строительной техники ЗАО «Раскат» [3] в 2007 г. освоило производство вибрационного двухвальцевого катка RV-1.5-ДД-01 массой 1,5 т с гидравлическим приводом, который заменяет модель ДУ-107 с механическим приводом. Новая машина может быть использована для выполнения ямочного ремонта на РД, МС воздушных судов, перронах, уплотнения асфальтобетона в стесненных условиях, на пешеходных дорожках и подъездных путях. На базе этой модели создан ряд катков массой от 1,5 до 2,4 т, основные параметры которых приведены в табл. 6.17.

К достоинствам этих машин следует отнести: высокие маневренность, мобильность и производительность; удобство управления (гидравлическое управление приводом хода и электрическое – приводом вибратора), современный дизайн.

Уплотнение асфальтобетонных смесей на ИВПП является наиболее ответственной операцией от качества выполнения которой зависит надежность и долговечность покрытий, поэтому должна быть обеспечена увязка технических параметров катков (контактное давление рабочего органа) с состоянием и прочностными свойствами уплотняемого материала. В качестве критерия оценки уплотняющей способности принят индекс контактных давлений вальца в статическом  $P_{ks}$  и динамическом  $P_{kd}$  режимах при укатке различных слоев асфальтобетонной смеси. Значения индекса контактных давлений от температуры уплотняемого материала и коэффициента уплотнения слоев асфальтобетона даны в табл. 6.18. На основании этих рекомендаций в

табл. 6.19–6.21 приведены сравнительные данные технической характеристики ведущих мировых производителей катков по показателю уплотняющей способности.

Дорожный трехвальцевый двухосный шарнирно сочлененный каток R2-1 фирмы Sakai [6] показан на рис. 6.40, техническая характеристика катка R2-1 и его модификаций приведена в табл. 6.22.

Помимо основной модели R2-1 фирма выпускает модифицированные модели катка, унифицированные между собой:

R2H-1 – каток для тяжелых условий эксплуатации, предназначен для обработки покрытий с высоким коэффициентом уплотнения, применяется для уплотнения как нижних, так и верхних слоев при строительстве скоростных магистралей и взлетно-посадочных полос аэропортов;

R2B-1 – каток с разделенной осью, соответствует условиям проведения работ вблизи сооружаемых объектов;

R2V-1 – виброкатки с вибросистемой на передних вальцах, применяются на объектах, где необходимо приложение вибрации при уплотнении смесей.

На катках используются вибромеханизмы фирмы Sakai, устанавливаемые слева и справа от переднего вальца, при этом обеспечиваются требуемые усилия для уплотнения покрытий и надежная работа агрегатов.

Универсальность катков расширяет область их применения. Этому способствуют следующие особенности машин:

наличие бесконтактных устройств оповещения на базе ультразвуковых излучателей. Излучатели посылают в переднем и заднем направлении ультразвуковой сигнал, и при возникновении перед движущимся катком постороннего предмета на пульте оператора загорается лампочка индикатора оповещения о препятствии, что повышает степень безопасности проведения работ;

в стандартном варианте поставок кондиционеров;

системы смачивания вальцов специальными жидкостями, исключаящей налипание уплотняющих материалов на вальцы;

устройства автоматического управления скребками, возможность подъема или наклона козырьков кабины оператора в любое положение с помощью клавишных переключателей.



Таблица 6.17

## Основные параметры тротуарных катков

Показатели	Модель катка				
	RV-1.5	RV-1.7	RV-2.0	RV-2.2	RV-2.4
Масса эксплуатационная, кг	1500±30	1700±30	2000±50	2200±50	2400±50
Скорость движения, км/ч	0–10		0–11		
Ширина вальцов, мм	850±25		1000±10		1200±10
Диаметр вальцов, мм	580±25		680±25		
Частота колебаний вибратора, Гц	55±2				
Вынуждающая сила, кН	12±0,5		20±1,0		25±1,0
Максимальный преодолеваемый уклон, град	20		15		
Тип двигателя	Четырехтактный дизельный с водяным охлаждением				
Мощность двигателя номинальная, кВт	14				
Тип трансмиссии	Гидрообъемная				

Таблица 6.18

Требуемые значения индекса контактных давлений, МПа, при уплотнении слоев асфальтобетона заданной толщины

Толщина укатываемого слоя (средняя), см	$T = 130-125\text{ }^{\circ}\text{C}$ $K_{упл} = 0,9-0,91$ Статика	$T = 110-105\text{ }^{\circ}\text{C}$ $K_{упл} = 0,93-0,94$ Начало вибрации	$T = 100-90\text{ }^{\circ}\text{C}$ $K_{упл} = 0,96-0,97$ Середина вибрации	$T = 90-80\text{ }^{\circ}\text{C}$ $K_{упл} = 0,98-0,99$ Конец вибрации
2,5–3,5 (3)	$P_{ks} = 0,15$	$P_{ks} = 0,170$ $P_{kd} = 0,175$	$P_{ks} = 0,200$ $P_{kd} = 0,212$	$P_{ks} = 0,215$ $P_{kd} = 0,234-0,236$
5–7 (6)	$P_{ks} = 0,183-0,185$	$P_{ks} = 0,10$ $P_{kd} = 0,216$	$P_{ks} = 0,246-0,248$ $P_{kd} = 0,262$	$P_{ks} = 0,27-0,272$ $P_{kd} = 0,297$
8–10 (9)	$P_{ks} = 0,210$	$P_{ks} = 0,240$ $P_{kd} = 0,247$	$P_{ks} = 0,280$ $P_{kd} = 0,297$	$P_{ks} = 0,310$ $P_{kd} = 0,340$

Примечание.  $T$  – температура асфальтобетонной смеси при уплотнении,  $^{\circ}\text{C}$ ;  $K_{упл}$  – коэффициент уплотнения смеси;  $P_{ks}$ ,  $P_{kd}$  – индекс контактных давлений вальца соответственно в статическом и динамическом режиме укладки [3].



Техническая характеристика асфальтовых катков массой 7 т

Параметр	Модель катка								
	INGER-SOLL RAND DD-70	XCMG YZC7	VIBRO- MAX W 554	HAMM HD 70	CATER- PILLAR CB434B	DYNA- PAC CC222	BOMAG BW 144 AD-2	BITELLI DTV 75	PACKAT RV-7- DD-01
Масса, кг	6805	7160	7180	7265	7150	7200	7500	7500	7000
Ширина вальца, мм	1450	1450	1400	1500	1422	1575	1500	1500	1700
Диаметр вальца, мм	1050	1040	1100	1140	1100	1120	1200	1100	1200
Вынуждающая сила, кН	80–40	71–35	46,5–41	76–62	74,76–37,38	89–65	55–44	73–40	77–57
Частота колебаний вибратора, Гц	55	48	33,3–50	48–58	48	54–70	40–50	40,8	40–55
Амплитуда вибрации, мм	0,54–0,27	0,71–0,35	0,77–0,30	0,62–0,35	0,76–0,38	0,7–0,3	0,55–0,28	–	0,5–0,25
Мощность двигателя, кВт	60	51	74	60	60	53	51,5	54	60,8
Скорость, км/ч	0–10,6	0–10,5	–	0–12,6	0–11,6	0–13	0–11	0–12,5	0–12,5
Преодолеваемый подъем, %	40	33	–	40	35	42	–	35	40
База, мм	2972	–	–	3200	2616	3180	–	–	3000
Радиус поворота, мм	4800	4800	–	5675	4832	4505	–	–	5000
Показатель уплотняющей способности, $P_{kd \max} / P_{kd \min}$	0,335/0,225	0,324/0,225	0,280/0,234	0,317/0,245	0,329/0,227	0,329/0,241	0,279/0,225	0,319/0,227	0,297/0,23
Средняя толщина уплотнения, см	6–9	6–9	6	6–9	6–9	6–9	6	6–9	6–9
Габаритные размеры, мм:									
длина	4470	4545	3800	4340	4191	4300	4400	4050	4600
ширина	1625	1600	1870	1610	1613	1575	1680	1680	1800
высота	2832	2930	2880	2910	2970	2920	2825	3117	2850

Таблица 6.20

## Техническая характеристика асфальтовых катков массой 9 т

Параметр	Модель катка								
	INGERSOLL RAND DD-95	INGERSOLL RAND DD-90	XCMG XD100	XCMG YZC 10	BOMAG BW 154 AD-4	HAMM HD 90	DYNA- PAC CC232	STAVO- STROJ VH 700	PACKAT RV-9- DD-01
Масса, кг	9450	9895	10300	10000	9100	9300	7900	8480	9000
Ширина вальца, мм	1680	1675	1900	1680	1680	1680	1450	1500	1700
Диаметр вальца, мм	1220	1220	—	1220	1220	1200	1120	1120	1200
Вынуждающая сила, кН	57–45	115,6–26	120–60	120–60	80–61	145–199	89–65	56–37	88,5–65
Частота колебаний вибратора, Гц	40–50	42–31	30–48	48	45–60	42–50	54–70	42–50	40–55
Амплитуда вибрации, мм	0,44–0,23	1,02–0,41	0,8–0,4	0,8–0,4	0,48–0,20	0,66–0,35	0,5–0,22	—	0,4–0,2
Мощность двигателя, кВт	60	82	97	97	60	86	53	56	70,6
Скорость, км/ч	0–9,2	0–12,3	0–10	0–10	—	0–4,3	0–13	0–10	0–12
Преодолеваемый подъем, %	39	25,4	30	30	—	40	—	—	40
База, мм	3000	3200	—	—	3300	3400	—	—	3000
Клиренс, мм	335	430	—	—	400	330	—	—	450
Радиус поворота, мм	4390	4800	5900	6000	—	5640	—	—	5000
Габаритные размеры, мм:									
длина	4220	5085	6000	5330	4520	4600	4300	3942	4600
ширина	1810	1910	2030	1830	1840	1810	1575	1965	1800
высота	3000	2845	3320	3030	3000	2990	2920	2849	2850
Показатель уплотняющей способности, $P_{kd \max}/P_{kd \min}$	0,282/ 0,232	0,370/ 0,219	—	0,376/ 0,252	0,312/ 0,243	0,358/ 0,312	0,355/ 0,264	0,299/ 0,235	0,323/ 0,24
Средняя толщина уплотнения, см	3–5	6–9	—	≥ 9	9	≥ 9	6–9	6	≥ 9

Таблица 6.21

## Техническая характеристика асфальтовых катков массой 11 т

Параметр	Модель катка						
	XCMG XD110	XCMG YZC12	BOMAG BW 161 ADH-4	HYPAC C 778 A	INGERSOLL RAND DD-110	CATERPILLAR CB-534B	PACKAT RV-11-DD
Масса, кг	10900	12000	10700	10624	11300	10180	11000
Ширина вальца, мм	1900	2130	1680	1981	1980	1700	1700
Диаметр вальца, мм	—	1250	1220	1219	1370	1300	1200
Вынуждающая сила, кН	133–66	140–80	126–84	138,6–99,5	133,4–35,7	118–39,7	100–79
Частота колебаний вибратора, Гц	30–48	45–48	40–50	51,7–53,5	31–42	42	40–55
Амплитуда вибрации, мм	0,8–0,41	0,8–0,4	0,91–0,39	0,76–0,51	0,94–0,46	1,05–0,36	0,4–0,2
Мощность двигателя, кВт	97	97	98	93	93,2	80	70,6
Скорость, км/ч	0–10	0–10	—	0–16,1	0–12,9	0–11,3	0–12
Преодолеваемый подъем, %	30	30	—	—	27	35	40
База, мм	—	—	3300	—	3350	3150	3000
Клиренс, мм	—	—	400	—	520	416	350
Радиус поворота, мм	5900	6000	—	—	5580	5865	5000
Габаритные размеры, мм:							
длина	6000	5330	4520	—	5685	4940	4600
ширина	2030	2300	1840	—	2215	1850	1800
высота	3320	3170	3000	—	3520	3000	3000
Показатель уплотняющей способности, $P_{kd \max}/P_{kd \min}$	—	0,356/ 0,247	0,390/ 0,281	0,364/ 0,264	0,350/ 0,211	0,365/ 0,229	0,358/ 0,280
Средняя толщина уплотнения, см	—	9	≥ 9	≥ 9	6–9	9	≥ 9

Техническая характеристика дорожного трехвальцового  
двухосного катка R2-1 и его модификации

Параметры	Модель			
	R2-1	R2H-1	R2B-1	R2V-1
Масса, кг:				
с балластом	9980	14030	11880	11230
без балласта	9300	13350	11200	10550
Нагрузка на переднюю/заднюю ось, кг:				
с балластом	4880/5100	6820/7210	5660/6220	5330/5900
без балласта	4650/4650	6590/6760	5430/5770	5100/5450
Линейное давление на переднюю/заднюю ось, Н/см:				
с балластом	435/454	608/642	504/554	475/526
без балласта	414/414	587/602	484/514	454/486
Габаритные размеры, мм:				
длина	5020	5020	5020	5020
ширина	2100	2100	2100	2220
высота (при учете высоты кабины оператора 2900 мм)	3060	3060	3060	3060
Колесная база, мм	3400	3400	3400	3400
Размеры вальца (диаметр × ширина), мм:				
переднего	1620×550	1620×550	1620×550	1620×550
заднего	1620×1100	1620×1100	1620×550×2	1620×1100
Дорожный просвет, мм	340	255	340	340
Скорость движения, км/ч	0–16	0–16	0–16	0–16
Минимальный радиус поворота, м	6,3	6,3	6,3	6,3
Преодолеваемый подъем, град	25	17	20	22
Ширина уплотняемой полосы, мм	2100	2100	2100	2100
Вынуждающая сила (вибровозбудителя), кН	—	—	—	22,7×2
Частота колебаний, Гц	—	—	—	53,3
Двигатель:				
модель	Д и з е л ь н ы й ,    Н I N O   W O 4 D - H			
рабочий объем, л	4,009	4,009	4,009	4,009
мощность при частоте вращения 2050 мин <sup>-1</sup> , кВт	56	56	56	56
Трансмиссия	Г и д р о с т а т и ч е с к а я			
Вместимость заправочных емкостей, л:				
топливного бака	120	120	120	120
бака системы смачивания вальцов	680	680	680	680

**Каток самоходный пневмоколесный ДУ-55** (рис. 6.41) состоит из силового агрегата и шарнирно соединенной с ним передней рамы. Силовой агрегат имеет четыре пневмоколеса, на передней раме смонтировано пять пневмоколес. Силовой агрегат (рис. 6.42) состоит из рамы, двигателя, гидросистемы, рулевого управления с гидрорулем и двумя гидроцилиндрами, шарнира сочленения, кабины, системы управления катком, пневмосистемы, смазывающей и топливной систем, электрооборудования.

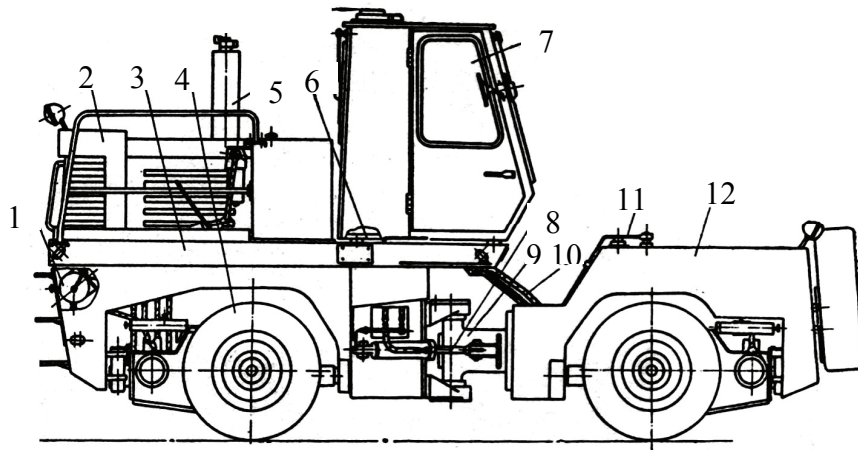


Рис. 6.41. Общий вид катка ДУ-55: 1 – пневмооборудование; 2 – облицовка; 3 – рама; 4 – колесо-редуктор; 5 – силовая установка; 6 – основание кабины; 7 – кабина; 8 – рулевое управление; 9 – шарнир сочленения; 10 – разводка гидропривода; 11 – смазывающая система; 12 – пневмошинный агрегат

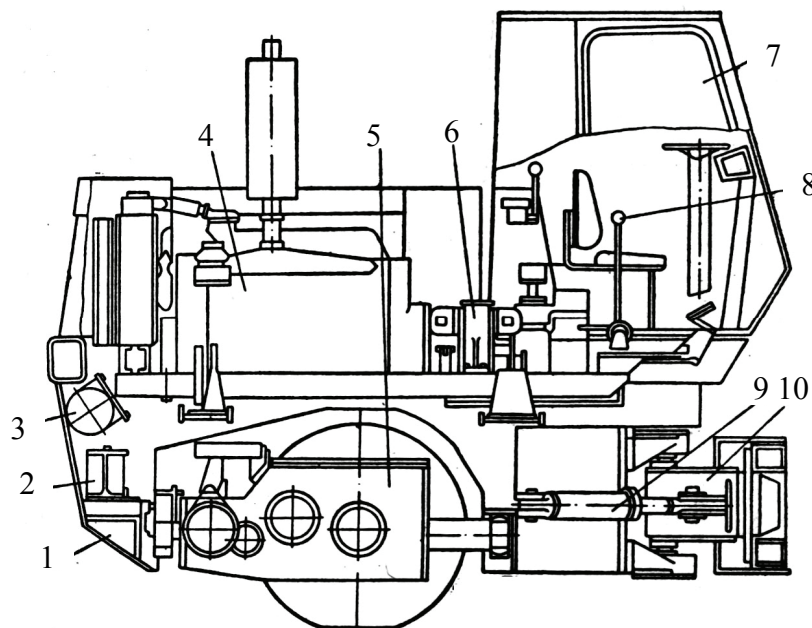


Рис. 6.42. Силовой агрегат катка ДУ-55: 1 – рама; 2 – электрооборудование; 3 – пневмооборудование; 4 – двигатель; 5 – колесо-редуктор; 6 – раздаточный редуктор; 7 – кабина; 8 – рычаги управления; 9 – рулевое управление; 10 – шарнир сочленения

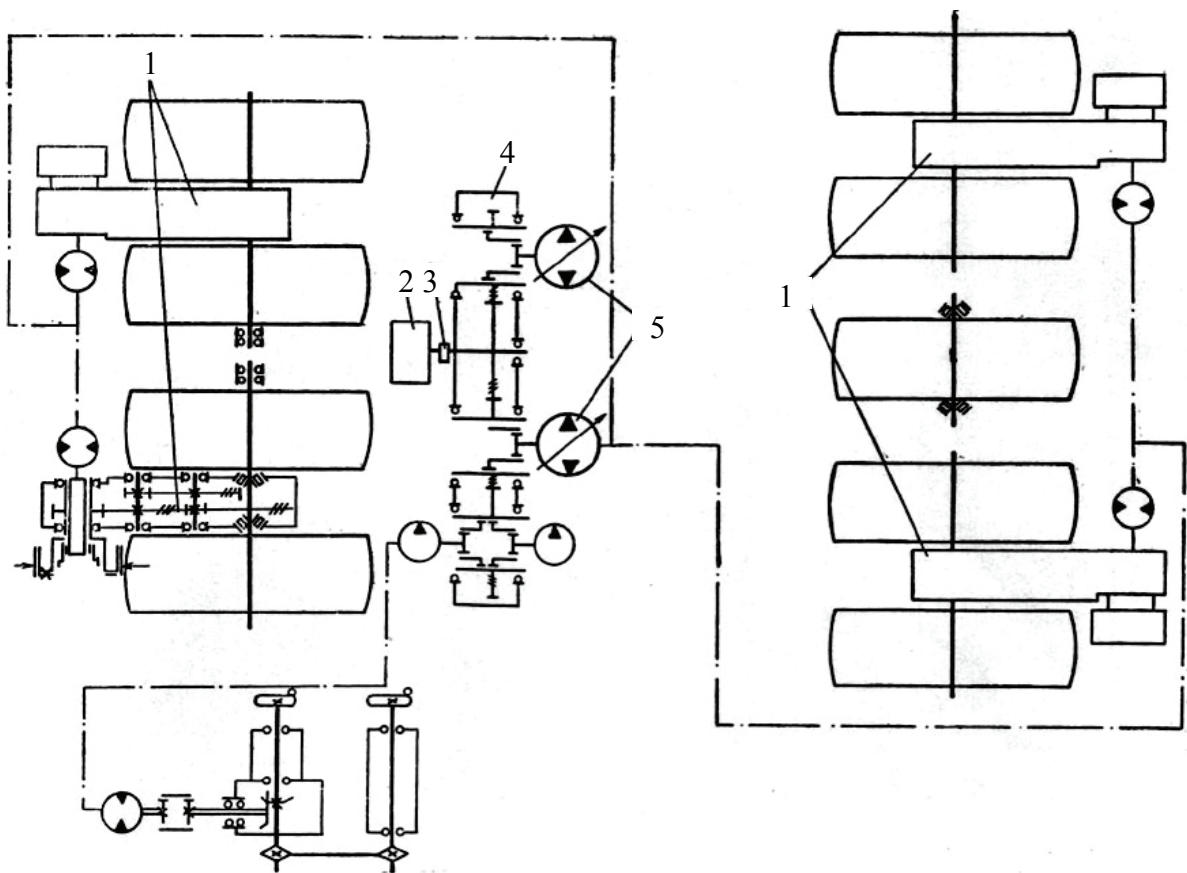


Рис. 6.43. Кинематическая схема катка ДУ-55: 1 – бортовой редуктор; 2 – двигатель; 3 – муфта; 4 – раздаточный редуктор; 5 – гидронасосы

Кинематическая схема катка показана на рис. 6.43.

Дизельный двигатель ЯМЗ-М206А через муфту и раздаточный редуктор приводит во вращение два аксиально-поршневых реверсивных гидронасоса регулируемой производительности и два шестеренных насоса.

На передней раме и раме силового агрегата установлены по два бортовых редуктора, приводящие каждый по два колеса. Девятое колесо – ведомое, установлено на отдельной секции, имеющей независимое шарнирное крепление к передней раме. Ленточные тормоза установлены на входных валах бортовых редукторов. Управление тормозами гидравлическое.

На катке изменен гидрообъемный привод ведущих колес от нерегулируемых гидромоторов. Гидроруль и изменение гидрообъемного привода позволяет обеспечить бесступенчатое изменение и плавное реверсирование скорости движения катка.

**Каток самоходный комбинированного действия ДУ-52** состоит из силового агрегата с четырьмя пневмоколесами и вибровальца (рис. 6.44), несущая рама которого шарнирно соединена с силовым агрегатом.

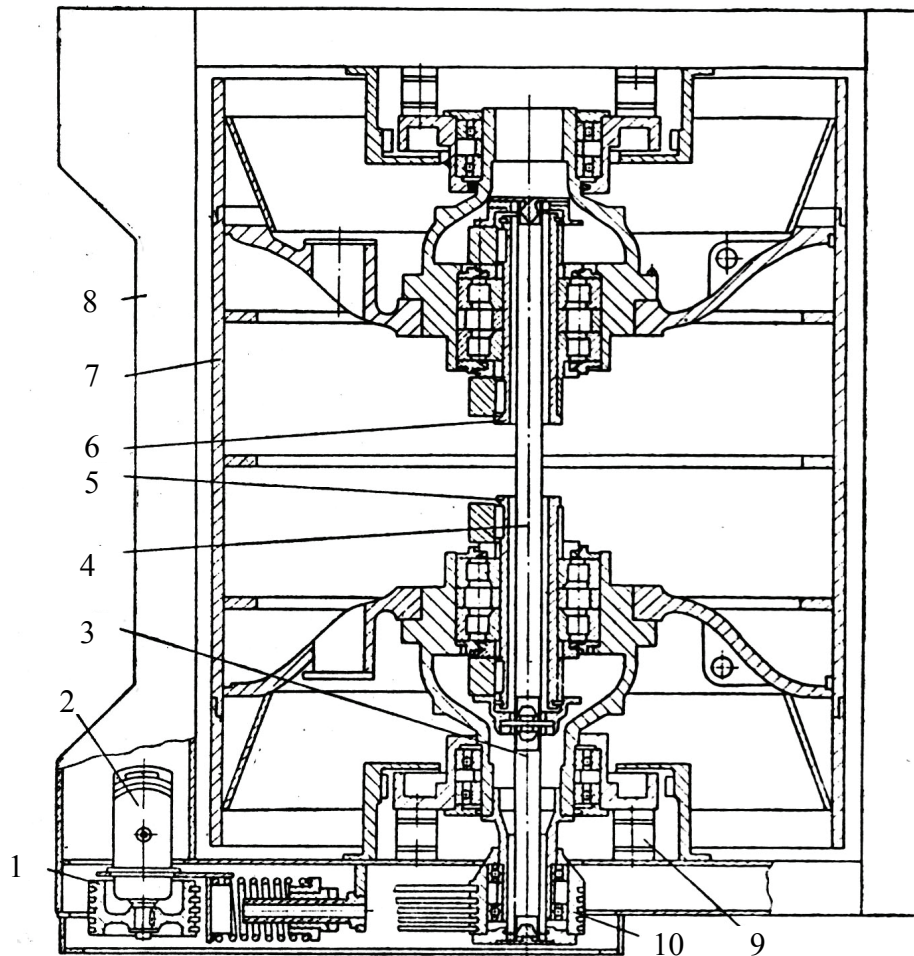


Рис. 6.44. Вибровалец катка ДУ-52: 1 – клиноременная передача; 2 – гидромотор; 3, 4 – валы с зубчатыми муфтами; 5, 6 – валы вибровозбудителя; 7 – валец; 8 – рама; 9 – амортизатор; 10 – шкив

Комбинированное уплотнение покрытий осуществляется за счет вибрационного воздействия на материал вибровальца и статического воздействия пневмоколес.

На раме вибровальца сварной конструкции установлен гидромотор, который через клиноременную передачу осуществляет привод вибровозбудителя. Вибровозбудитель имеет два соосных вала, каждый из которых смонтирован на двух роликовых подшипниках. Для улучшения температурных условий работы подшипников вибровозбудителя предусмотрена циркуляция воздуха внутри замкнутой полости вальца с принудительным прохождением его через полый вал, на котором смонтированы внутренние кольца подшипников. Валец монтируется на раме с помощью подшипников и резинометаллических амортизаторов сдвига.

Силовой агрегат включает в себя дизельный двигатель ЯМЗ-М206А, раздаточный редуктор, два аксиально-поршневых реверсируемых гидронасоса регулируемой производительности, три шестеренных насоса и механизм управления насосами. Управление реверсируемыми гидронасосами – механическое, осуществляется двумя рычагами, расположенными в кабине (рычагом управления движением катка и рычагом управления вибровозбудителем).



Кинематическая схема катка приведена на рис. 6.45.

Рамы силового агрегата и вибровальца соединены между собой вертикальным шарниром, расположенным посередине между осями пневмоколес и вибровальца. Такое размещение шарнира позволяет уменьшить радиус поворота по сравнению с машиной, снабженной осью поворота, расположенной в вертикальной плоскости одного из рабочих органов (при одинаковой базе). Кроме того, такое размещение шарнира сочленения обеспечивает на криволинейных участках дороги проход обоих рабочих органов «след в след». Шарнир имеет вертикальную и горизонтальную оси качания. Горизонтальная ось обеспечивает качание рамы силового агрегата и рамы вибровальца при наезде на неровности уплотняемой поверхности. Угол качения, равный  $8^\circ$ , ограничивается упорами.

Привод катка осуществляется от мотор-колес. Мотор-колесо (рис. 6.46) имеет редуктор с гидромотором и два пневмоколеса. Редуктор трехступенчатый. Входной вал приводится через зубчатую муфту от гидромотора. На этом же валу имеется шкив стояночного тормоза. На концах выходного вала смонтированы ступицы пневмоколес. Тормоз катка ленточный. Торможение происходит под действием пружины, а растормаживание с помощью гидроцилиндра, подключенного к напорной линии насоса подпитки гидросистемы.

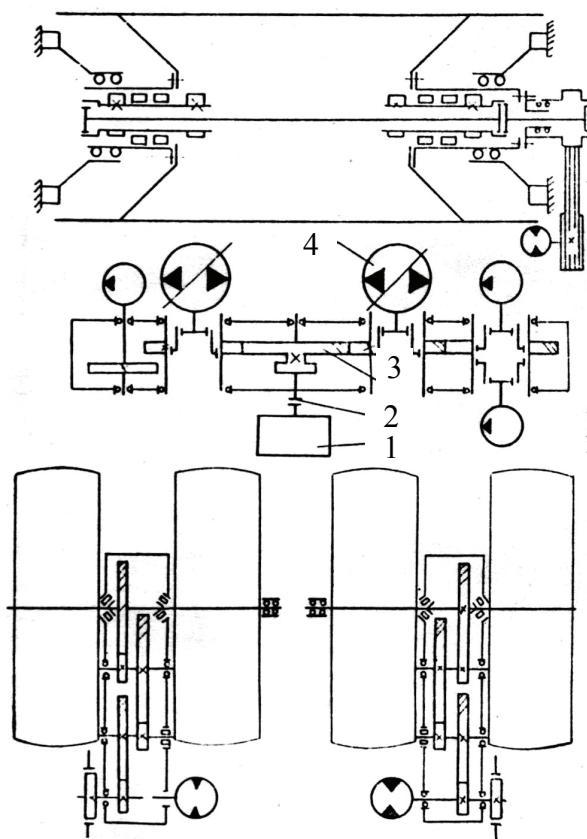


Рис. 6.45. Кинематическая схема катка ДУ-52: 1 – двигатель; 2 – муфта сцепления; 3 – раздаточный редуктор; 4 – реверсируемый гидронасос

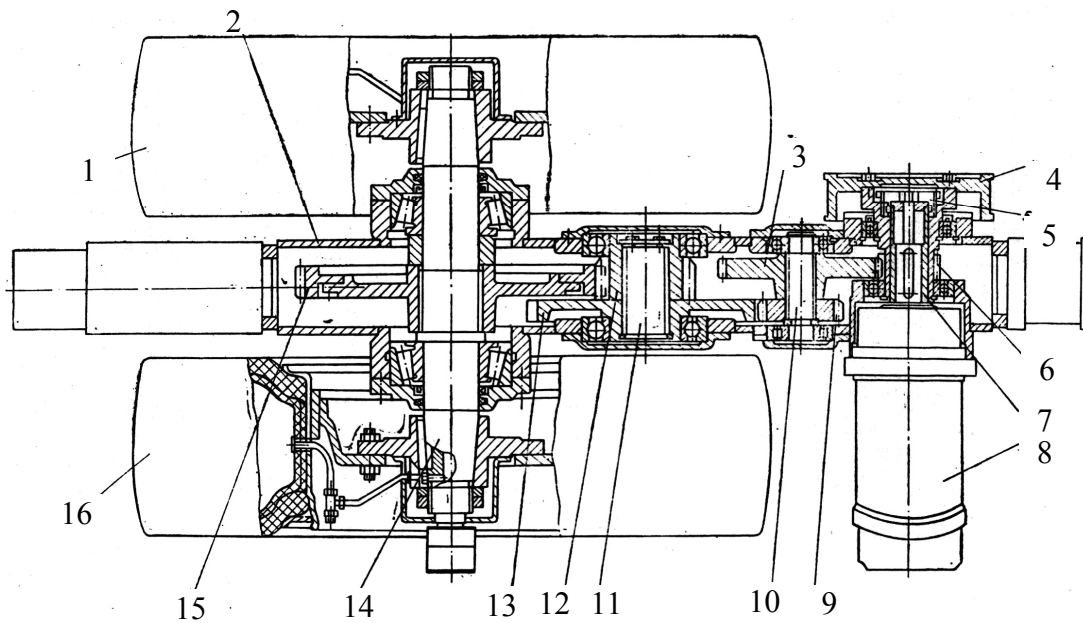


Рис. 6.46. Мотор-колесо катка ДУ-52: 1, 16 – пневмоколеса; 2 – корпус редуктора; 3, 13 – колеса промежуточного вала; 4 – тормозной шкив; 5 – зубчатая муфта; 6 – ведущая шестерня; 7 – входной вал; 8 – гидромотор; 9, 12 – шестерня промежуточного вала; 10, 11 – промежуточные валы; 14 – выходной вал; 15 – венцовое колесо

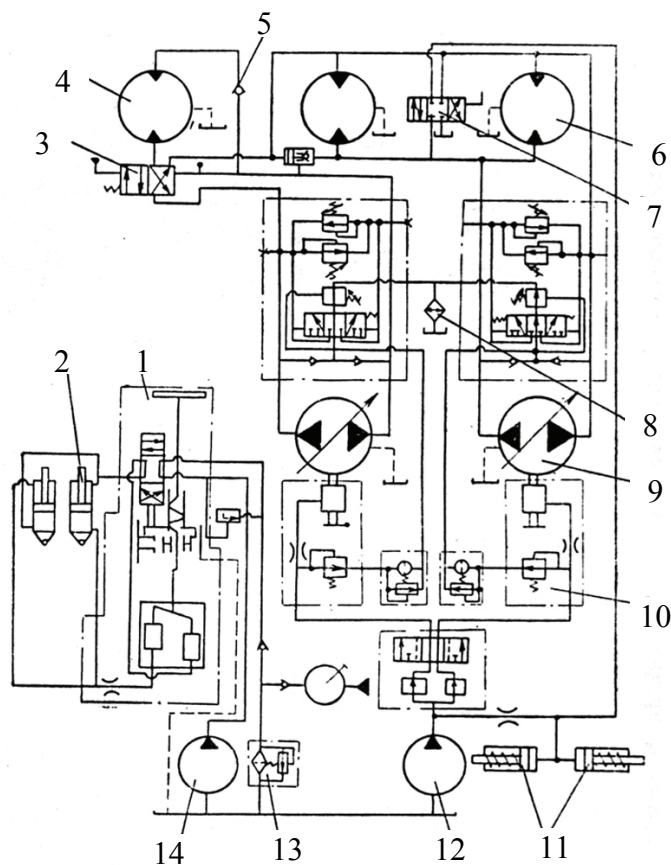


Рис. 6.47. Гидравлическая схема катка ДУ-52: 1 – рулевой механизм; 2, 11 – гидроцилиндры; 3, 7 – гидрораспределители; 4, 6 – гидромоторы; 5 – обратный клапан; 8 – теплообменник; 9, 12, 14 – насосы; 10 – гидроусилитель управления; 13 – фильтр



Последовательное воздействие на уплотняемый материал вибрационным и статическим способами увеличивает эффективность уплотнения покрытия. Кроме того, благодаря небольшому расстоянию между осями пневмоколес и вибровальца рабочие органы статического действия оказываются в зоне, находящейся под воздействием вибрационного рабочего органа, что также увеличивает эффективность работы катка.

Гидросистема катка (рис. 6.47) имеет два контура с замкнутой циркуляцией рабочей жидкости. Применение регулируемых гидронасосов позволяет обеспечить бесступенчатое изменение скорости движения катка и его плавное реверсирование.

Система электрооборудования катка – однопроводная. Источником электроэнергии является генератор.

Пневматическая система катка служит для централизованного регулирования давления в шинах и приводит в действие стеклоочистители.

### 6.9. Тяговый расчет катков

При движении вальцов катка на поверхности уплотняемого материала в зоне его контакта с вальцами развиваются напряжения, максимальная величина которых может быть определена [8, 14] по формуле

$$\sigma = \sqrt{q \frac{E_0}{R}}, \quad (6.19)$$

где  $q$  – удельное линейное давление, Н/м;  $E_0$  – модуль деформации материала, Па;  $R$  – радиус вальца, м.

Модуль деформации можно принимать в начале уплотнения  $5 \cdot 10^5$ – $10 \cdot 10^5$  Па, в конце уплотнения  $50 \cdot 10^5$ – $80 \cdot 10^5$  Па.

В соответствии с ГОСТ 9128–76 предел прочности при сжатии горячего асфальтобетона в зависимости от его марки и типа должен быть не менее  $16 \cdot 10^5$ – $24 \cdot 10^5$  Па при температуре  $20^\circ\text{C}$ ;  $8 \cdot 10^5$ – $14 \cdot 10^5$  Па при температуре  $50^\circ\text{C}$  и не более  $120 \cdot 10^5$  Па при температуре  $0^\circ\text{C}$ .

Тяговый расчет катка проводят для установления соответствия развиваемого тягового усилия в рабочем и транспортном режимах возникающим сопротивлениям.

Сила тяги  $T$  должна быть больше или равна сумме всех сопротивлений, возникающих при движении катка, при укатке  $W_y$  и транспортировке своим ходом  $W_T$ :

$$T \geq W_y; \quad T \geq W_T;$$

$$W_y = W_1 + W_2 + W_3; \quad W_T = W_2 + W_3 + W_4, \quad (6.20)$$

где  $W_1$  – сопротивление перекатыванию при уплотнении асфальтобетонных смесей гладкими вальцами, Н;  $W_2$  – сопротивление от сил инерции при трогании с места, Н;  $W_3$  – дополнительные сопротивления, возникающие при движении катка на криволинейных участках, Н;  $W_4$  – сопротивление перекатыванию катка по покрытию с учетом преодоления уклонов, Н.

Сопротивление  $W_1$ , Н, перекатыванию при уплотнении зависит от типа катка и свойств уплотняемого материала. Для гладких вальцов при уплотнении асфальтобетонных смесей

$$W_1 = \frac{hB_v}{3} \left( 1 - \frac{\rho_1}{\rho_2} \right) (2p_1 + p_2), \quad (6.21)$$

где  $h$  – толщина уплотняемого слоя, м;  $B_v$  – ширина вальца, м;  $\rho_1, \rho_2$  – плотность смеси в начале и конце уплотнения, кг/м<sup>3</sup>;  $p_1, p_2$  – давление в начале и конце уплотнения, Па.

Сопротивление от сил инерции при трогании с места

$$W_2 = m \frac{V}{gt} X, \quad (6.22)$$

где  $m$  – вес катка, Н;  $V$  – скорость движения катка, м/с;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $t$  – время разгона; ( $t = 2-2,5$ ) с;  $X$  – коэффициент, учитывающий инерцию вращающихся масс трансмиссии, двигателя и вальцов катка, ( $X = 1,1-1,15$ ).

Величина  $W_3$  находится по формуле

$$W_3 = K_1 G_1,$$

где  $K_1$  – коэффициент сопротивления: при движении по рыхлому щебню  $K_1 = 0,3$ ; при движении по плотной поверхности  $K_1 = 0,2$ ;  $G_1$  – сила тяжести катка, приходящаяся на направляющие вальцы, Н.

Сопротивление перекатыванию катка по укатанному покрытию

$$W_4 = G(f + i), \quad (6.23)$$

где  $G$  – сила тяжести катка, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления перекатыванию (см. табл. 6.23);  $i$  – уклон (для дорожных покрытий  $i = 0,05-0,08$ , для аэродромных –  $i = 0,005-0,030$ ).

Необходимо проверить возможность реализации силы тяги по условиям сцепления:

$$T \leq G_{\text{сц}} \varphi_{\text{сц}}, \quad (6.24)$$

где  $G_{\text{сц}}$  – сцепная сила тяжести катка, приходящаяся на ведущие вальцы, Н;  $\varphi_{\text{сц}}$  – коэффициент сцепления ( $\varphi_{\text{сц}} = 0,5\text{--}0,6$ ).

Таблица 6.23

Коэффициент сопротивления перекачиванию катка  $f$

Уплотняемый материал	$f$
Рыхлый щебень	0,15–0,2
Плотный щебень	0,06–0,08
Асфальтобетон (первый проход)	0,12–0,15
Асфальтобетон (последний проход)	0,05–0,06
Хорошее асфальтобетонное покрытие	0,045
Булыжная мостовая	0,070

Техническая производительность,  $\text{м}^2/\text{ч}$ , самоходных катков может быть найдена по формуле

$$P = 1000(B - a)V_{\text{ср}}/n, \quad (6.25)$$

где  $B$  – ширина укатываемой полосы, м;  $a$  – величина перекрытия следа предыдущего прохода ( $a = 0,20\text{--}0,25$  м);  $V_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения катка, км/ч;  $n$  – необходимое число проходов катка; при уплотнении асфальтобетона  $n = 25\text{--}30$ , при уплотнении щебеночных оснований и покрытий  $n = 40\text{--}60$ .

Средняя скорость катка

$$V_{\text{ср}} = L/(t_{\text{дв}} + t_{\text{рев}}), \quad (6.26)$$

где  $L$  – длина укатываемой полосы, м;  $t_{\text{дв}}$  – среднее время движения за один проход, с;  $t_{\text{рев}}$  – время реверсирования ( $t_{\text{рев}} = 1\text{--}2$  с).

Необходимая мощность двигателя, кВт:

$$N = 277TV/\eta, \quad (6.27)$$

где  $T$  – сила тяги на ободе ведущих вальцов катка, Н;  $V$  – скорость движения катка, км/ч;  $\eta$  – КПД трансмиссии от двигателя к ведущим вальцам ( $\eta = 0,65\text{--}0,85$ ).

### Контрольные вопросы

1. Как классифицируют асфальтозаогреватели?
2. Преимущества и недостатки жидкотопливных, газотопливных и электрических излучателей тепла.
3. В чем особенности заогревателей с устройством инфракрасного излучения и электрическими нагревателями?
4. Работа газовой горелки, входящей в блок асфальтозаогревателя.
5. Как определить высоту установки горелок с керамическим насадком над покрытием?
6. Как определить производительность асфальтозаогревателей?
7. Назовите основные рабочие органы и агрегаты машин для регенерации асфальтобетонных покрытий.
8. Принцип работы нарезчиков швов в цементобетонных покрытиях.
9. По каким признакам классифицируют ремонтеры?
10. Какие составляющие входят в рабочее оборудование ремонтеров асфальтобетонных покрытий?
11. Как разделяют машины для заделки трещин и ремонта швов по типу ходового оборудования?
12. Способы заделки трещин в асфальтобетонных покрытиях.
13. Состав рабочего оборудования машин для заполнения швов в цементобетонных покрытиях.
14. По каким признакам подразделяются катки?
15. Какие типы трансмиссии применяются в катках?
16. Для чего ведомые вальцы разделяются на две секции?
17. Из каких основных узлов состоят статические и вибрационные катки?
18. Какие сопротивления возникают при движении статических катков своим ходом (в рабочем и транспортном режиме)?

## Глава 7. МАШИНЫ ДЛЯ ОЧИСТКИ АЭРОДРОМНЫХ ПОКРЫТИЙ ОТ СНЕГА И ГОЛОЛЕДНЫХ ОБРАЗОВАНИЙ

### 7.1. Назначение и общее устройство автогрейдеров

Автогрейдеры предназначены для устройства и профилирования земляного полотна, возведения насыпей, перемещения грунта и дорожно-строительных материалов, их перемешивания, планировки откосов и выемок, сооружения корыт и боковых канав, строительства, ремонта, содержания и очистки от снега аэродромов и автомобильных дорог, а также перемещения, разравнивания, планировки на обочинах, рыхления и срезания уплотненного снега.

Автогрейдеры классифицируют по мощности двигателя, массе, типу рамы (жесткая, шарнирно сочлененная), количеству осей, типу колесной схемы и трансмиссии. Основные параметры и размеры автогрейдеров классифицированы по мощности, массе и регламентированы ГОСТ 9420–79.

Условно колесные схемы автогрейдеров обозначаются формулой

$$A \times B \times V,$$

где  $A$  – количество осей с управляемыми колесами;  $B$  – число ведущих осей;  $V$  – общее число осей.

Наиболее распространены схемы  $1 \times 2 \times 3$  и  $1 \times 3 \times 3$ .

Автогрейдеры состоят [9, 25] из следующих узлов и механизмов: основной рамы, рабочего органа, силовой установки, трансмиссии, ходовой части, механизмов управления и дополнительного оборудования в виде бульдозерного отвала и кирковщика.

Обычно автогрейдеры оборудуют (рис. 7.1) двумя задними ведущими осями (тяжелые триея осями) с механической или гидромеханической коробкой передач, балансирной подвеской с отдельными ведущими мостами (рис. 7.2) или бортовыми редукторами (рис. 7.3). Основные технические данные автогрейдеров приведены в табл. 7.1.

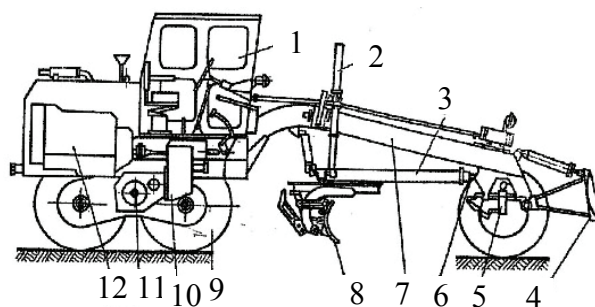


Рис. 7.1. Автогрейдер: 1 – кабина; 2 – механизм управления отвалом; 3, 7 – тяговая основная рама; 4 – дополнительное оборудование; 5 – передняя ось; 6 – шарнир; 8 – отвал; 9 – задняя тележка; 10 – коробка передач; 11 – ось качания; 12 – двигатель

Таблица 7.1

## Основные технические данные автогрейдов

Параметры	Модель					
	ДЗ-99А-1-4	ДЗ-31-1	ДЗ-122А	ДЗ-143	ДЗ-98	ДЗ-98А
Тип	Легкий	Средний	Средний	Средний	Тяжелый	Тяжелый
Двигатель: модель	А-41Г	А-01М	А-01МС или А-01М	А-01М или А-01МС	У1Д6-250ТК- С2/С3	У1Д6- 250ТК-С4
мощность, кВт	66	95,5	99	100	183,3	184
Скорость движения, км/ч	35	37,7	43	43	34,7	40
Колесная схема			1×2×3		1×3×3	1×2×3 / 1×3×3
База, мм	5200	5800	5830	5800	6000	6800
Колея колес, мм:	1850	—	2000	2000	2340	2450
передних	—	2070	—	—	—	—
задних	—	2000	—	—	—	—
Дорожный просвет, мм	300	380	350	350	400	400
Обозначение шин	12.00-20	14.00-20	14.00-20	355-508	16.00-24	20.5-25
Рулевое управление	Механическое с гидроусилителем	Гидрообъемное	Ж е с т к а я	Гидрообъемное	Механическое с гидроусилителем	Гидравлическое со следящей системой Шарнирно сочле- ненная —
Рама:						
тип	—	—	ДЗ-122А ДЗ-122А-1 (2, 3, 4, 5); шарнирно сочлененная ДЗ-122А-6 (7, 8, 9, 10, 11)	—	—	—

угол складывания полурам, град	–	–	± 17	–	–	± 20
максимальное сме- щение передних ко- лес при прямолиней- ном движении, мм	–	–	1100	–	–	2000
Отвал:						
длина, мм	3040	3700	3724	3740	3700	4800
высота, мм	500	600	610	620	700	800
угол резания, град	30–70	30–70	30–70	30–70	30–70	30–70
угол срезаемого от- коса, град	0–90	0–90	0–90	0–90	0–90	0–90
боковой вынос от- вала в обе стороны относительно тяго- вой рамы, мм	700	800	800	800	800	1100
опускание ниже опорной поверхно- сти, мм	200	250	250	250	500	450
Габаритные размеры, мм:						
длина	8650	9620	9450	9760	10300	11500
ширина	2300	2650	2500	2500	2800	3220
высота	2985	3475	3500	3450	3570	3955
Масса, кг	9700	12600	14373	13500	18500	26600/26717

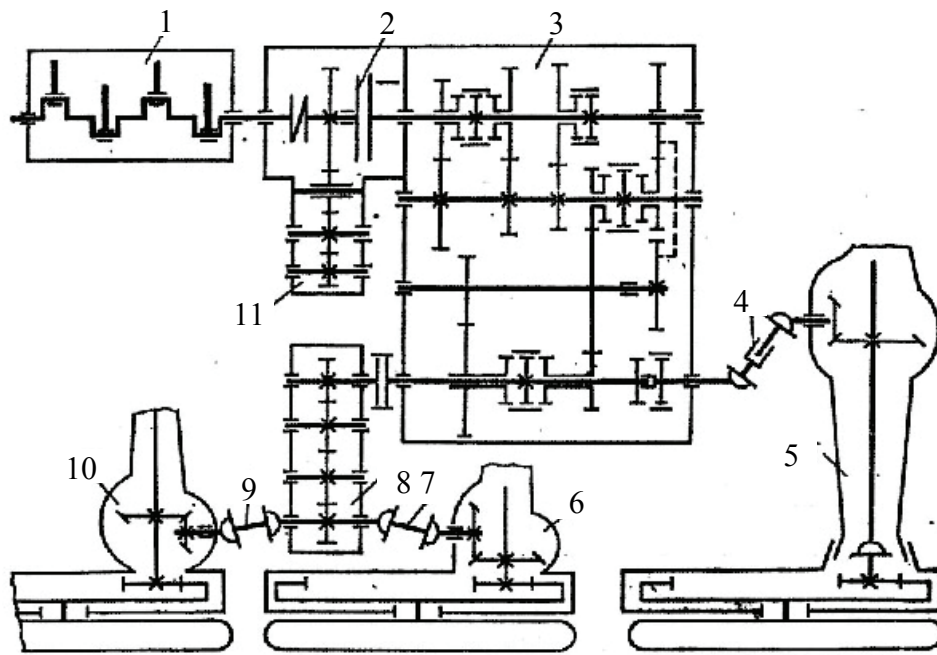


Рис. 7.2. Кинематическая схема автогрейдера с отдельными ведущими мостами: 1 – двигатель; 2 – муфта сцепления; 3 – коробка передач; 4, 7, 9 – карданные валы; 5, 6, 10 – передний, средний и задний ведущие мосты; 8 – раздаточный редуктор; 11 – промежуточный редуктор

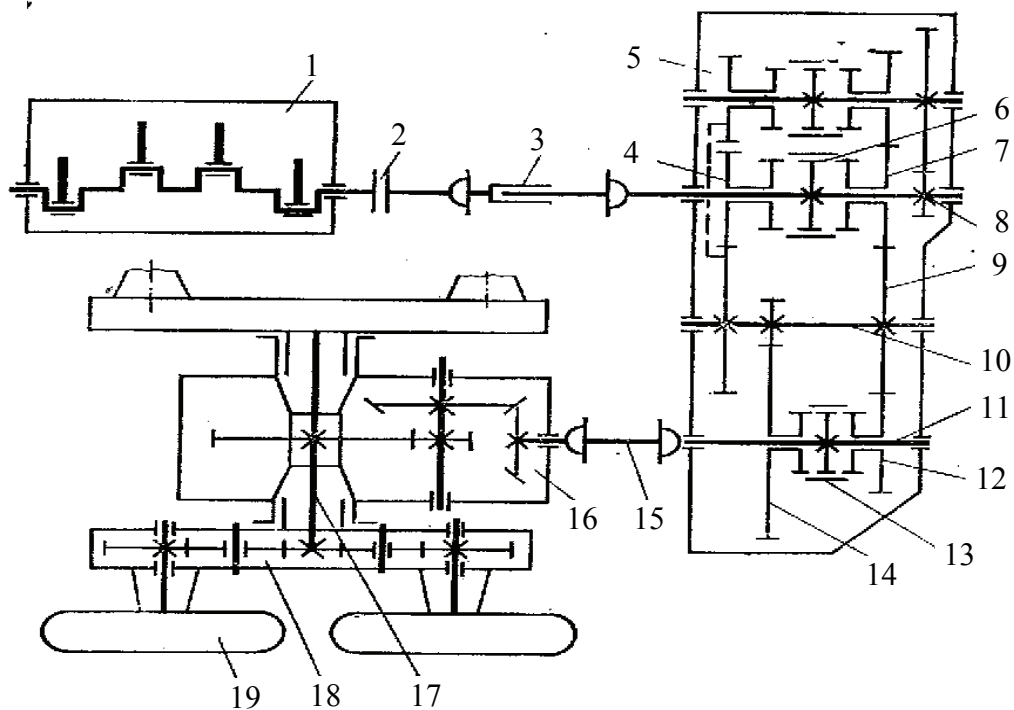


Рис. 7.3. Кинематическая схема автогрейдера с бортовыми редукторами: 1 – двигатель; 2 – муфта сцепления; 3, 15 – карданные валы; 4, 7, 9, 12, 14 – шестерни; 5 – коробка передач; 6, 13 – зубчатые муфты; 8, 10, 11 – ведущий, промежуточный и выходной валы; 16 – главная передача; 17 – полуось; 18 – редуктор; 19 – ведущее колесо



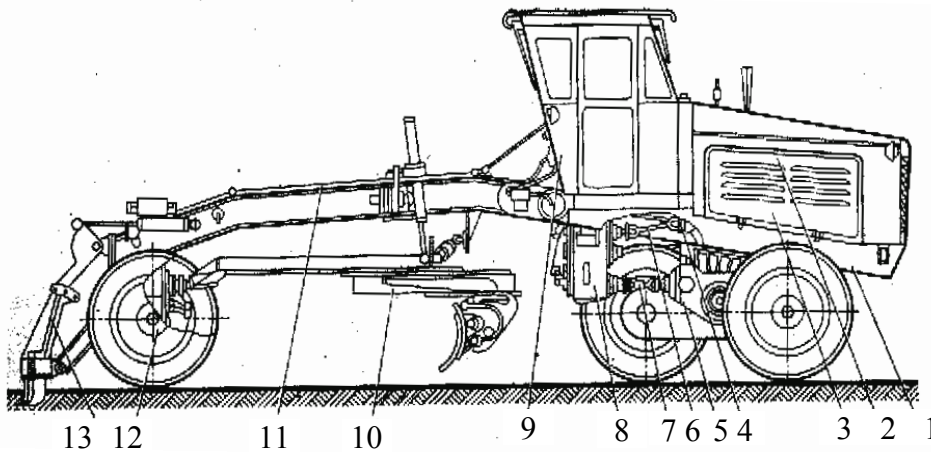


Рис. 7.4. Автогрейдер ДЗ-99-1-4: 1 – рама; 2 – двигатель; 3 – капот; 4 – тормоз; 5 – задний мост; 6 – верхний карданный вал; 7 – нижний карданный вал; 8 – коробка передач; 9 – кабина; 10 – тяговая рама с поворотным кругом и отвалом; 11 – рулевой привод; 12 – передний мост; 13 – кирковщик

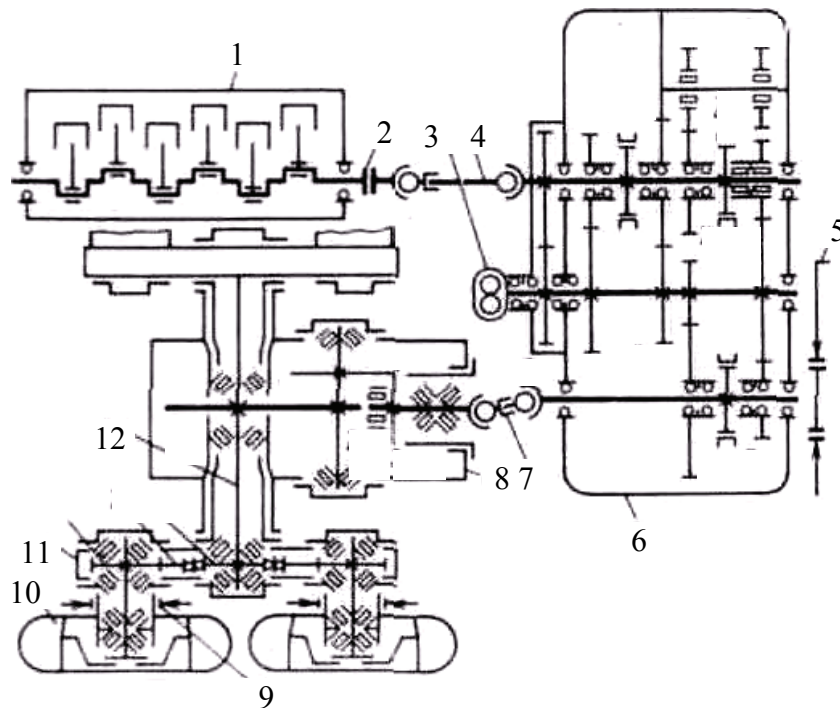


Рис. 7.5. Кинематическая схема автогрейдера ДЗ-31-1: 1 – двигатель А-01М; 2 – сцепление; 3 – гидронасос для смазки коробки передач; 4 – верхний карданный вал; 5 – стояночный тормоз; 6 – коробка передач; 7 – нижний карданный вал; 8 – главная передача; 9 – колесный тормоз; 10 – заднее ведущее колесо; 11 – редуктор балансира; 12 – полуось

Общий вид автогрейдера ДЗ-99-1-4 показан на рис. 7.4, а кинематическая схема ДЗ-99-1-4 и ДЗ-31-1 – на рис. 7.5.

Для передачи крутящего момента от двигателя к трансмиссии предназначена соединительная муфта (рис. 7.6). Она обеспечивает упругое соединение ведущей и ведомой полумуфт, допуская незначительные погрешности в соосности и перекосы за счет резиновых пальцев. Ведущая полумуфта установлена на маховике, ведомая – на входном валу муфты сцепления.

Муфта сцепления предназначена для передачи крутящего момента от двигателя к коробке перемены передач, отсоединения от трансмиссии при переключении передач и торможении.

Муфта сцепления автогрейдера ДЗ-98 (рис. 7.7) двухдисковая, постоянно замкнутая. Ведущие, ведомые и нажимной диски могут перемещаться в осевом направлении под действием пружин, установленных на фланце, при этом крутящий момент через шлицевые соединения ведомых дисков и зубчатый барабан передается первичному валу коробки перемены передач.

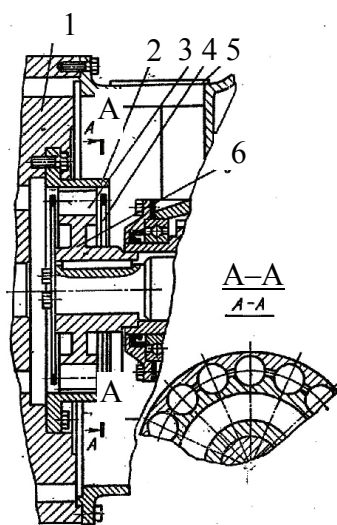


Рис. 7.6. Соединительная муфта автогрейдера ДЗ-98: 1 – маховик двигателя; 2, 6 – наружная и внутренняя полумуфты; 3 – резиновый палец; 4 – кольцо; 5 – люк в корпусе

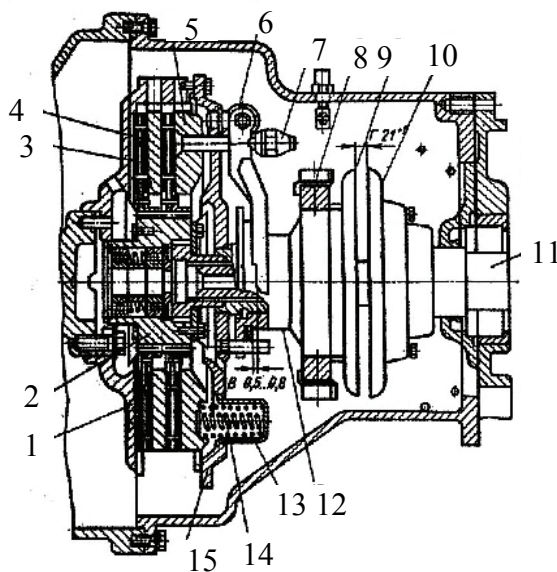


Рис. 7.7. Муфта сцепления автогрейдера ДЗ-98: 1, 4, 5 – ведущие диски; 2 – зубчатый барабан; 3 – ведомый диск; 6 – рычаг; 7 – гайка; 8 – вилка; 9 – муфта выключения; 10 – тормозок; 11 – вал коробки передач; 12 – ползун; 13, 14 – пружины; 15 – фланец;  $n$  – частота вращения вала;  $P$  – усилие нажатия

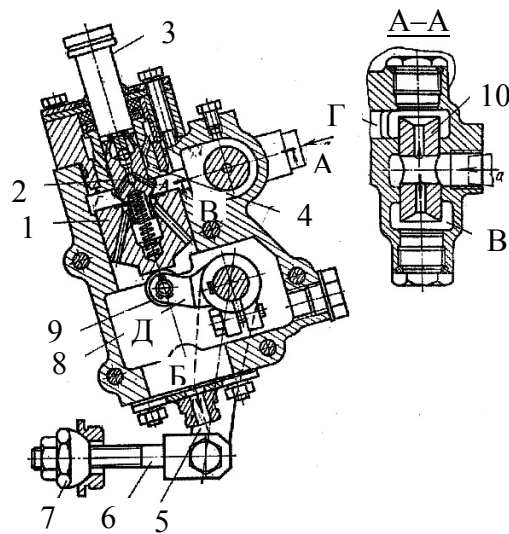


Рис. 7.8. Сервомеханизм управления муфтой сцепления автогрейдера ДЗ-98:

1 – поршень; 2 – клапан; 3 – шток; 4 – стакан; 5, 8 – рычаги; 6 – тяга;  
7 – шаровая гайка; 9 – ролик; 10 – дроссель

Разжимается пакет дисков с помощью рычагов, шарнирно закрепленных на фланце, нижние концы которых упираются в ползун муфты выключения, который перемещается в сторону тормозка. Тормозок останавливает ведомые детали и облегчает включение коробки передач. Снижение усилий на педали управления муфтой сцепления осуществляется с помощью сервомеханизма. При включенной муфте шток сервомеханизма (рис. 7.8.) находится в верхнем положении. Масло от насоса поступает к дросселю через канал А и разделяется на два потока. Один поступает в подпоршневое пространство Г сервомеханизма, другой – к выходу на распределитель рулевого механизма (полость В). Из полости Г по сверлениям в поршне масло поступает в полость Д, а оттуда – на слив в бак.

При нажатии на педаль сцепления шток с клапаном перемещается вниз и конусом перекрывает сверления в поршне. Давление масла в полости Г возрастает, и поршень перемещается вниз, нажимая на ролик рычага, который через рычаг и тягу воздействует на вилку механизма выключения муфты. При повышении давления в полости Г (свыше 3,8 МПа) открывается клапан и масло через отверстия в стакане и клапане перепускается на слив. При снятии усилий с педали шток под действием давления масла возвращается в исходное положение, а диски муфты сцепления под действием пружин сжимаются.

Коробка передач предназначена для изменения скорости вращения и крутящего момента на ведущих колесах. Механическая коробка передач автогрейдеров ДЗ-99-1-4 и ДЗ-31-1 показана на рис. 7.9.

Коробка передач смонтирована в чугунном корпусе. На ведущем валу установлены шестерни первой, второй, третьей передач и заднего хода, свободно вращающиеся на подшипниках качения. Между каждой парой шестерен ведущего вала на шлицах установлены зубчатые муфты. Включаются передачи каретками, которые, перемещаясь поочередно, входят в зацепление с зубчатым венцом шестерни и соединяют ее с ведущим валом.

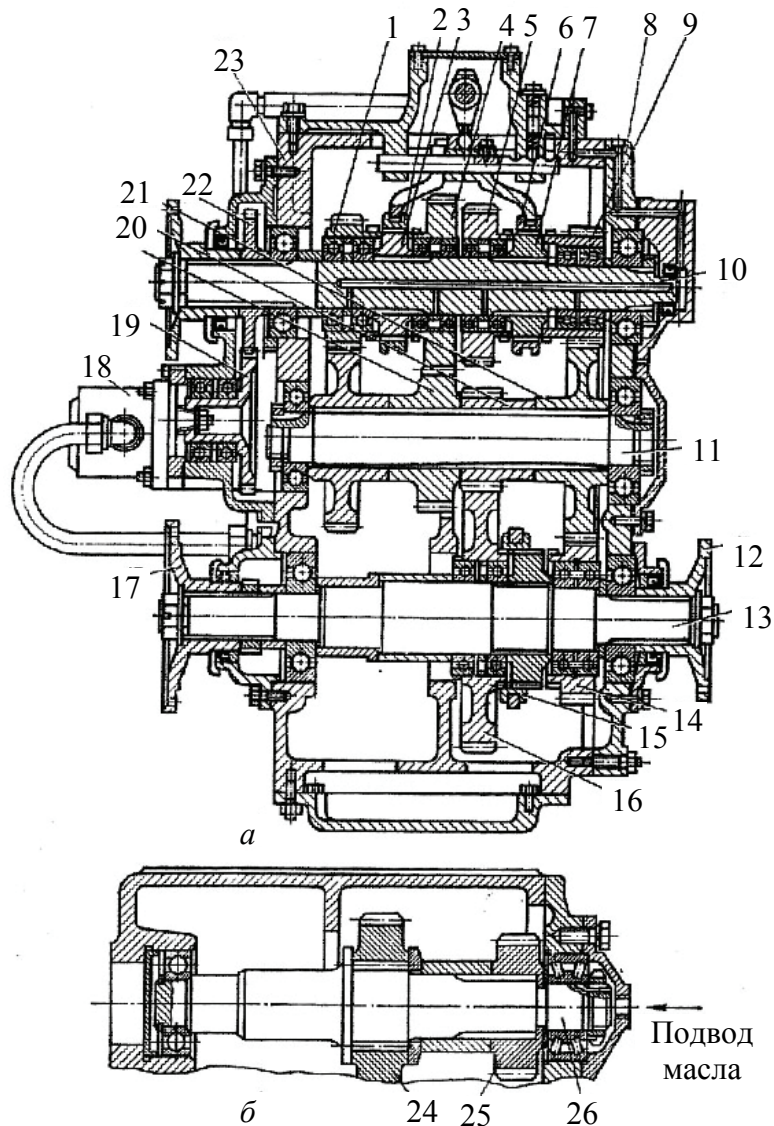


Рис. 7.9. Коробка передач механической трансмиссии: *а* – схема коробки передач, *б* – блок шестерен заднего хода; 1 – шестерня II передачи; 2, 6, 15 – каретки; 3, 7 – зубчатые муфты; 4 – шестерня III передачи; 5 – шестерня заднего хода; 8 – крышка картера; 9 – шестерня I передачи; 10, 11, 13 – первичный, промежуточный и выходной валы; 12, 17 – фланцы; 14, 16, 20, 21 – шестерни; 18 – насос; 19, 22 – ведомая и ведущая шестерни привода насоса; 23 – картер; 24, 25 – шестерни заднего хода; 26 – вал блока шестерен заднего хода

Шестерни переднего хода входят в зацепление с шестернями, расположенными на промежуточном валу, а заднего хода – с шестерней, расположенной на валу шестерен заднего хода.

Шестерни промежуточного вала находятся в зацеплении с шестернями соответственно рабочего и транспортного диапазонов. Диапазоны переключают с помощью каретки.

Смазка подшипников первичного вала осуществляется от насоса, а остальных элементов коробки передач – за счет разбрызгивания масла, стекающего из подшипников первичного вала. Привод вращения насоса осуществляется с помощью дополнительных шестерен.



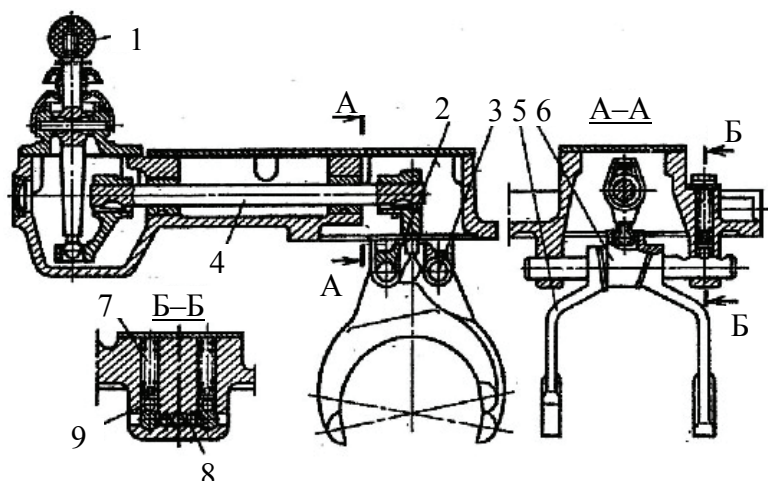


Рис. 7.10. Механизм переключения передач: 1 – рычаг; 2, 3 – штоки; 4 – валик; 5, 6 – вилки; 7 – пружина; 8, 9 – шарики

Механизм переключения передач (рис. 7.10) установлен на картере коробки передач. При воздействии на рычаг валик может перемещаться в осевом направлении и вводить рычаг, закрепленный на конце валика, в пазы вилок. При повороте валика вокруг продольной оси происходит осевое перемещение одной из вилок вместе со штоком и включение соответствующей передачи. Величина хода вилки ограничивается шариками, которые под действием пружины прижимаются к одному из трех углублений в штоках.

Механизм блокировки исключает одновременного включения двух передач с помощью замочного устройства, состоящего из трех шариков. При движении одного штока другой шток запирается шариком, который входит в его пазы.

Механизм переключения диапазонов расположен сбоку на картере коробки передач и аналогичен по конструкции механизму, описанному выше.

Гидромеханическая коробка передач автогрейдеров ДЗ-99А и ДЗ-31-2 (рис. 7.11) выполнена в одном блоке с гидротрансформатором. Гидротрансформатор обладает свойством бесступенчато и автоматически в зависимости от нагрузки на ведущих колесах изменять крутящий момент, передаваемый от двигателя на трансмиссию. Одновременно изменяется частота вращения валов. Между двигателем и трансмиссией нет жесткой связи, а только гидравлическая, поэтому гидротрансформатор демпфирует динамические нагрузки, благодаря чему значительно повышаются показатели надежности трансмиссии и двигателей. Однако у гидротрансформатора относительно низкий КПД ( $\eta = 0,85-0,9$ ). При отклонении нагрузки от номинальной значение КПД резко снижается. Чтобы компенсировать этот недостаток и во время работы использовать зону наибольшего значения КПД, гидротрансформатор комплектуют с механической коробкой передач. Вместе они составляют гидромеханическую трансмиссию. Сложность конструкции, большие массы, габаритные размеры и стоимость – основные недостатки гидротрансформаторов. У гидротрансформатора крутящий момент от двигателя через вал и крышку передается на насосное колесо. Турбинное колесо установлено на первичном валу коробки передач.

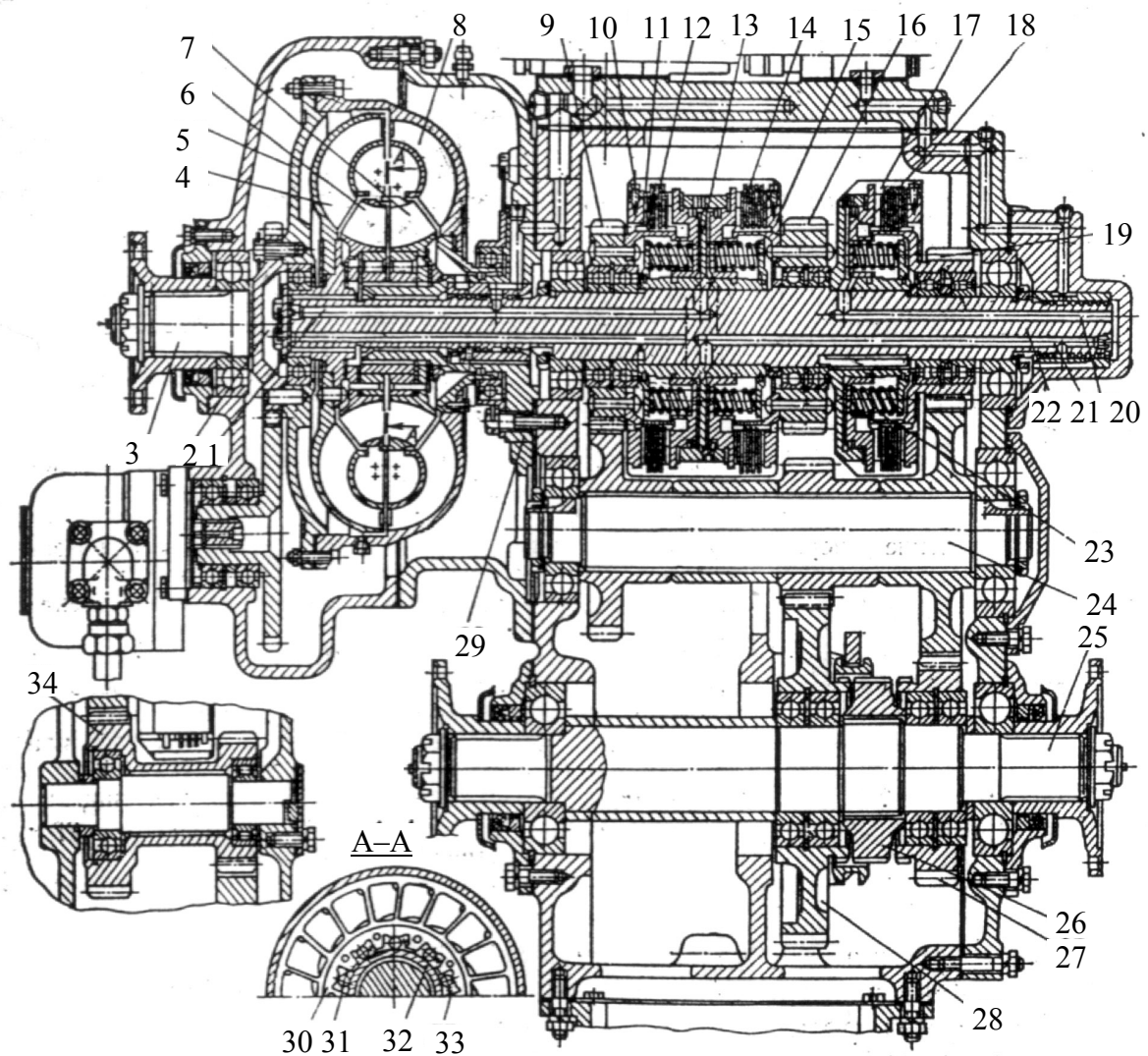


Рис. 7.11. Гидромеханическая коробка передач: 1, 20, 21 – осевые сверления; 2, 9, 16, 19 – шестерни; 3, 25 – входной и выходной валы; 4, 8 – турбинное и насосное колеса; 5 – крышка гидротрансформатора; 6, 7 – реакторы; 10, 14, 17 – фрикционы; 11, 12 – ведомый и ведущий диски; 13 – корпус; 15 – опорный диск; 18 – поршень; 22 – первичный вал; 23 – возвратная пружина; 24 – промежуточный вал; 26 – зубчатая муфта; 27 – шестерня транспортного диапазона; 28 – шестерня рабочего диапазона; 29 – вал реактора; 30, 32 – наружная и внутренняя обоймы; 31 – ролик; 33 – пружина; 34 – блок шестерен заднего хода

Реактор выполнен в виде двух колес, установленных на неподвижно закрепленном валу с помощью муфт свободного хода. Муфты свободного хода состоят из наружных и внутренних обойм, закрепленных на валу, роликов и пружин. При возросшем крутящем моменте на турбинном колесе колеса реакторов стремятся вращаться против часовой стрелки, при этом ролики заклиниваются между скосами поверхностей обойм и затормаживают колеса реакторов. При уменьшении крутящего момента частота вращения турбинного колеса возрастает, поток жидкости стремится увлечь реактор, муфты свободного хода позволяют всем колесам гидротрансформатора вращаться в одном направлении, выполняя роль гидромуфты. Это дает возможность повысить общий КПД трансмиссии на транспортных режимах работы автогрейдера.

Для привода насосов гидросистемы коробки передач установлены отдельные шестерни.

Механическая часть коробки передач унифицирована по отдельным деталям с механической коробкой передач автогрейдеров ДЗ-31-1 и ДЗ-99-1-4.

Гидромеханическая коробка передач имеет четыре скорости переднего хода и две заднего.

Крутящий момент от турбинного колеса передается первичному валу, на котором свободно вращаются на подшипниках качения шестерни передач переднего и заднего хода. Муфта состоит из корпуса, закрепленного на валу, ведущих дисков, соединенных с корпусом, ведомых дисков, установленных на венцах шестерен, поршня, опорного диска и возвратных пружин.

Включаются муфты от гидросистемы управления коробкой передач. Масло под давлением по сверлениям вдоль продольной оси первичного вала попадает в поршневую полость и сжимает пакет дисков, соединяя корпус муфты и шестерню для передачи крутящего момента на промежуточный вал и далее на выходной вал. Выключается муфта за счет сбрасывания давления масла в поршневой полости и разжатия пакета дисков пружинами. На выходном валу предусмотрена зубчатая муфта включения рабочего или транспортного диапазона. Выходной вал имеет фланцы для передачи крутящего момента ведущему мосту и установки стояночного тормоза.

Передача заднего хода включается через блок шестерен, установленных на дополнительном валу.

Гидросистема коробки передач (рис. 7.12) предназначена для подпитки гидротрансформатора, включения муфт, смазывания подшипников, шестерен и дисков. В систему входят гидробак, питающий и откачивающий насос, регулятор давления, подпорный клапан, блок гидрораспределителей переключения передач и реверса, фильтры, масляный радиатор и трубопроводы. Питающий насос забирает масло из бака и подает его к фильтру, гидрораспределителю и регулятору давления.

Регулятор предназначен для поддержания давления в главной магистрали в пределах 0,7–0,85 МПа и перепуска масла в рабочую полость гидротрансформатора. При увеличении давления в главной магистрали до 1,1–1,15 МПа золотник регулятора открывает слив масла в картер. Из гидротрансформатора масло поступает к подпорному клапану, который поддерживает давление в рабочей линии в пределах 0,15–0,2 МПа и перепускает масло в радиатор и бак.

При повышении давления в рабочей полости гидротрансформатора до 0,4–0,45 МПа золотник подпорного клапана открывает слив масла в картер.

От питающего насоса масло поступает к гидрораспределителям передач переднего и заднего хода. При включении одного из гидрораспределителей другие соединяются с каналами слива.

Масло собирается в поддоне картера коробки передач и откачивающим насосом перекачивается через фильтр обратно в бак.

Ведущие мосты служат для увеличения крутящего момента на выходном валу, подводя его к ведущим колесам, и восприятия массы автогрейдера (рис. 7.13).

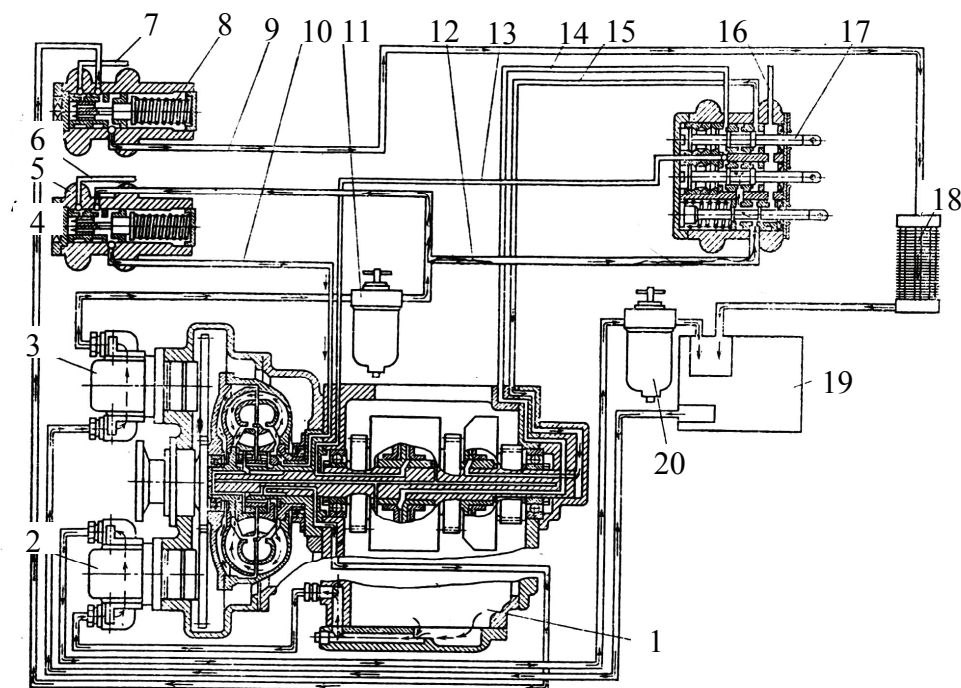


Рис. 7.12. Гидросистема гидромеханической коробки передач автогрейдеров: 1 – коробка передач; 2, 3 – откачивающий и питающий насосы; 4 – канал подвода масла к подпорному клапану; 5 – регулятор давления; 6, 7, 16 – каналы слива в картер коробки; 8 – подпорный клапан; 9 – канал подвода масла к радиатору; 10 – канал перепуска масла в гидротрансформатор; 11, 20 – фильтры; 12 – главная гидролиния; 13, 14, 15 – гидролинии заднего хода, II и I передач; 17 – гидрораспределитель; 18 – радиатор; 19 – гидробак

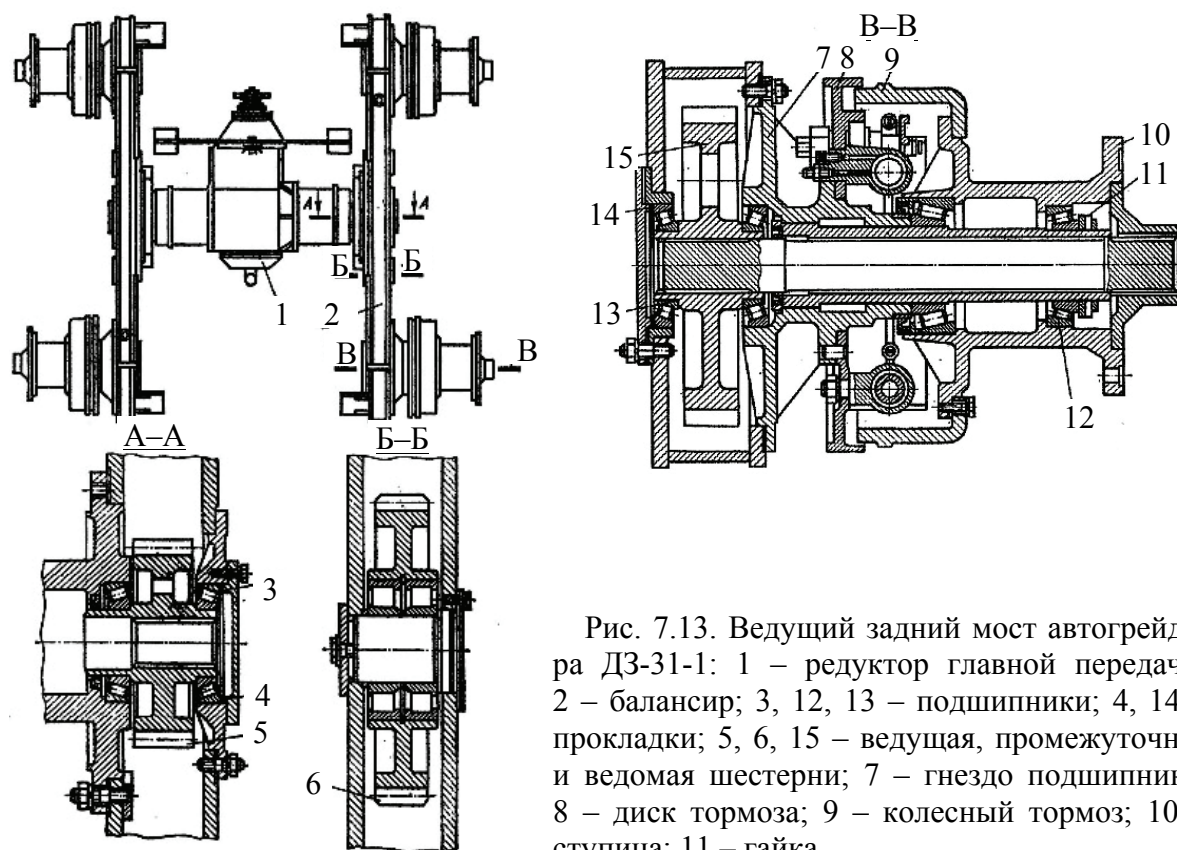


Рис. 7.13. Ведущий задний мост автогрейдера ДЗ-31-1: 1 – редуктор главной передачи; 2 – баланси́р; 3, 12, 13 – подшипники; 4, 14 – прокладки; 5, 6, 15 – ведущая, промежуточная и ведомая шестерни; 7 – гнездо подшипника; 8 – диск тормоза; 9 – колесный тормоз; 10 – ступица; 11 – гайка



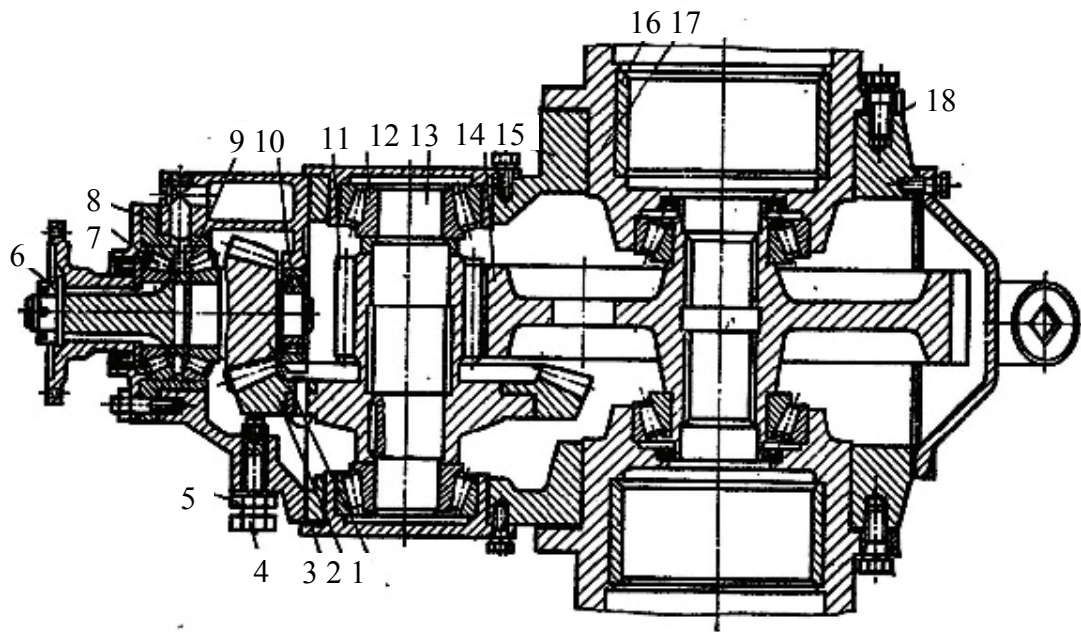


Рис. 7.14. Главная передача автогрейдера ДЗ-31-1: 1, 2, 11, 14 – шестерни; 3, 8, 18 – прокладки; 4 – ограничительный болт; 5, 6 – гайки; 7, 9, 10, 12 – подшипники; 13 – вал; 15 – корпус; 16 – втулка; 17 – чулок

Главная передача (рис. 7.14) – двухступенчатая, состоит из пары конических зубчатых колес и пары прямозубых цилиндрических колес. Шестерня имеет внутренние шлицы, в которые входят полуоси, передающие крутящий момент левому и правому балансирам. Качание балансиров производится с помощью литых осей, опирающихся на бронзовые втулки.

Крутящий момент от полуоси передается ведущим шестерням бортового редуктора через промежуточную шестерню ведомой шестерне и далее через вал на ступицу ведущего колеса.

Корпус бортовых редукторов (балансиров) – сварной, коробчатого сечения. К фланцу гнезда подшипника прикреплен диск колесного тормоза.

Задний ведущий мост автогрейдера ДЗ-98 (рис. 7.15) состоит из следующих основных частей: несущей балки, главной передачи, колесного тормоза и колесного редуктора. Крутящий момент передается на вал-шестерню, коническую шестерню, полуоси, ведущую втулку, фланец и на вал-шестерню колесного редуктора. Ведомая шестерня с помощью ступицы передает крутящий момент на ведущие колеса.

Колесный тормоз установлен между полуосью и ведущим валом-шестерней колесного редуктора.

Воздух из пневмосистемы управления поступает в пневмоцилиндр, перемещает поршень и сжимает пакет, состоящий из ведущих, ведомых и нажимного тормозных дисков.

В ступице предусмотрены сверления и установлены ниппель и манжета для подвода воздуха из системы централизованной подкачки шин.

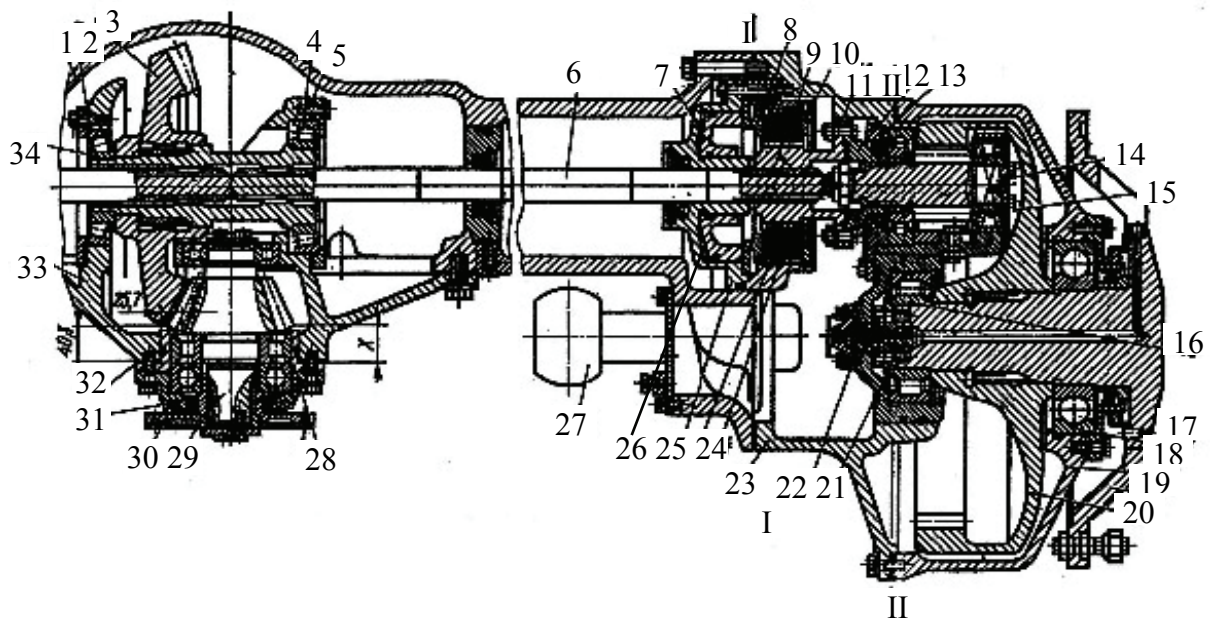


Рис. 7.15. Задний ведущий мост автогрейдера ДЗ-98: 1 – балка; 2, 5, 32 – прокладки; 3 – коническая шестерня; 4, 16, 17, 34 – подшипники; 6 – полуось; 7 – поршень; 8 – нажимный диск; 9 – колесный тормоз; 10 – корпус муфты; 11 – ведущая втулка; 12, 30 – фланцы; 13 – крышка; 14, 29 – валы-шестерни; 15 – колесный редуктор; 18 – корпус колесного редуктора; 19 – вал-ступица; 20 – ведомая шестерня; 21 – ниппель; 22 – манжета; 23 – корпус тормоза; 24, 25 – ведомый и ведущий диски; 26 – пневмоцилиндр; 27 – шаровой палец; 28 – стакан; 31 – главная передача; 33 – корпус главной передачи

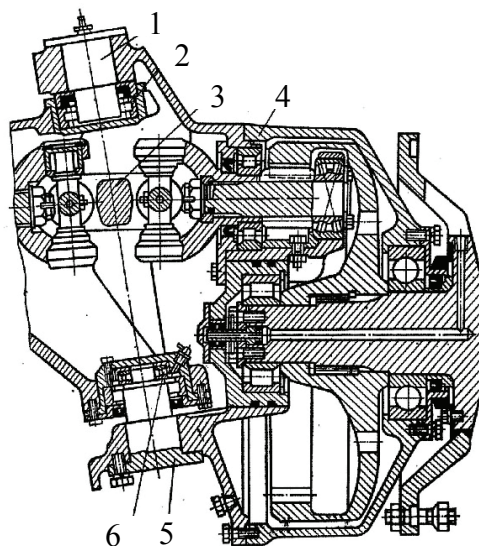


Рис. 7.16. Передний ведущий мост автогрейдера ДЗ-98:  
1, 5 – пальцы; 2, 6 – подшипники; 3 – вал; 4 – колесный редуктор

Передний мост автогрейдера ДЗ-98 (рис. 7.16) унифицирован с задним. Для передачи крутящего момента предусмотрен двойной карданный вал. Поворот колес осуществляется вокруг оси пальцев.

К ходовой части относят: раму, передние оси, подвески задних мостов и колеса.

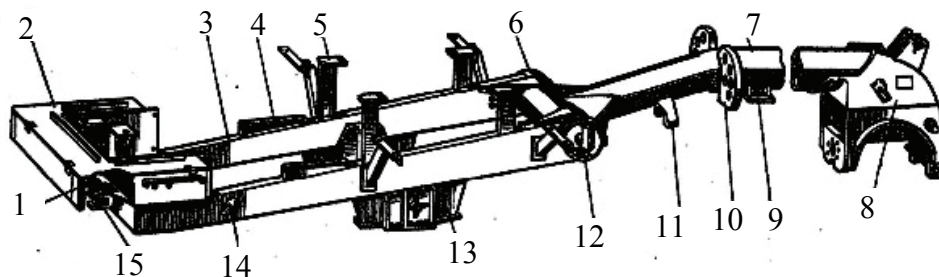


Рис. 7.17. Рама автогрейдера ДЗ-98: 1 – задняя связь; 2 – подмоторная рама; 3 – лонжерон; 4 – кронштейн; 5 – стойки кабины; 6 – поперечная труба; 7 – хребтовая балка; 8 – головка; 9, 11 – опоры карданной передачи; 10 – проушина подвески тяговой рамы; 12 – заливная горловина маслобака; 13 – опоры подвески моста; 14 – чаловые крюки; 15 – буксирный крюк

Рама автогрейдера ДЗ-98 (рис. 7.17) – основной несущий элемент. На ней крепятся основные узлы автогрейдера. Она состоит из головки, хребтовой балки и подмоторной рамы.

К головке крепятся передний мост, навесное оборудование (рыхлитель или отвал) и тяговая рама основного рабочего органа.

Хребтовая балка изготовлена из трубы, передним концом приварена к головке, а задним – к поперечной трубе подмоторной рамы. Труба хребтовой балки используется в качестве ресивера пневмосистемы, а поперечная труба – в качестве бака гидросистемы автогрейдера. На балке имеются проушины для крепления механизма подвески тяговой рамы, опоры карданной передачи привода переднего моста.

Подмоторная рама сварной конструкции состоит из продольных лонжеронов, поперечной трубы и задней связи. К лонжеронам приварены кронштейны для крепления двигателя, стойки для кабины машиниста и опоры для оси балансирующей подвески. Хребтовые балки других типов автогрейдеров сварены из листовой стали и образуют коробчатое сечение.

Передние оси легких и средних автогрейдеров конструктивно подобны. На рис. 7.18 показана передняя ось автогрейдера ДЗ-31-1, она включает колеса со ступицей, ось моста, механизм наклона и поворота колес.

Шкворень служит для соединения подвески с рамой автогрейдера. Шкворень обеспечивает наклон колес. Для одновременного наклона двух колес оба шкворня соединены штангой. Наклон осуществляется гидроцилиндром.

Поворачивают колеса в плане вокруг оси шкворня на цапфах с помощью гидравлического механизма (на рисунке не показан).

Подвеска задних ведущих мостов автогрейдера ДЗ-98 показана на рис. 7.19. Она состоит из двух балансиров коробчатого сечения с шаровыми опорами, в которых фиксируются шаровые пальцы задних мостов. Продольные балансиры связаны общей осью, относительно которой качаются балансиры с мостами.

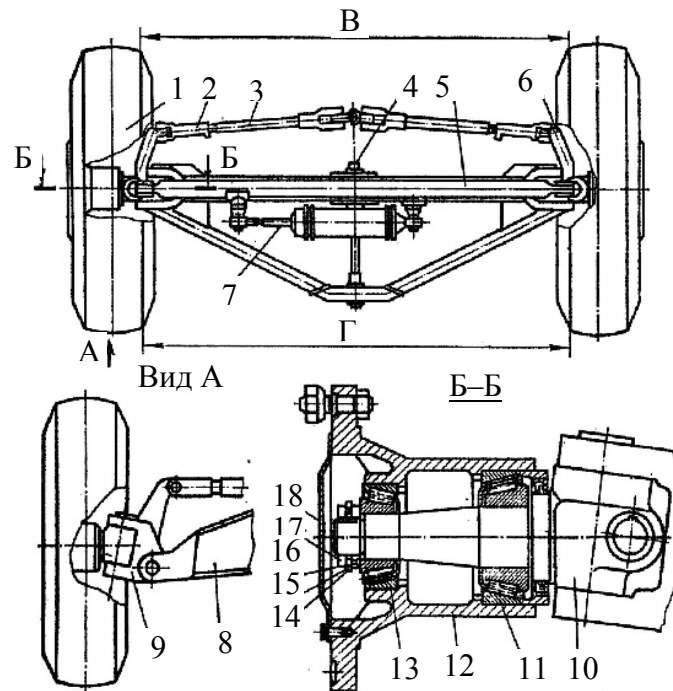


Рис. 7.18. Передняя ось автогрейдера ДЗ-31-1: 1 – колесо; 2 – вилка; 3 – тяга; 4 – шарнир подвески оси; 5 – штанга; 6 – рычаг; 7 – гидроцилиндр; 8 – ось; 9 – шкворень; 10 – цапфа; 11, 13 – подшипники; 12 – ступица; 14, 17 – регулировочная и контрольная гайки; 15, 16 – шайбы; 18 – крышка

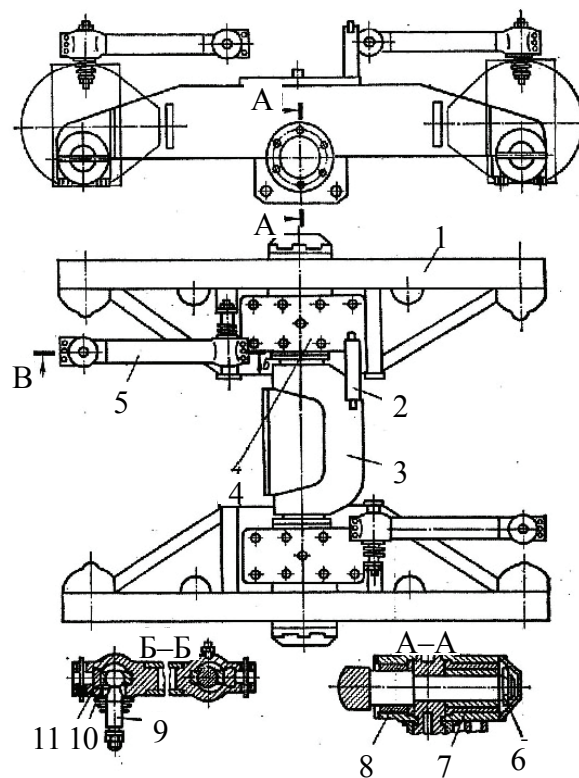


Рис. 7.19. Подвеска задних мостов автогрейдера ДЗ-98: 1 – балансир; 2, 5 – штанги; 3 – ось; 4 – кронштейн; 6 – гайка; 7, 8 – подшипники; 9 – шаровой палец; 10 – сухарь; 11 – резьбовая пробка



К рабочему оборудованию автогрейдера относят отвал с тяговой рамой, механизм подвески тяговой рамы и поворота отвала.

Отвал с тяговой рамой автогрейдера ДЗ-98 показан на рис. 7.20. Подобную конструкцию имеют все автогрейдеры. Отвал имеет задний плоский лист, входящий в пазы кронштейнов, по которым отвал с помощью гидроцилиндра может перемещаться в обе стороны. К лобовому листу крепят режущие и боковые ножи. Кронштейн через стойки прикреплен к поворотному кругу и может поворачиваться относительно оси установки отвала в пределах паза, изменяя угол резания ножа отвала.

Поворотный круг с помощью накладок прикреплен к тяговой раме. Вырез накладок предотвращает вертикальное и боковое смещения поворотного круга. Боковой зазор между накладками и торцом поворотного круга регулируют болтами.

Тяговая рама представляет собой сварную конструкцию, состоящую из продольной и поперечной балок. На поперечной балке предусмотрены места для крепления поворотного круга, его привода и подвески тяговой рамы. На переднем конце продольной балки закреплен шкворень, который с помощью опоры соединяет тяговую раму с головкой основной рамы автогрейдера.

Механизм подвески тяговой рамы автогрейдера ДЗ-98 показан на рис. 7.21 и позволяет выносить отвал вправо и влево для срезания откосов. Он состоит из рычагов, рамки, пневмозащелки, закрепленной на рычаге, и гидроцилиндров подъема-опускания отвала, выноса тяговой рамы и выдвижения отвала.

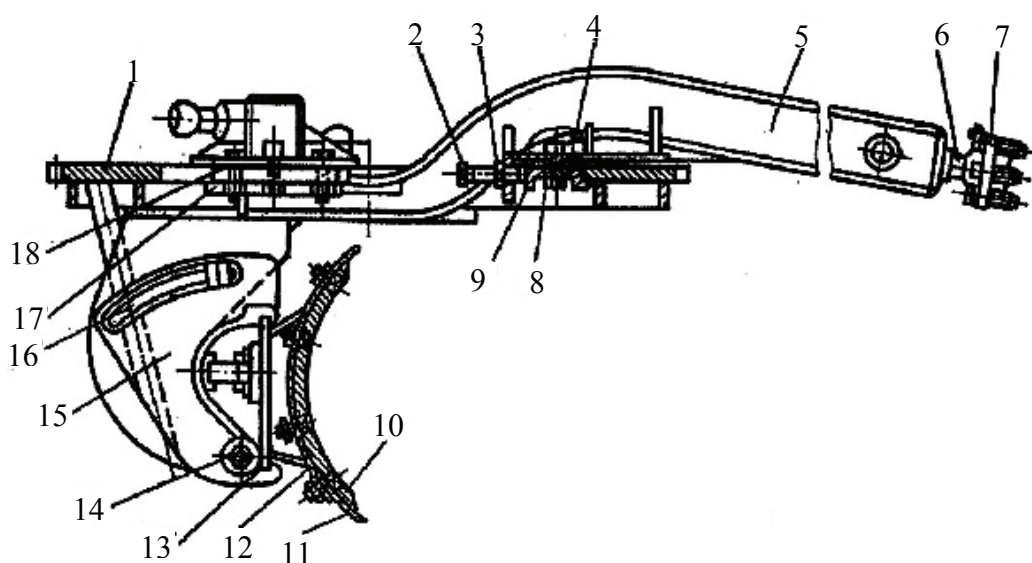


Рис. 7.20. Отвал с тяговой рамой: 1 – поворотный круг; 2, 8 – болты; 3 – гайка; 4, 18 – прокладки; 5 – тяговая рама; 6 – шкворень; 7 – опора; 9, 17 – накладки; 10, 11 – боковой и режущий ножи; 12 – отвал; 13, 16 – пазы; 14 – ось; 15 – кронштейн

Механизм поворота отвала автогрейдера ДЗ-31-1 (рис. 7.22) состоит из гидромотора и червячного редуктора. На выходном валу червячного редуктора установлено колесо, входящее в зацепление с зубьями поворотного круга. Червячный редуктор установлен на поперечной балке тяговой рамы.

В зависимости от типа автогрейдера тормозной привод может быть гидравлический или пневматический.

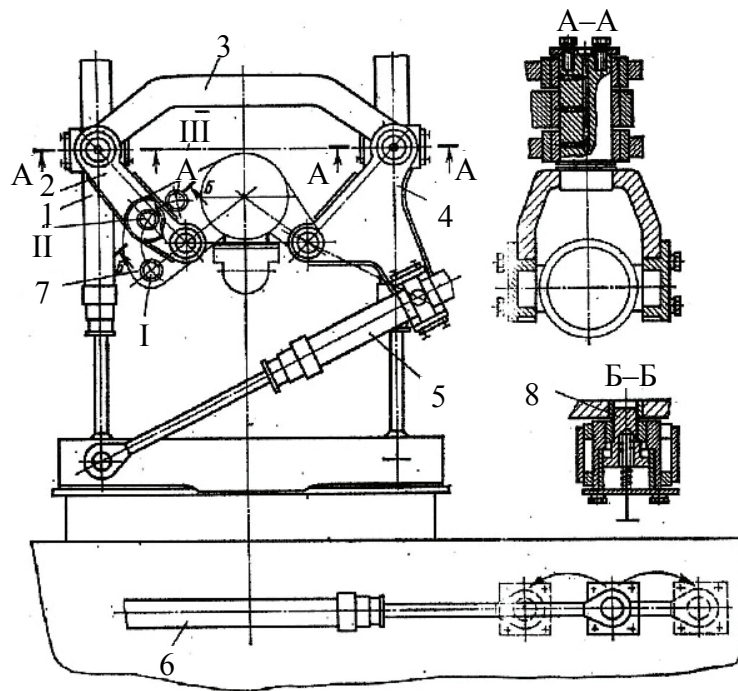


Рис. 7.21. Механизм подвески тяговой рамы с выносом отвала на  $90^\circ$ : 1 – гидроцилиндр подъема и опускания отвала; 2, 4 – левый и правый рычаги; 3 – рамка; 5 – гидроцилиндр выноса тяговой рамы; 6 – гидроцилиндр выдвижения отвала; 7 – кронштейн; 8 – пневмозащелка; I, II, III – стопорные отверстия

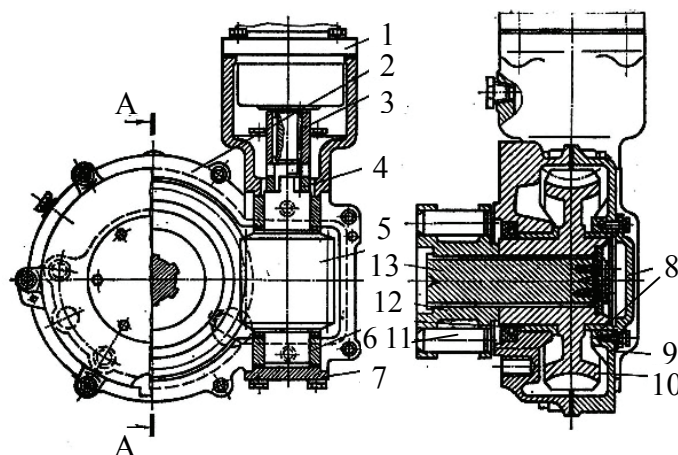


Рис. 7.22. Механизм поворота отвала автогрейдера ДЗ-31-1: 1 – гидромотор; 2 – червячный редуктор; 3, 4 – полумуфты; 5 – червяк; 6, 8, 11 – подшипники скольжения; 7, 9 – крышки; 10 – червячное колесо; 12 – цевочное колесо; 13 – выходной вал

На рис. 7.23 показан гидравлический тормозной привод автогрейдера ДЗ-31-1. Он имеет педаль, гидроусилитель с главным тормозным цилиндром, возвратную пружину и систему трубопроводов.

Гидроусилитель с главным тормозным цилиндром (рис. 7.24) работают следующим образом. В гидроусилитель следящего типа подается масло в полость А от общей гидросистемы через штуцер. При свободной педали масло проходит по пазам золотника и перепускается в полость Б и далее в общую гидросистему.

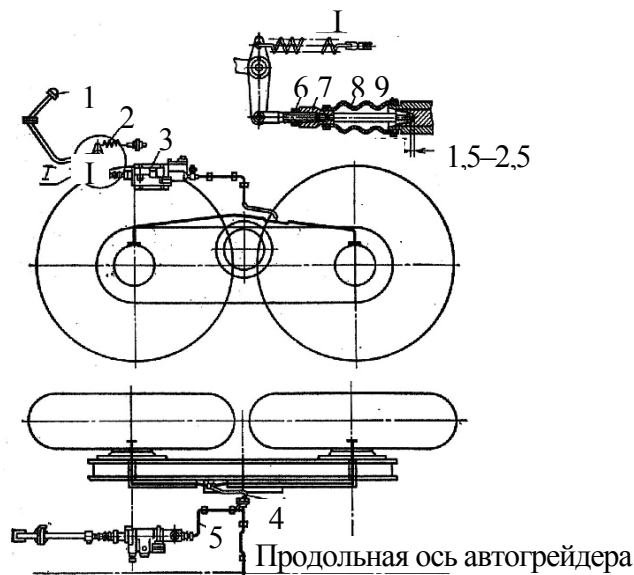


Рис. 7.23. Тормозной привод: 1 – педаль; 2 – возвратная пружина; 3 – гидроусилитель с главным тормозным цилиндром; 4 – шланг; 5 – трубопровод; 6 – контргайка; 7 – толкатель; 8 – кожух; 9 – хомут

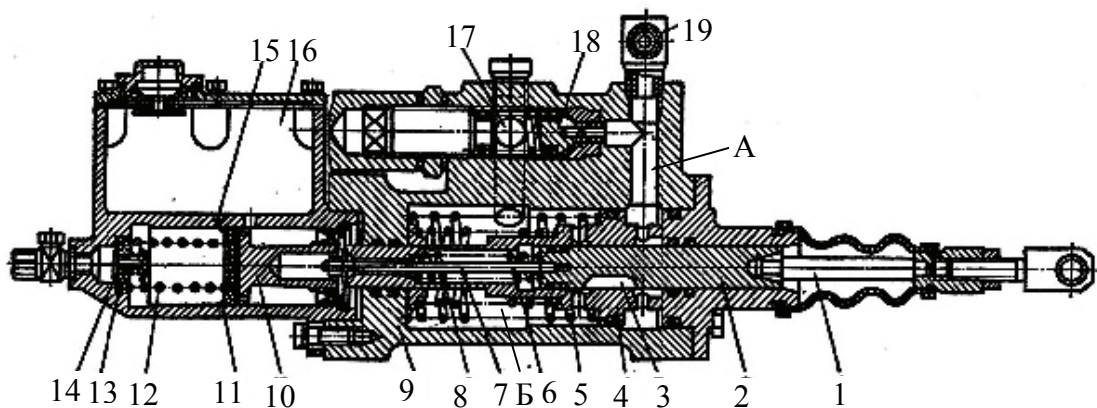


Рис. 7.24. Гидроусилитель и главный цилиндр тормозов автогрейдера ДЗ-31-1: 1, 6 – толкатели; 2, 7 – золотники; 3 – паз; 4, 10 – поршни; 5, 8, 12 – пружины; 9 – гидроусилитель; 11 – главный тормозной цилиндр; 13 – обратный клапан; 14 – спускной клапан; 15 – компенсационное отверстие; 16 – подпиточный бачок; 17, 19 – штуцера; 18 – предохранительный клапан

При нажатии на педаль толкатель перемещает золотники, при этом паз перекрывается поршнем. В полости перед поршнем возрастает давление, под действием которого поршень вместе с толкателем и поршнем главного тормозного цилиндра также перемещается, преодолевая сопротивление пружины и открывая паз в золотнике. При нажатии педали до упора полностью перекрывается паз в золотнике, и масло поступает через предохранительный клапан, отрегулированный на давление 3 МПа, при этом давление главного тормозного цилиндра соответствует 6 МПа. Работа главного тормозного цилиндра заключается в том, что толкатель перемещает поршень, перекрывая компенсационное отверстие. Давление жидкости в рабочей полости возрастает, и жидкость через спускной клапан поступает в рабочие цилиндры тормозов. При опускании педали жидкость через обратный клапан вытесняется из тормозных цилиндров в главный. В главном цилиндре предусмотрен подпиточный бачок для тормозной жидкости, из которого жидкость частично выходит при подаче ее в рабочие цилиндры и в который возвращается после окончания торможения, при этом золотники под действием пружин принимают исходное положение.

Автогрейдеры оборудованы двумя видами тормозов – стояночным и колесными.

Стояночный тормоз устанавливают на автогрейдерх всех типов. Он предназначен для торможения машины: на уклонах до 16 %, во время стоянки или в аварийных случаях, когда отказывают колесные тормоза.

На автогрейдерх применяют стояночные тормоза ленточного и колодного типов с ручным механическим управлением.

Тормоза ленточного типа (рис. 7.25) устанавливают на выходном валу коробки передач.

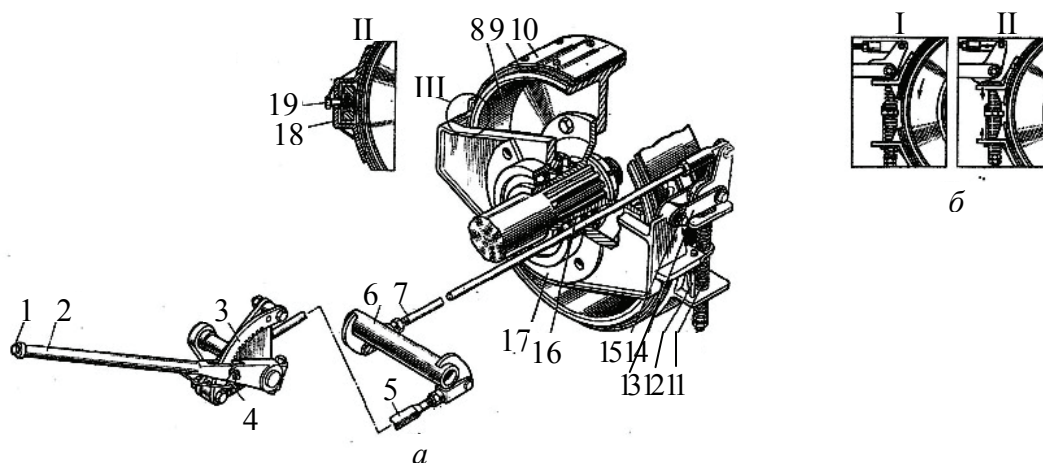


Рис. 7.25. Стояночный тормоз ленточного типа: *а* – устройство; *б* – рабочие положения; I – тормоз выключен, II – тормоз включен; 1 – кнопка; 2 – рукоятка; 3 – сектор; 4 – собачка; 5, 7 – тяги; 6 – валик; 8 – барабан; 9 – накладка; 10 – стальная лента; 11 – стяжной винт; 12 – пружина; 13, 19 – болты; 14 – щечка; 15 – нажимный кулак; 16 – фланец коробки передач; 17, 18 – кронштейны



Тормозной барабан установлен на фланце выходного вала коробки передач. Фрикционная лента представляет собой стальную ленту с прикрепленными асбестовыми накладками и приваренными кронштейнами. Фрикционная лента охватывает барабан и фиксируется от поворота с помощью кронштейна. Свободные концы ленты разводятся пружинами относительно кронштейна с помощью регулировочных болтов и обеспечивают равномерный зазор между лентой и барабаном в расторможенном состоянии.

Тормоз включается поворотом нажимного кулака, который стягивает ленту, преодолевая сопротивление пружин.

Тормоз колодочного типа (рис. 7.26) прикреплен на центральном редукторе ведущего моста. При торможении усилие от рычага через тяги передается на кулачок, который, поворачиваясь, раздвигает колодки и прижимает их к тормозному барабану, вращающемуся вместе с фланцем входного вала ведущего моста. Под действием сил трения колодок барабан останавливается, затормаживая через редуктор ведущего моста колеса автогрейдера. При растормаживании колодки оттягиваются пружинами, обеспечивая зазор между ними и барабаном.

Колесные тормоза – это основные рабочие тормоза, обеспечивающие замедление движения и остановку машины.

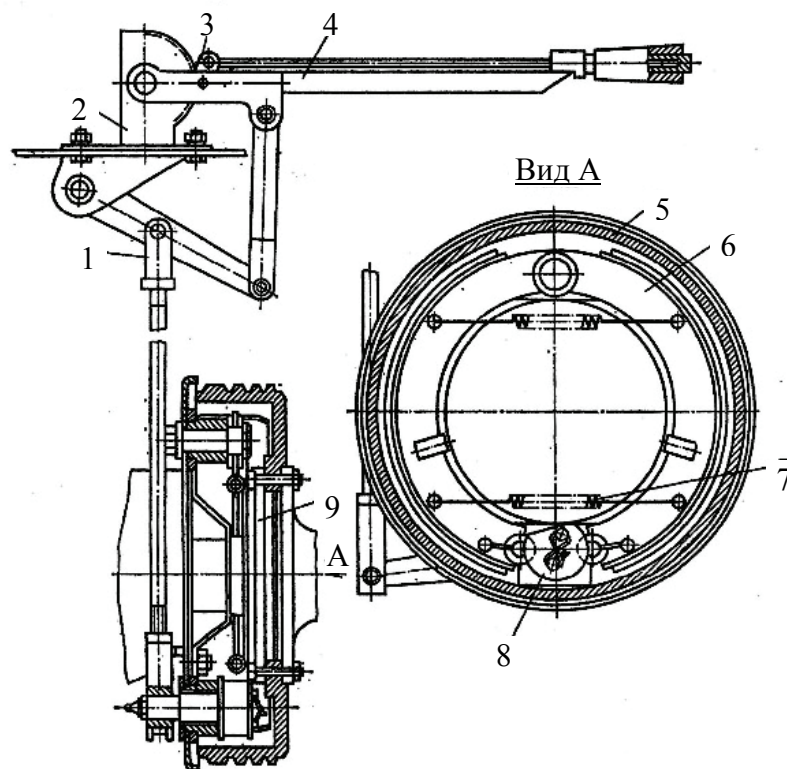


Рис. 7.26. Стояночный колодочный тормоз: 1 – тяга; 2 – кронштейн; 3 – собачка; 4 – рычаг; 5 – барабан; 6 – колодка; 7 – пружина; 8 – кулачок; 9 – фланец

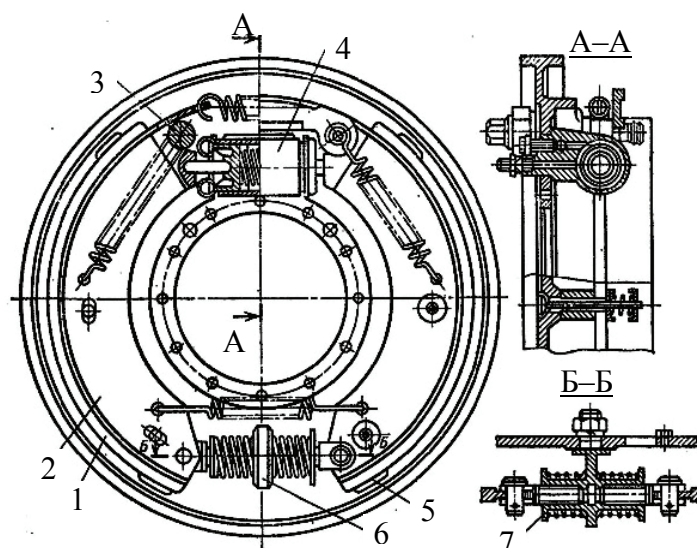


Рис. 7.27. Колесный колодочный тормоз: 1 – фрикционная накладка; 2 – тормозная колодка; 3 – регулировочный эксцентрик; 4 – рабочий цилиндр; 5 – смотровой люк; 6 – регулировочное устройство; 7 – гайка

Колесные тормоза колодочного типа с гидравлическим управлением (рис. 7.27) применяют на легких типах автогрейдеров.

Колесные тормоза устанавливают на задних колесах автогрейдеров. Эти тормоза состоят из двух колодок с прикрепленными к ним фрикционными накладками. Вверху и внизу колодки стянуты пружинами. Тормоз в сборе размещен внутри тормозного барабана, связанного со ступицей, и прикреплен неподвижно к корпусу балансира. Торможение осуществляется за счет раздвигания колодок и прижатия их к барабану с помощью рабочего цилиндра, в который поступает тормозная жидкость при включении педали тормоза.

Пневмосистема тормозов автогрейдера ДЗ-98 включает в себя компрессор с регулятором давления, предохранительный клапан, тормозной кран, трубопроводы и воздушный баллон. Воздух от компрессора подается в воздушный баллон (продольную трубу основной рамы автогрейдера) и далее в тормозной кран.

Компрессор (рис. 7.28) приводится от шкива, установленного на коленчатом валу. Воздух от воздухоочистителя и впускных клапанов поступает в два цилиндра компрессора и вытесняется при сжатии в баллон через нагнетательные клапаны. В головке блока цилиндров имеется разгрузочное устройство, соединенное с регулятором давления. При достижении в баллоне давления 0,7–0,75 МПа воздух через регулятор проходит в разгрузочное устройство и поднимает плунжеры и штоки, которые открывают впускные клапаны, при этом воздух свободно перетекает из цилиндра в цилиндр и подача воздуха в пневмосистему прекращается. При снижении давления в системе до 0,55–0,6 МПа срабатывает регулятор давления и выпускает воздух из разгрузочного устройства, клапаны закрываются и воздух снова нагнетается в систему.

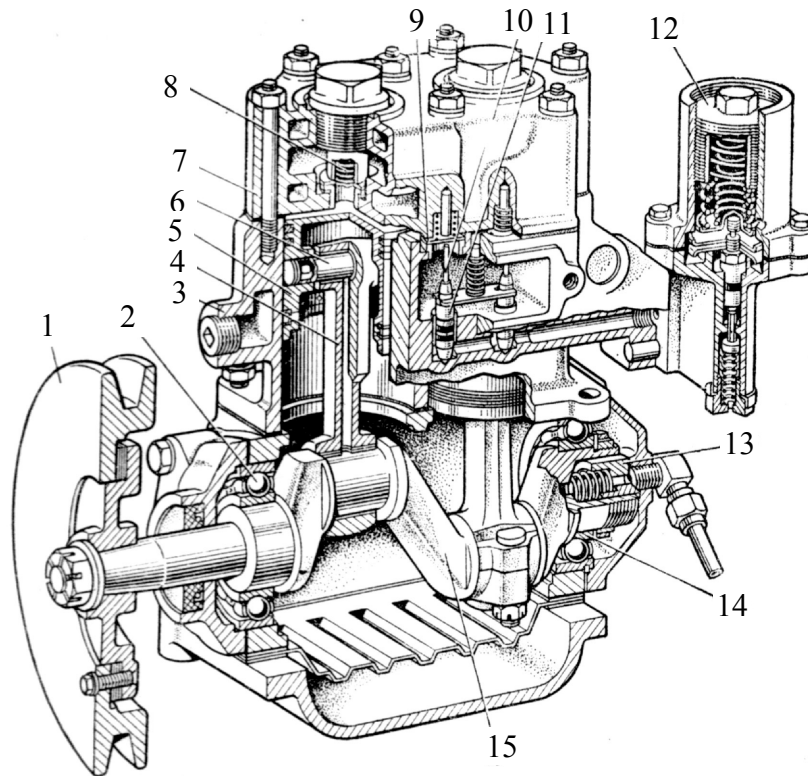


Рис. 7.28. Компрессор пневмотормозов: 1 – шкив привода; 2, 14 – передний и задний подшипники коленчатого вала; 3 – блок цилиндров; 4 – шатун; 5 – поршень; 6 – поршневой палец; 7 – головка блока цилиндров; 8, 9 – нагнетательный и впускной клапаны; 10 – шток впускного клапана; 11 – плунжер впускного клапана; 12 – регулятор давления; 13 – уплотнитель с пружиной; 15 – коленчатый вал

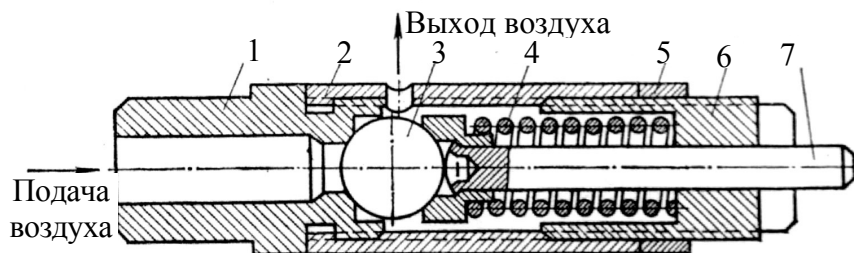


Рис. 7.29. Предохранительный клапан: 1 – седло; 2 – корпус; 3 – шарик; 4 – пружина; 5 – контргайка; 6 – регулировочный винт; 7 – стержень

От чрезмерного повышения давления в системе предусмотрен предохранительный клапан, установленный на воздушном баллоне. Клапан (рис. 7.29) отрегулирован на давление воздуха в баллоне 0,9 МПа. При увеличении давления шарик сжимает пружину и в зазор между шариком и седлом через отверстие в корпусе воздух выходит в атмосферу.

На автогрейдерх ДЗ-98 установлен тормозной кран поршневого типа с двумя цилиндрами (рис. 7.30), но используется только нижний цилиндр. Выход из верхнего цилиндра заглушен.

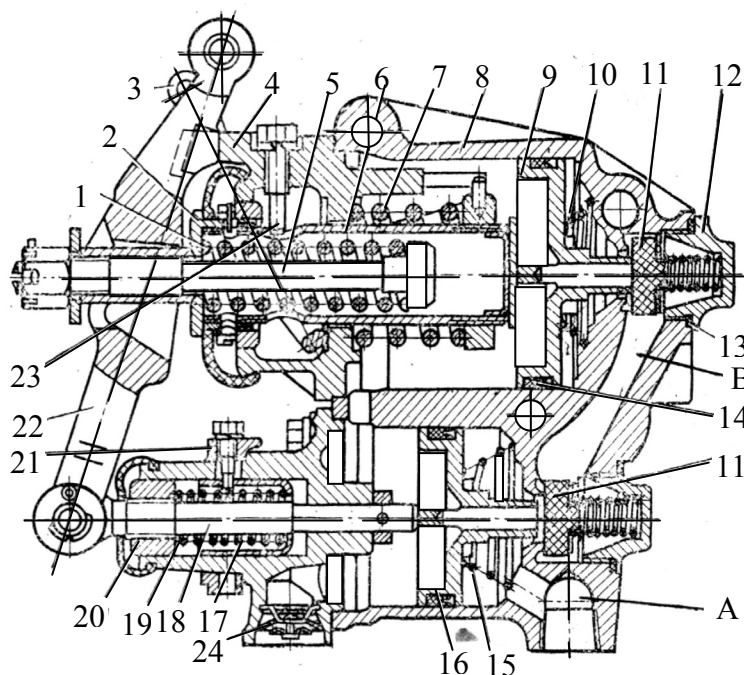


Рис. 7.30. Тормозной кран: 1 – пружина тяги верхнего цилиндра; 2 – регулировочная гайка; 3 – рычаг привода стояночного тормоза; 4 – крышка верхнего цилиндра; 5 – тяга; 6 – труба уравнивающей пружины; 7 – уравнивающая пружина; 8 – корпус тормозного крана; 9 – поршень верхнего цилиндра; 10 – верхняя коническая пружина; 11 – клапан тормозного крана; 12 – корпус пружины клапана; 13 – кольцо; 14 – манжета поршня; 15 – нижняя коническая пружина; 16 – поршень нижнего цилиндра; 17 – пружина тяги нижнего цилиндра; 18 – тяга нижнего цилиндра; 19 – крышка нижнего цилиндра; 20 – гайка тяги; 21 – регулировочное кольцо; 22 – рычаг тормозного крана; 23 – болт; 24 – клапан сапуна

В расторможенном состоянии тяга нижнего цилиндра под действием пружины прижимается вверх. Поршень нижнего цилиндра под действием конической пружины находится в крайнем верхнем положении, а клапан тормозного крана под действием своей пружины поджат к седлу и перекрывает выход воздуха из полости В в пневмолинию А. Тормозная пневмолиния А через зазор между клапаном тормозного крана и поршнем нижнего цилиндра, а также через пустотельный шток соединяется с атмосферой через клапан сапуна, что соответствует расторможенному состоянию пакета дисков тормозов.

При нажатии на педаль тормоза нижний конец рычага опускает тягу и шток поршня нижнего цилиндра до упора с клапаном тормозного цилиндра, при этом перекрывается сообщение тормозной пневмолинии А с атмосферой. При дальнейшем опускании штока поршня нижнего цилиндра открывается клапан тормозного крана, сообщая пневмолинию А с воздушным баллоном.

Гидросистема автогрейдера ДЗ-98 (рис. 7.31) типична и для других марок автогрейдеров и предназначена для управления рабочим оборудованием и поворотом машины. Она состоит из двух самостоятельных контуров закрытого типа. Первый контур предназначен для управления рабочим оборудованием. Всасывающий трубопровод насоса забирает рабочую жидкость из гидробака, нагнетает ее по гидролинии в блок гидрораспределителей. Пять секций гидрораспределителя связаны с гидроцилиндрами, предназначенными для подъема и опускания отвала, выноса тяговой рамы и отвала и управления



дополнительным навесным оборудованием (рыхлителем или отвалом). Одна секция связана с гидромотором механизма поворота отвала. В средних и легких автогрейдерах в первый контур входит также гидроцилиндр наклона передних колес. Рабочая жидкость, перепускаемая по гидролинии из гидрораспределителя в бак, проходит через фильтр.

Второй контур системы предназначен для питания рулевого управления и поворота передних колес, кроме того, у автогрейдера ДЗ-98 он обеспечивает работу сервомеханизма муфты сцепления. Насос второго контура нагнетает рабочую жидкость из гидробака в делитель потока, откуда часть ее направляется в сервомеханизм муфты сцепления, а часть – в гидрораспределитель рулевого управления.

В зависимости от положения золотника гидрораспределителя руля жидкость направляется в одну из полостей гидроцилиндра усилителя руля или на слив через фильтр в гидробак.

В системе предусмотрен предохранительный клапан, с помощью которого регулируется давление в пределах 6–7 МПа.

Давление в системе управления рабочим оборудованием регулируется на 10 МПа с помощью предохранительного клапана, установленного в напорной секции гидрораспределителя.

Рулевое управление автогрейдера тяжелого типа (рис. 7.32) состоит из редуктора рулевого механизма с гидрораспределителем, рулевой колонки, продольной и поперечной тяг, гидроусилителя.

Усилие от рулевого колеса к редуктору передается карданными валами, а усилие от рулевой сошки редуктора к управляемым колесам – продольной и поперечной тягами. В систему гидроусилителя жидкость подается от насоса, установленного на редукторе привода насосов.

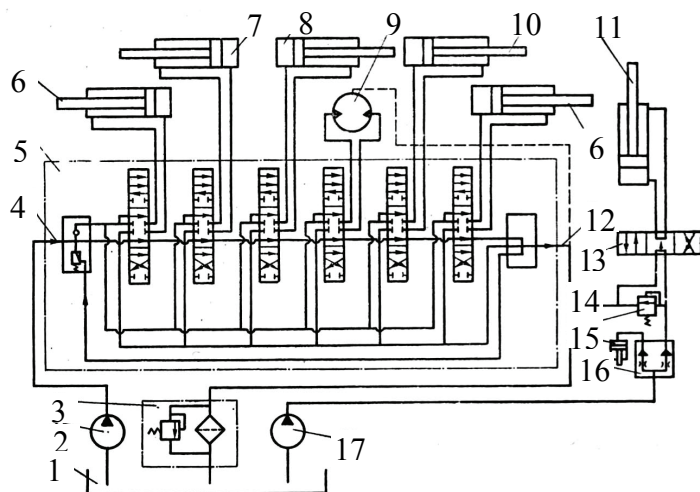


Рис. 7.31. Схема гидросистемы автогрейдера ДЗ-98: 1 – гидробак; 2, 17 – насосы; 3 – фильтр; 4 – гидролиния подачи жидкости в гидрораспределитель; 5 – гидрораспределитель; 6 – гидроцилиндр подъема отвала; 7 – гидроцилиндр выноса тяговой рамы; 8 – гидроцилиндр кирковщика; 9 – гидромотор; 10 – гидроцилиндр выноса отвала; 11 – гидроцилиндр усилителя руля; 12 – гидролиния слива жидкости из гидрораспределителя; 13 – гидрораспределитель рулевого управления; 14 – предохранительный клапан; 15 – сервомеханизм муфты сцепления; 16 – делитель потока

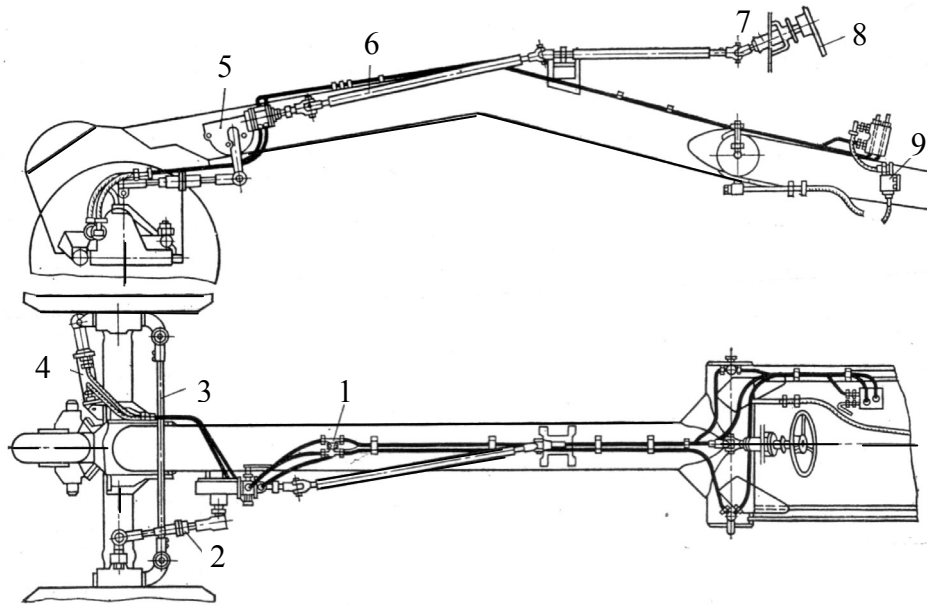


Рис. 7.32. Рулевое управление автогрейдера ДЗ-98: 1 – предохранительный клапан; 2, 3 – продольная и поперечная тяги; 4 – гидроусилитель; 5 – редуктор рулевого управления; 6 – карданный вал; 7 – рулевая колонка; 8 – рулевое колесо; 9 – насос

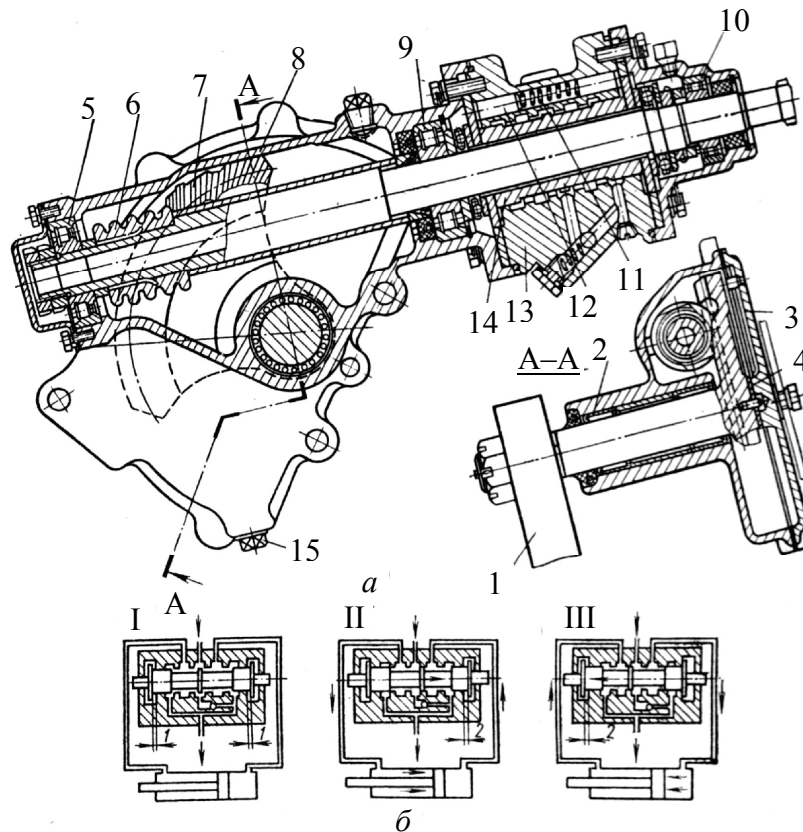


Рис. 7.33. Редуктор рулевого механизма автогрейдера ДЗ-98: *а* – устройство редуктора; *б* – схема работы гидрораспределителя; 1 – сошка; 2, 5, 9, 10 – подшипники; 3 – крышка; 4 – упорная шайба; 6 – червяк; 7 – червячный сектор; 8 – картер; 11 – пружина; 12 – плунжер; 13 – корпус; 14 – золотник; 15 – пробка; I–III – этапы работы

Редуктор рулевого механизма показан на рис. 7.33. Он имеет червячную передачу и гидрораспределитель. При повороте рулевого колеса в начальный момент за счет сил сопротивления все элементы механизма остаются неподвижными, а червяк перемещается вдоль своей оси одновременно с золотником гидрораспределителя. Перемещаясь, золотник перепускает масло от насоса в одну из полостей гидроусилителя и соединяет другую полость со сливом, вызывая перемещение штока и воздействие на управляемые колеса (положение II и III).

Перемещение штока гидроусилителя длится до тех пор, пока не остановится рулевое колесо и золотник под действием реактивных пружин, действующих на плунжер, не установится в нейтральном положении. При прямолинейном движении автогрейдера золотник находится в нейтральном положении (I) и перепускает масло через зазоры в корпусе золотника на слив.

Рулевое колесо (рис. 7.34, *а*) с валом вращается в подшипниках. Конец вала соединен с карданным валом, передающим вращение редуктору рулевого механизма, на выходном валу которого жестко закреплена сошка. Сошка через продольную тягу (рис. 7.32) соединена с поворотным кулаком.

Продольная тяга (рис. 7.34, *б*) соединяет поворотные кронштейны обоих передних колес и позволяет регулировать сходжение передних колес.

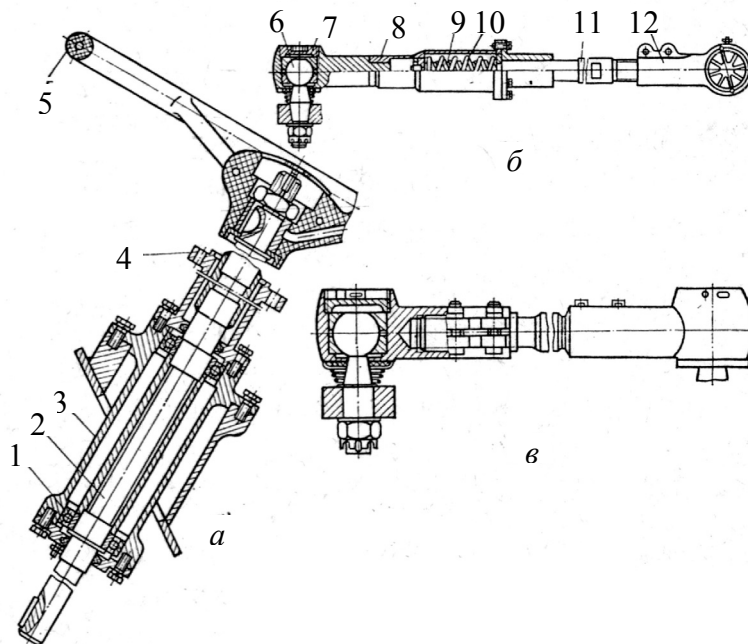


Рис. 7.34. Элементы рулевого управления: *а* – рулевая колонка; *б* – продольная тяга; *в* – поперечная тяга; 1 – подшипник; 2 – вал; 3 – корпус; 4 – кронштейн; 5 – рулевое колесо; 6 – шаровой палец; 7 – гайка; 8, 11 – тяги; 9, 10 – пружины; 12 – правый наконечник



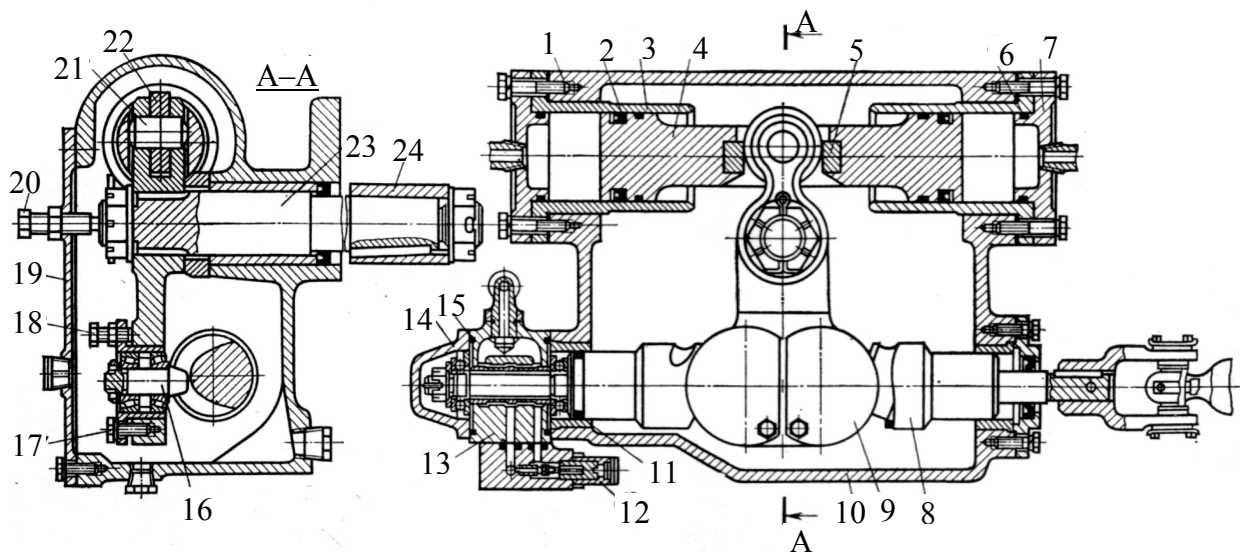


Рис. 7.35. Гидроусилитель рулевого управления: 1 – рулевой механизм; 2 – манжета; 3 – гидроцилиндр; 4 – поршень; 5 – сухарь; 6, 11 – резиновые кольца; 7 – крышка гидроцилиндра; 8 – червяк; 9 – кривошип; 10 – корпус; 12 – предохранительный клапан; 13 – гидрораспределитель; 14 – крышка гидрораспределителя; 15 – уплотнение; 16 – палец; 17, 18 – болты; 19 – крышка гидроусилителя; 20 – упорный винт; 21 – ось; 22 – ролик; 23 – вал; 24 – сошка

Гидроусилитель рулевого управления (рис. 7.35) представляет собой гидроцилиндр, который соединен с поворотным кулаком и балкой моста с помощью шаровых опор.

При повороте рулевого колеса червяк, находясь в зацеплении с пальцами кривошипа, перемещается вместе с золотником гидроусилителя и открывает соответствующий канал.

Под давлением жидкости поршень перемещается, поворачивает кривошип и передает усилие поворота от кривошипа на вал сошки руля, осуществляя поворот колес. Масло из другой полости гидроцилиндра поступает на слив. Кривошип при повороте вокруг оси вала перемещает червяк в противоположную сторону, устанавливая золотник в нейтральное положение. Таким образом, обеспечивается следящее действие рулевого механизма.

От перегрузки системы в гидрораспределитель встроен предохранительный клапан, отрегулированный на давление до 8 МПа.

**Автогрейдер ДЗ-98А** (рис. 7.36) является самоходной землеройно-планировочной машиной, основными рабочими органами которой являются грейдерный отвал и рыхлитель. Он может агрегатироваться с бульдозерным отвалом, плужным снегоочистителем, уширителем, откосником.

В автогрейдер ДЗ-98А в отличие от предыдущей модели ДЗ-98 установлены: новая модернизированная кабина с улучшенной обзорностью, глушитель шума, пневмопривод основных тормозов, выполненных по двухконтурной схеме, аварийный привод тормозов. Внутри кабины автогрейдера может устанавливаться специальное устройство, обеспечивающее безопасность машиниста при опрокидывании машины.

Модификацией автогрейдера ДЗ-98А является модель ДЗ-98-0-2, которая отличается наличием автоматической системы управления отвалом «Профиль-20».

Силовой установкой на автогрейдере является двигатель У1Д6-250ТК-С4.

Автогрейдер имеет три ведущих моста. Передача мощности от двигателя к мостам осуществляется через механическую трансмиссию (рис. 7.37).

Колесные тормоза устанавливаются на задних колесах автогрейдеров. Эти тормоза состоят из двух колодок с прикрепленными к ним фрикционными накладками. Вверху и внизу колодки стянуты пружинами. Тормоз в сборе размещен внутри тормозного барабана, связанного со ступицей, и прикреплен неподвижно к корпусу балансира. Торможение осуществляется за счет раздвигания колодок и прижатия их к барабану с помощью рабочего цилиндра, в который поступает тормозная жидкость при включении педали тормоза.

Механическая трансмиссия состоит из редуктора отбора мощности, муфты сцепления, коробки передач, раздаточного редуктора, карданной передачи привода переднего моста, карданных передач привода мостов.

Редуктор отбора мощности, муфта сцепления, коробка передач, раздаточный редуктор и стояночный тормоз – это единый блок. Смазка трансмиссии комбинированная.

Редуктор отбора мощности предназначен для обеспечения привода компрессора, насосов гидросистемы автогрейдера и соединения вала двигателя с валом муфты сцепления. Муфта сцепления сухая двухдисковая постоянно замкнутая.

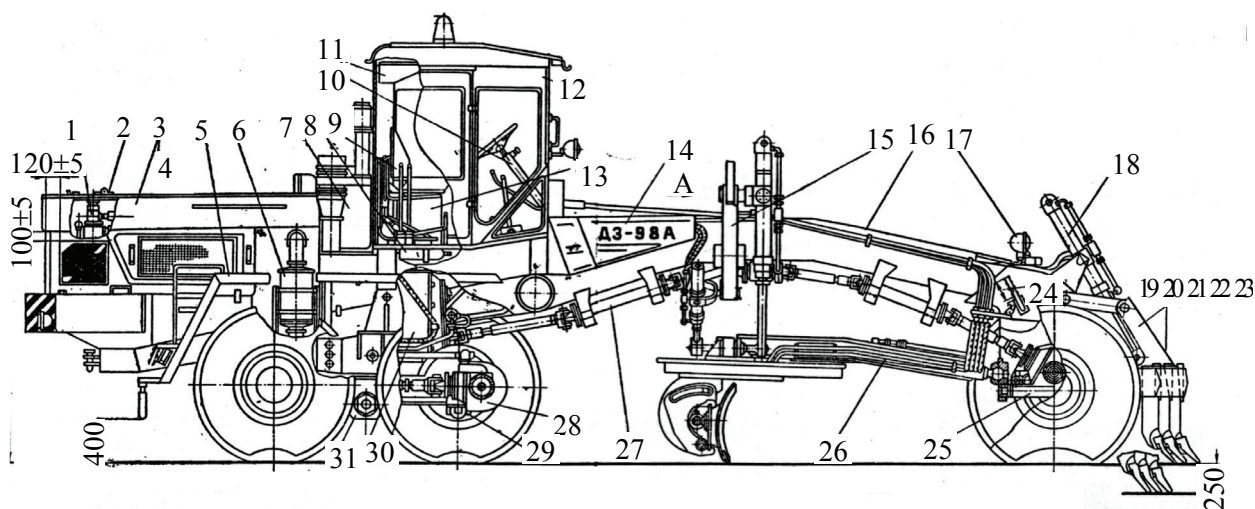


Рис. 7.36. Общий вид автогрейдера ДЗ-98А: 1 – система охлаждения и разогрева двигателя; 2 – капот и облицовка; 3 – чехол радиатора; 4 – чехол капота; 5 – крылья; 6 – система очистки воздуха; 7 – топливная система; 8 – система пневмозапуска; 9 – рабочее место; 10 – рулевое управление с гидроусилителем; 11 – защита оператора при опрокидывании; 12 – кабина; 13 – ящик для инструмента; 14 – кожух; 15 – подвеска тяговой рамы; 16 – рама; 17 – электрооборудование; 18 – гидросистема; 19 – кирковщик; 20 – бульдозерное оборудование; 21 – снегоочиститель; 22 – откосник; 23 – удлинитель; 24 – система смазки двигателя; 25 – передний мост ведущий; 26 – тяговая рама с отвалом; 27 – карданная передача переднего моста; 28 – задний мост ведущий; 29 – карданный вал заднего моста; 30 – трансмиссия; 31 – подвеска задних мостов

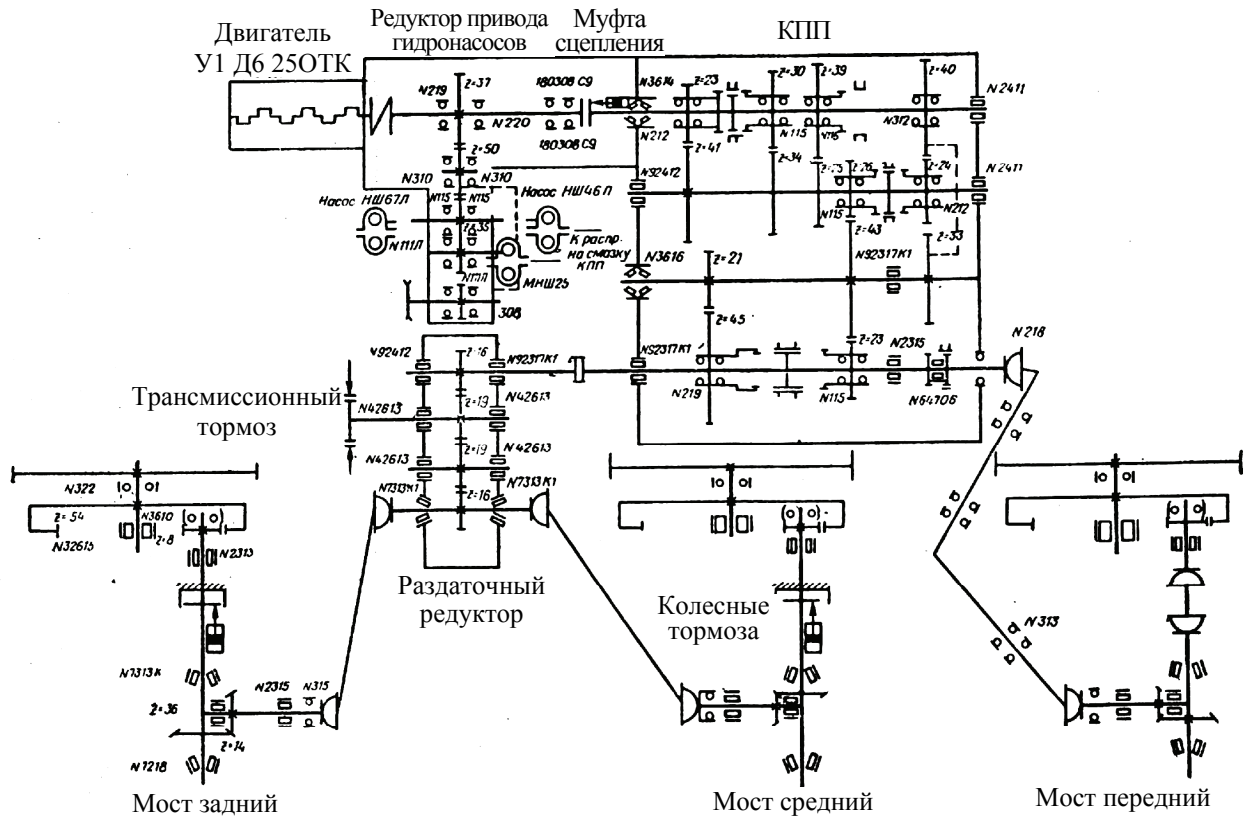


Рис. 7.37. Кинематическая схема автогрейдера ДЗ-98А

Механизм управления сцеплением служит для управления сцеплением через сервомеханизм, а также для привода блокирующего устройства переключения передач коробки передач.

Коробка передач с постоянным зацеплением шестерен, реверсивная, т. е. обеспечивает на любой передаче движение вперед и назад, двухрежимная (рабочий и транспортный режимы), трехскоростная (шесть передач). Механизм управления коробкой передач состоит из механизма включения раздаточного редуктора и механизма включения привода переднего моста.

Раздаточный редуктор крепится в нижней части картера коробки передач и предназначен для передачи крутящего момента к задним мостам автогрейдера. Привод на мосты осуществляется через карданные валы, присоединенные к фланцам раздаточного редуктора и установленные на нижнем валу.

Стояночный тормоз автогрейдера ленточного типа установлен на корпусе раздаточного редуктора. Барабан тормоза смонтирован на валу этого редуктора.

Карданная передача задних мостов передает крутящий момент от раздаточного редуктора к заднему и среднему мостам. Карданная передача привода переднего моста имеет основные и промежуточные валы.

Гидрооборудование автогрейдера предназначено для управления рабочими органами, муфтой сцепления, поворотом машины.

Рулевое управление состоит из рулевого колеса, телескопической рулевой колонки, карданного вала, редуктора, совместно с которым смонтирован гидрораспределитель, продольной и поперечной рулевых тяг и системы гидравлического усилителя руля.

С помощью пневмосистемы автогрейдера обеспечивается привод колесных тормозов, централизованная подкачка шин, работа стеклоочистителей, управление защелкой рычага механизма подвески тяговой рамы.

Колесные тормоза имеют рабочий и аварийный приводы. Управление аварийным тормозом осуществляется с помощью рычага.

Корпус рыхлителя состоит из литой рамы. В окна рамы вставлены пять зубьев со сменными наконечниками. С помощью тяг корпус рыхлителя присоединен к основной раме автогрейдера.

Автогрейдер имеет двухместную цельнометаллическую кабину с круговым остеклением. Кабина закрепляется на специальной площадке и оборудована системой отопления, приточной вентиляцией, освещением. В кабине автогрейдера установлены унифицированные сиденья для водителя и пассажира. Сиденья имеют регулировки: горизонтальную, вертикальную, наклона спинки, а также в зависимости от массы машиниста.

*Автогрейдер ДЗ-99А-1-4* состоит из следующих узлов и механизмов: основной рамы, рабочего органа, силовой установки, трансмиссии, ходовой части, механизмов управления и бульдозерного отвала. Основным рабочим органом является грейдерный отвал, дополнительным – бульдозерный отвал и рыхлитель.

Трансмиссия автогрейдера включает гидромеханическую передачу, задний мост и редукторы-балансиры. Гидромеханическая передача состоит из гидротрансформатора и редуктора с механическим переключением скоростей. Крутящий момент от гидромеханической передачи к заднему мосту передается через карданный вал. Переключение передач переднего и заднего хода внутри каждого диапазона осуществляется фрикционными муфтами. Применение муфт уменьшает время на переключение передач и реверсирование хода машины, что снижает утомляемость оператора, сокращает цикл работы машины и увеличивает производительность.

На валу заднего моста закреплен шкив стояночного тормоза. Стояночный тормоз ленточного типа.

Передний мост представляет собой изогнутую балку коробчатого сечения, которая при помощи оси крепится к основной раме. Передние колеса автогрейдера поворотные.

Основная рама автогрейдера ДЗ-99А-1-4 сварной конструкции состоит из подмоторной рамы и хребтовой балки. На подмоторной раме размещаются силовой агрегат и кабина. К нижней части подмоторной рамы приварены хомуты крепления трансмиссии ходовой части.

Хребтовая балка имеет коробчатое сечение. В ее передней части приварен литой кронштейн, к которому крепится передний мост и тяговая рама. Литой кронштейн используется так же, как переднее буксирное устройство.

В передней части балки приварены два кронштейна, на которых крепится механизм фиксации рычага подвески гидроцилиндров. В средней части хребтовой балки на двух кронштейнах крепится механизм фиксации рычага подвески гидроцилиндров управления грейдерным отвалом.

Рабочий орган автогрейдера – полноповоротный отвал (рис. 7.38). Он снабжен основными и боковыми ножами. Отвал можно устанавливать на различные углы резания, меняя положение гребенок. Относительно тяговой рамы отвал может выдвигаться в правую и левую сторону гидроцилиндром. Шток гидроцилиндра можно крепить за дальнюю и ближнюю шаровые опоры на отвале. Между лапами поворотного круга приварена труба с кронштейнами, на которых устанавливают зубья кирковщика. Для работы кирковщиком поворотный круг необходимо развернуть на  $180^\circ$ . Возможна работа задним ходом.

**Тяговая рама Т-образной формы.** К раме приварены опорные плиты поворотного круга, шаровые цапфы гидроцилиндров подъема и выноса отвала и втулка передней шаровой цапфы тяговой рамы. К раме болтами крепится гидрораспределитель гидроцилиндра выноса отвала. Механизм поворота отвала состоит из червячного редуктора и гидродвигателя. К поворотному кругу болтами крепится зубчатый венец. Болтовое крепление дает возможность изменять положение венца относительно поворотного круга при неравномерном износе зубьев венца.

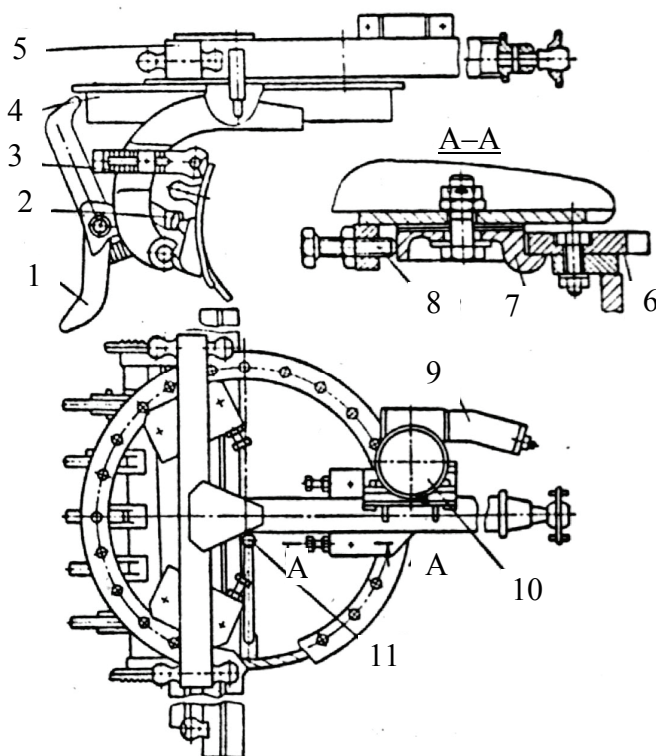


Рис. 7.38. Рабочие органы автогрейдера ДЗ-99А-1-4: 1 – кирковщик; 2 – гидроцилиндр выноса отвала; 3 – гребенка; 4 – поворотный круг; 5 – тяговая рама; 6 – венец поворотного круга; 7 – опорная плита; 8 – болт; 9 – гидродвигатель; 10 – редуктор поворота отвала; 11 – гидрораспределители

Рулевое управление автогрейдеров легкого и среднего типа состоит из рулевого колеса, кардана, рулевого механизма с гидроусилителем и механизма поворота колес.

Дополнительным оборудованием автогрейdera является бульдозерный отвал. Подъем и опускание бульдозерного отвала осуществляется гидроцилиндром.

Гидравлическая система автогрейdera предназначена для управления основным и дополнительным оборудованием, рулевым механизмом и наклоном колес. Она состоит из насосов НШ-46Д, НШ-10Д, гидробака, фильтра, распределительного устройства, гидроцилиндров, гидромотора, гидроусилителя рулевого управления в сборе, смонтированного в одном корпусе с редуктором рулевого управления, реверсивного золотника и предохранительного клапана.

Электрооборудование, установленное на автогрейdere, обеспечивает электрозапуск пускового двигателя из кабины, освещение при работе в ночное время, вентиляцию кабины и сигнализацию. Приборы электрооборудования соединены по однопроводной схеме (исключение составляют звуковой сигнал и контрольные лампы).

**Автогрейдер ДЗ-122А.** Основным рабочим органом автогрейdera является грейдерный отвал, дополнительным – бульдозерный отвал и кирковщик.

Конструкция автогрейdera предусматривает установку плужного снегоочистителя, уширителя отвала, откосников и другого оборудования.

В трансмиссию автогрейdera входят: муфта сцепления, коробка передач, карданные валы, задний мост.

Муфта сцепления двухдисковая, постоянного замкнутого типа, установлена на дизеле. На автогрейдерах ДЗ-122А и ДЗ-143 в зависимости от модификации установлена гидромеханическая коробка передач или механическая. Кинематическая схема у них однотипная.

Задний мост представляет собой балансирную двухосную тележку со всеми ведущими колесами. Передний мост с помощью оси соединен с головкой основной рамы автогрейdera. Такое соединение обеспечивает поперечное качание моста в обе стороны.

Управление рабочими органами гидравлическое. Управление автогрейдером осуществляется гидрообъемным рулевым механизмом.

Тяговая рама сварной конструкции соединена с основной рамой с помощью шкворня и трех гидроцилиндров (два – подъем-опускание отвала и один – выноса тяговой рамы).

Бульдозерный отвал с помощью параллелограммной подвески установлен на раме в передней части автогрейdera. Зубья кирковщика – на осях в специальных гнездах, приваренных к задней стороне бульдозерного отвала.



Гидравлическая система автогрейдера состоит из трех независимых контуров: управления рабочими органами, рулевого управления и системы питания гидротрансформатора. Гидросистема автогрейдеров с жесткой рамой отличается от гидросистемы автогрейдеров с шарнирно сочлененной рамой применяемыми распределителями: три трехсекционных распределителя типа Р-75 – на машинах с жесткой рамой, десятисекционный распределитель – на машинах с шарнирно сочлененной рамой.

Управление «складыванием» шарнирно сочлененной рамы также гидравлическое. Колеса заднего моста оборудованы тормозами с двухконтурным гидравлическим приводом (привод на каждую пару колес).

Основная рама автогрейдера сварной конструкции состоит из подмоторной рамы, хребтовой балки, головки. На хребтовой балке рамы имеется поворотный хомут с системой рычагов для установки гидроцилиндров подъема-опускания отвала и выноса тяговой рамы.

**Автогрейдер ДЗ-143** (рис. 7.39) состоит из основных узлов и систем, которыми оснащаются современные автогрейдеры.

Так как на автогрейдере могут быть установлены различные двигатели, коробки передач и автоматические системы, он выпускается в следующих модификациях:

ДЗ-143 – (базовая модель) с двигателем А-01М и гидромеханической трансмиссией;

ДЗ-143-1 – с двигателем А-01М и механической трансмиссией;

ДЗ-143-2 – с двигателем А-01М, механической трансмиссией и системой автоматики «Профиль-30»;

ДЗ-143-3 – с двигателем А-01М, гидромеханической трансмиссией и системой автоматики «Профиль-30-2»;

ДЗ-143-4 – с двигателем А-01МС и гидромеханической трансмиссией;

ДЗ-143-5 – с двигателем А-01МС и механической трансмиссией;

ДЗ-143-6 – с двигателем А-01МС, механической трансмиссией и системой автоматики «Профиль-30»;

ДЗ-143-7 – с двигателем А-01МС, гидромеханической трансмиссией и системой автоматики «Профиль-30».

В силовую передачу входят: муфта сцепления, коробка передач, задний мост и карданные валы. Муфта сцепления двухдисковая, постоянно замкнутого типа, установлена на двигателе.

На соответствующих модификациях автогрейдеров устанавливают гидромеханическую коробку передач (рис. 7.40), имеющую четыре передачи вперед и две назад или механическую коробку передач (рис. 7.41) с шестью передачами вперед и двумя назад.



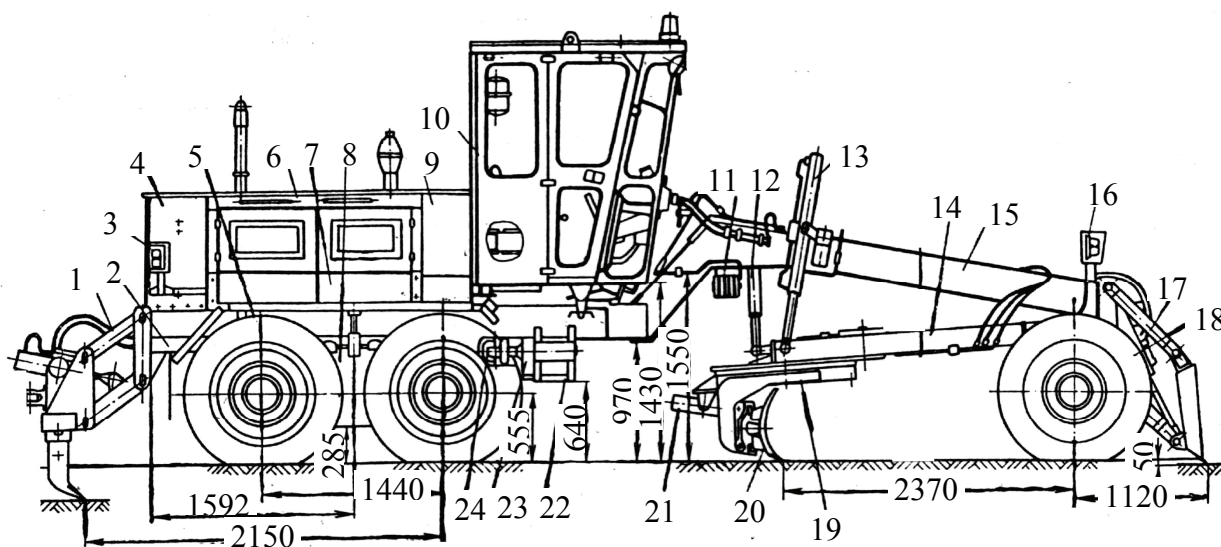


Рис. 7.39. Общий вид автогрейдера ДЗ-143: 1 – рыхлитель-кирковщик; 2 – подмоторная рама; 3, 16 – кронштейны фар; 4 – гидробак; 5 – крыло; 6 – капот; 7 – аккумуляторный ящик; 8 – задний мост; 9 – топливный бак; 10 – кабина; 11 – механизм фиксации рычага; 12 – гидроцилиндр выноса тяговой рамы; 13 – гидроцилиндр подъема отвала; 14 – тяговая рама; 15 – хребтовая балка; 17 – бульдозерное оборудование; 18 – передний мост; 19 – поворотный круг; 20 – грейдерный отвал; 21 – гидроцилиндр изменения угла резания отвала; 22 – подножка; 23 – коробка передач; 24 – карданный вал

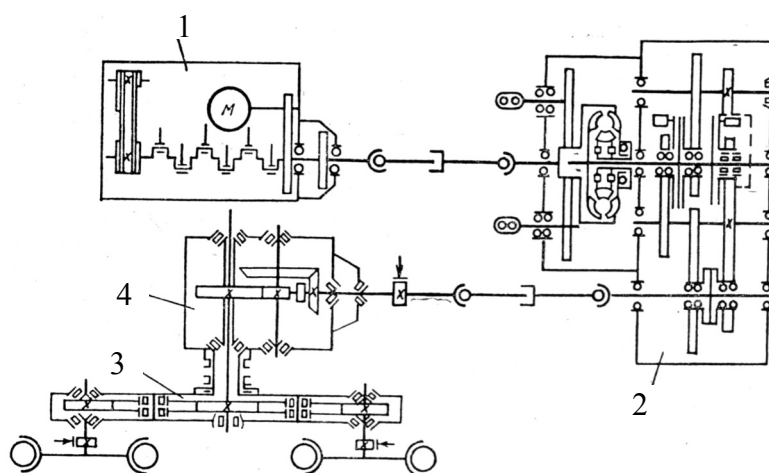


Рис. 7.40. Кинематическая схема автогрейдера ДЗ-143 с гидромеханической трансмиссией: 1 – двигатель А-01М; 2 – гидромеханическая коробка передач; 3 – баланси́р; 4 – главная передача

Рулевое управление состоит из гидроруля и привода к нему. Передние колеса поворачиваются гидроцилиндрами.

Колеса заднего моста оборудованы колодочными тормозами. В системе управления тормозами имеется гидроусилитель.

Гидросистема автогрейдера состоит из гидробака, выполненного из двух баков, связанных между собой рукавом низкого давления, насосов, гидроцилиндров, гидромотора, гидроруля в сборе с предохранительным клапаном, гидроусилителя тормозов, распределителя, механизма фиксации, гидрозамков, фильтра, гидравлического шарнира, замедлительных клапанов и трубопроводов.

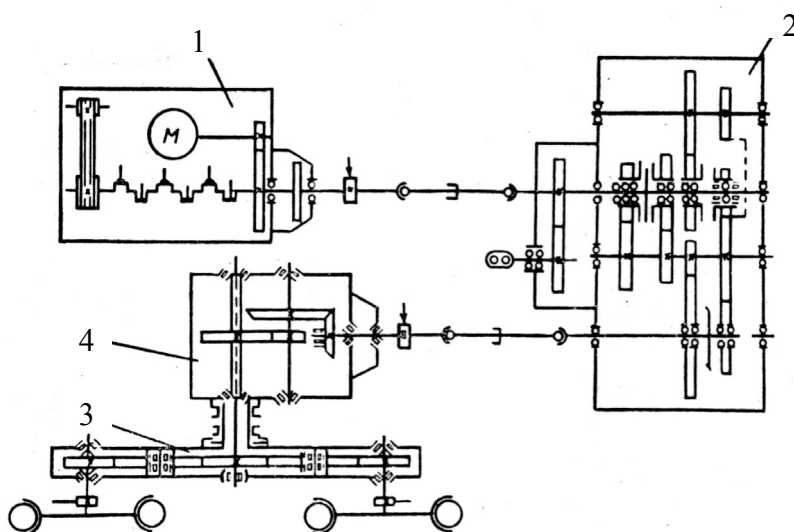


Рис. 7.41. Кинематическая схема автогрейдера ДЗ-143 с механической трансмиссией: 1 – двигатель А-01М; 2 – механическая коробка передач; 3 – баланси́р; 4 – главная передача

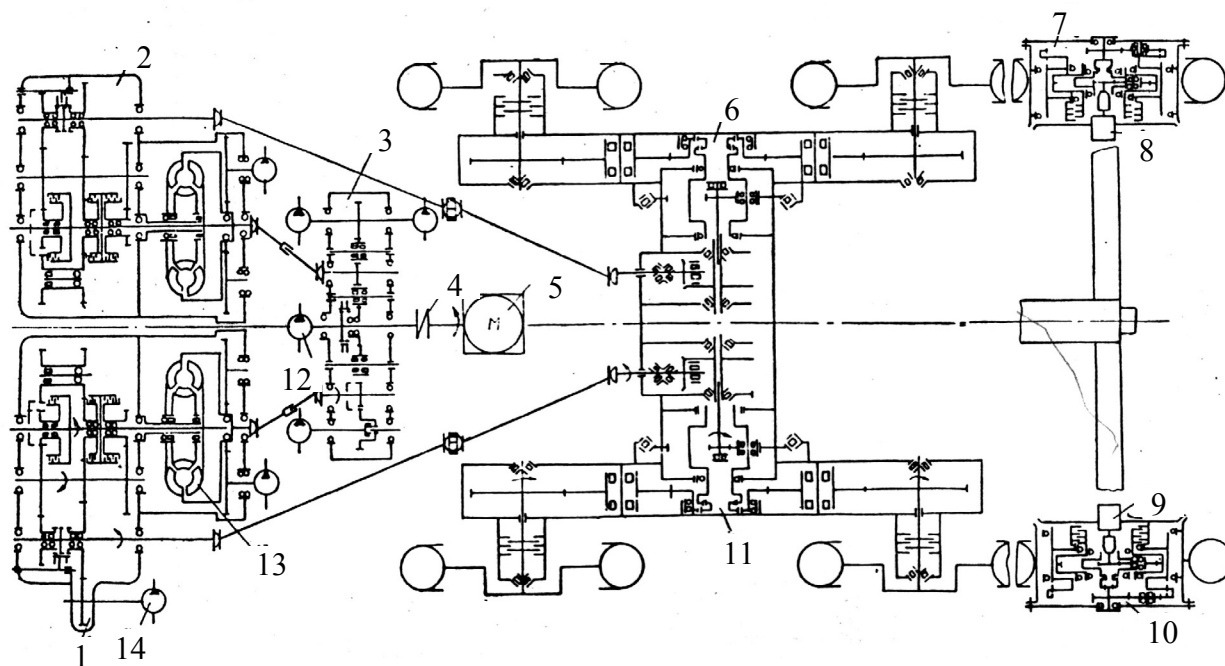


Рис. 7.42. Кинематическая схема автогрейдеров ДЗ-140 и ДЗ-140-1: 1, 2 – коробка передач; 3 – редуктор отбора мощности; 4 – соединительная муфта; 5 – двигатель; 6, 11 – баланси́рная тележка; 7, 10 – мотор-колесо; 8, 9 – гидромоторы; 12 – насос рабочего оборудования; 13 – гидротрансформатор; 14 – аварийный насос руля

**Автогрейдер ДЗ-140** представляет собой самоходную колесную машину со всеми ведущими колесами традиционной компоновки. Он состоит из силовой установки, задней баланси́рной тележки с гидромеханическим приводом, переднего ведущего моста с гидрообъемным приводом, рабочего оборудования, кабины, органов управления, облицовки, гидравлической и пневматической систем и электрооборудования.

Кинематическая схема автогрейдеров приведена на рис. 7.42.

Автогрейдер ДЗ-140 оснащается системой автоматического управления отвалом «Профиль-20», его модификацией является автогрейдер модели ДЗ-140-1, оснащенный системой автоматического управления рабочим органом «Профиль-30». Эта машина обеспечивает высокую точность выполнения планировочных работ, кроме того, система автоматического управления облегчает работу машиниста.

На автогрейдерах ДЗ-140 и ДЗ-140-1 применена гидромеханическая трансмиссия с независимым приводом бортовых передач от редуктора отбора мощности через две коробки передач.

Гидрообъемный привод переднего моста включается на первой передаче переднего хода.

Основная рама шарнирно сочлененная.

Управление рабочими движениями автогрейдера осуществляется гидравлической системой, которая обеспечивает управление коробкой передач, реверсом и рабочими органами (подъем и опускание, поворот отвала, вынос тяговой рамы). Рулевое управление – гидравлическое со следящей системой. Управление включением переднего моста электропневматическое, а переключением передач и тормозами – пневматическое.

### **Контрольные вопросы**

1. По каким параметрам классифицируют автогрейдеры?
2. Что такое колесная формула автогрейдеров?
3. Из каких основных частей состоят автогрейдеры?
4. В чем отличие автогрейдеров с отдельными ведущими мостами и бортовыми редукторами?
5. Объясните назначение и принцип работы демпфирующих устройств сцеплений автогрейдеров.
6. Объясните принцип работы муфты сцепления автогрейдера.
7. Какое устройство применяют в автогрейдерах для облегчения включения муфты сцепления? Принцип его работы.
8. Основные типы коробок передач, устанавливаемых на автогрейдерах.
9. Преимущества и недостатки гидромеханических передач.
10. Перечислите основные детали коробок передач и охарактеризуйте их назначение.
11. Объясните принцип работы гидротрансформатора.
12. Назначение карданной передачи.
13. Назначение ведущих мостов автогрейдера.
14. Назовите основные узлы заднего ведущего моста автогрейдера ДЗ-98.
15. Какие узлы относятся к рабочему оборудованию автогрейдеров?
16. Какие бывают тормозные приводы у автогрейдеров?
17. Назовите типы стояночных тормозов автогрейдеров.
18. Объясните принцип работы разгрузочного устройства компрессора автогрейдера.
19. Объясните принцип работы тормозного крана пневмосистемы автогрейдера.
20. Назовите основные узлы рулевого управления автогрейдеров тяжелого типа.
21. Назовите особенности компоновки гидромеханической трансмиссии и привода передних колес автогрейдера ДЗ-140.

## 7.2. Плужные снегоочистители

Плужные снегоочистители применяют для очистки от снега аэродромов и автомобильных дорог при толщине снежного покрова до 0,4 м и плотности до  $350 \text{ кг/м}^3$ , а также для пробивки снежных завалов значительной высоты и плотности.

По типу рабочего органа плужные снегоочистители разделяют на одноотвальные и двухотвальные. Одноотвальные снегоочистители снабжают дополнительно одним боковым крылом и используют для патрульной очистки аэродромных покрытий. Двухотвальные снегоочистители устанавливают на пневмоколесных или гусеничных тягачах. Для увеличения ширины очищаемой полосы их снабжают двумя боковыми крыльями и используют для расчистки снежных завалов из плотного снега при толщине покрова, превышающего 1 м.

Плужные снегоочистители, сдвигающие снег, работают со скоростью, не превышающей 20 км/ч. Машины, отбрасывающие снег в сторону, имеют рабочую скорость свыше 25 км/ч.

Технические характеристики плужных снегоочистителей приведены в табл. 7.2, схемы установки рабочих органов – на рис. 7.43.

Передний отвал одноотвального снегоочистителя ДЭ-209С снабжен противоаварийным устройством, предохраняющим рабочий орган и автомобиль от поломок при встрече с непреодолимым препятствием. Боковое крыло расположено с правой стороны автомобиля у задней части кузова. Передний отвал и боковое крыло устанавливаются в рабочее и транспортное положение гидроцилиндрами.

Неповоротный передний отвал монтируется на трехопорной, состоящей из пяти рычагов, параллелограммной подвеске. Опорами отвала являются две лыжи, расположенные по наружным краям отвала, и ролик под центральной частью отвала. Над отвалом по всей его длине закреплен специальный козырек, предотвращающий попадание снега на стекло кабины водителя.

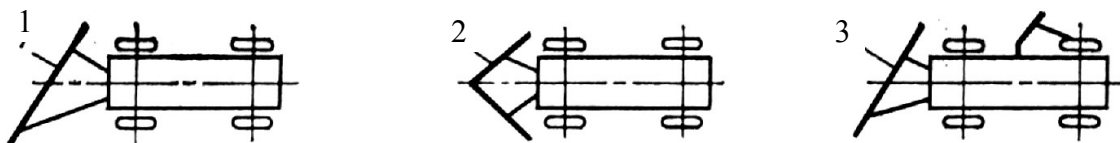


Рис. 7.43. Схемы установки рабочих органов плужных снегоочистителей:  
1 – одноотвальная; 2 – двухотвальная; 3 – одноотвальная с боковым крылом

Таблица 7.2

## Технические характеристики плужных снегоочистителей

Наименование показателей	Модель снегоочистителя				
	ДЭ-209С	ДЭ-214	ДЭ-217	ДЭ-218С	КО-713-01
Базовое шасси	ЗИЛ-131	К-700 А	Урал-375 Е	МАЗ-503 Б	ЗИП-431412 ЗИЛ-431812
Тип оборудования	П л у г	о т в а л ь н ы й	с п р а в ы м	к р ы л о м	Одноотвальный
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	96 (130)	162 (220)	129 (175)	133 (180)	110 (150)
Ширина захвата по ножам, мм:					
без бокового крыла	2600	3500	3000	3000	2500
с боковым крылом	3700	4600	4000	4000	–
Наибольшая высота разрабатываемого слоя снега, мм	300	1200	500	500	200
Угол захвата ножей переднего отвала, град	60	60	60–70	60–70	70
Дальность отбрасывания снега, м	8–10	–	10	10	–
Скорость движения, м/с:					
рабочая	12,5	До 2,78	13,9	13,9	5,6
транспортная	16,7	9,05	19,4	19,4	9,8
Габариты машины, мм:					
длина	10400	10000	10000	8650	8600
ширина без крыла	2950	3500	3500	3250	3000
ширина с крылом	4270	4400	4600	4600	4600
высота	2555	3580	2680	2500	2970
Масса снегоочистителя, кг	7810	13850	9900	8250	6050

Двухотвальный снегоочиститель ДЭ-217 смонтирован на базе автомобиля повышенной проходимости Урал-375Е и предназначен для скоростной очистки покрытий от свежеснегавпавшего снега. У него параллелограммная подвеска и боковое крыло управляются гидроцилиндрами.

**Расчет плужных снегоочистителей** включает [10, 12]: определение рациональных и геометрических параметров процесса взаимодействия рабочего органа со снегом, нагрузок на оси колесной машины, балансирную подвеску автогрейдеров или гусеничное ходовое оборудование, баланса мощности и производительности; тягово-динамические расчеты: расчеты продольной и поперечной устойчивости, и др. Для выбора рациональных параметров, режимов работы плужных снегоочистителей и базовой машины необходимо определить величину и точку приложения продольной и боковой горизонтальных сил, действующих на отвал при разработке снега.

Суммарное сопротивление снега и передвижения базовой машины, возникающее при работе снегоочистителя сдвигающего действия, определяется по формуле

$$W = W_p + W_{пр} + W_{ин} + W_{под} + W_{пер} + W_{тр} + W_m, \quad (7.1)$$

где  $W_p$ ,  $W_{пр}$ ,  $W_{ин}$ ,  $W_{под}$ ,  $W_{пер}$ ,  $W_{тр}$ ,  $W_m$  – сопротивление снега соответственно резанию, трению призмы волочения, инерционное, подъему стружки по отвалу, перемещению призмы вдоль отвала, перемещению отвала по заснеженной поверхности в плавающем положении, движению базовой машины, Н.

Сопротивление снега резанию  $W_p$ , Н, направлено вдоль оси движения машины и приложено к середине отвала:

$$W_p = KBh, \quad (7.2)$$

где  $K$  – удельное сопротивление резания снега отвалом, Н/м<sup>2</sup>;  $B$  – ширина резания снега отвалом, м;  $h$  – толщина снежного покрова, м.

Сила сопротивления, возникающая в результате трения призмы волочения о поверхность снежного массива перед отвалом, приложена к центру масс призмы волочения. В проекции на ось движения машины

$$W_{пр} = B^2gh\rho_{сн} \operatorname{tg} \rho \cos \delta \operatorname{tg} (\varphi + \delta) / (2 \sin \varphi), \quad (7.3)$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $\rho_{сн}$  – плотность снега в естественном состоянии, кг/м<sup>3</sup>;  $\rho$  – угол внутреннего трения, град;  $\delta$  – угол внешнего трения, град;  $\varphi$  – угол установки отвала, град.

Инерционное сопротивление снега, возникающее при переходе его от состояния покоя в массиве к движению с абсолютной скоростью в призме волочения, необходимо учитывать для снегоочистителей, имеющих высокую рабочую скорость  $V > 1,5-2$  м/с. Проекция нормальной составляющей инерционного сопротивления на ось движения машины с учетом скорости соскальзывания снега с отвала в боковой валик определяется по формуле

$$W_{\text{ин}} = Bh\rho_{\text{сн}} V_{\text{м}}^2 \sin^2 \varphi / (2g), \quad (7.4)$$

где  $V_{\text{м}}$  – скорость машины, м/с.

Сопротивление подъему стружки в проекции на горизонтальную ось движения машины

$$W_{\text{под}} = 0,5 \{ Bh\rho_{\text{сн}} V_{\text{м}}^2 \sin^2 \varphi / 2 + B2h\rho_{\text{сн}} g \operatorname{tg} \rho \cos^2 \delta / [2 \cos (\varphi + \delta)] \} \sin 2\alpha (\operatorname{tg} \delta + \operatorname{tg} \rho), \quad (7.5)$$

где  $\alpha$  – угол резания снега, град.

Сопротивление перемещению призмы вдоль отвала  $W_{\text{пер}}$ , Н, в проекции на ось движения машины

$$W_{\text{пер}} = \{ Bh\rho_{\text{сн}} V_{\text{м}}^2 \sin \varphi / 2 + B^2 h\rho_{\text{сн}} g \operatorname{tg} \rho / [2 \sin \varphi \cos (\varphi + \delta)] \} (\operatorname{tg} \delta \cos \varphi). \quad (7.6)$$

Сопротивление  $W_{\text{тр}}$ , Н, перемещению отвала по заснеженной поверхности при установке его в плавающее положение

$$W_{\text{тр}} = G_{\text{от}} \operatorname{tg} \delta, \quad (7.7)$$

где  $G_{\text{от}}$  – сила веса отвала, Н.

При использовании опорных колес отвала коэффициент трения заменяют коэффициентом качения опорных колес.

Сопротивление движению базовой машины  $W_{\text{м}}$ , Н, определяют для рабочего режима по формуле

$$W_{\text{м}} = (G_{\text{м}} + G_{\text{от}})(f_{\text{к}} + i + \delta_{\text{вр}} j) / g, \quad (7.8)$$

где  $G_{\text{м}}$  – сила веса снегоочистителя, Н;  $f_{\text{к}}$  – коэффициент сопротивления движению базовой машины;  $i$  – уклон покрытия;  $\delta_{\text{вр}}$  – коэффициент учета вращающихся масс;  $j$  – ускорение машины (при движении на низших передачах  $j = 1,7-2$  м/с<sup>2</sup>),

$$\delta_{\text{вр}} = 1 + 0,05 (1 + i_n^2), \quad (7.9)$$

где  $i_n$  – передаточное число трансмиссии.



### Контрольные вопросы

1. Назовите основные признаки и дайте классификацию плужных снегоочистителей.
2. В чем заключаются различия рабочего процесса плужных снегоочистителей сдвигающего и отбрасывающего действия?
3. Почему при работе плужных снегоочистителей возникает разворачивающий момент?
4. Как определить сопротивление перемещению призмы волочения отвалом снегоочистителя?

### 7.3. Плужно-щеточные снегоочистители

Плужно-щеточные снегоочистители применяют при снегоочистке аэродромных и дорожных покрытий. В летнее время такие машины используют как поливочно-моечные. Во время работы основная масса снега сдвигается в сторону отвала, а оставшийся после отвала снег толщиной 10–20 мм сметается щеткой.

Основные технические характеристики плужно-щеточных снегоочистителей приведены в табл. 7.3.

Работа плужно-щеточных снегоочистителей на аэродромах начинается с момента начала снегопада и заканчивается по завершении уборки снега.

На взлетно-посадочных полосах снег очищают одновременно до 7–8 машин, следующих одна за другой на расстоянии 15–20 м в одном направлении.

Комбинированная машина КО-713 с плужно-щеточным и поливочно-моечным оборудованием показана на рис. 7.44. Основные технические данные снегоочистителя КО-713 приведены в табл. 7.3.

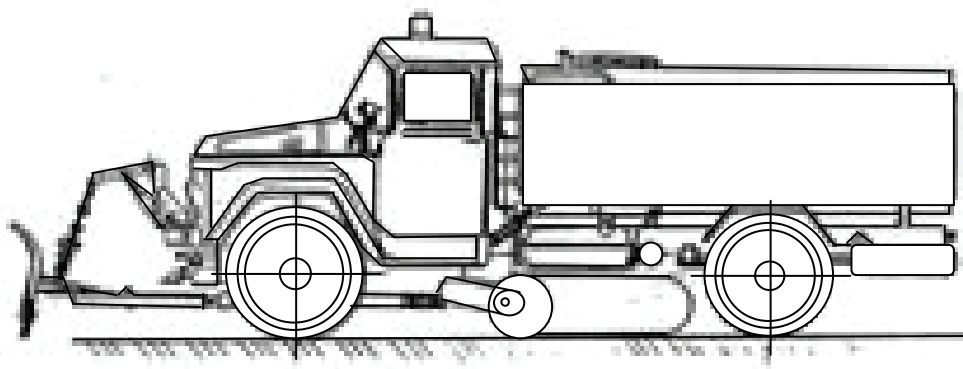


Рис. 7.44. Комбинированная машина КО-713 с плужно-щеточным и поливочно-моечным оборудованием

Плужное оборудование (рис. 7.45) состоит из отвала, сцепной рамы, толкающих штанг, толкающей рамы, механизма подъема отвала и гидравлической системы.

Толкающая рама крепится к лонжеронам автомобиля и через штанги, сцепную раму, тяговое усилие передается на отвал. Каждая из трубчатых штанг является телескопическим соединением двух труб, между которыми помещена амортизирующая пружина. Подвеска толкающих штанг к передней балке автомобиля выполнена скользящей. Штанга со сцепной рамой соединяется шарнирно.

Таблица 7.3

## Основные технические данные плужно-щеточного снегоочистителя КО-713

Показатель	Величина
Модель шасси	ЗИЛ-431412 или ЗИЛ-431812
Номинальная мощность двигателя, кВт (л. с.)	110 (150)
Ширина рабочей зоны, м:	
отвала	2,5
щетки	2,3
щетки с зачистными плужками	2,5
Высота (максимальная) убираемого слоя свежеснеговывающего, сухого, рыхлого снега плотностью 70–120 кг/м <sup>3</sup> , м, не более	0,2
Рабочая скорость машины, м/с (км/ч), не более	5,6 (20)
Транспортная скорость с навешенным отвалом, м/с (км/ч), не более	9,8 (35)
Техническая производительность (максимальная), м <sup>2</sup> /ч:	
отвалом	50·10 <sup>3</sup>
щеткой	46·10 <sup>3</sup>
щеткой с зачистными плужками	50·10 <sup>3</sup>
Габаритные размеры, м, не более:	
длина	8,6
ширина	3,0
высота	2,97
Масса, кг, не более	5810

Отвал представляет собой стальной лист, усиленный профилями, к листу приварены пружины для соединения со сцепной рамой. К отвалу крепится резиновый лемех. Отвал поворачивается вправо и влево на 30° цилиндрами поворота.

Механизм подъема отвала состоит из рамы, которая крепится на раме автомобиля, гидроцилиндра, стрелы и подвески. В транспортном положении отвал фиксируется упором, расположенным на стреле.

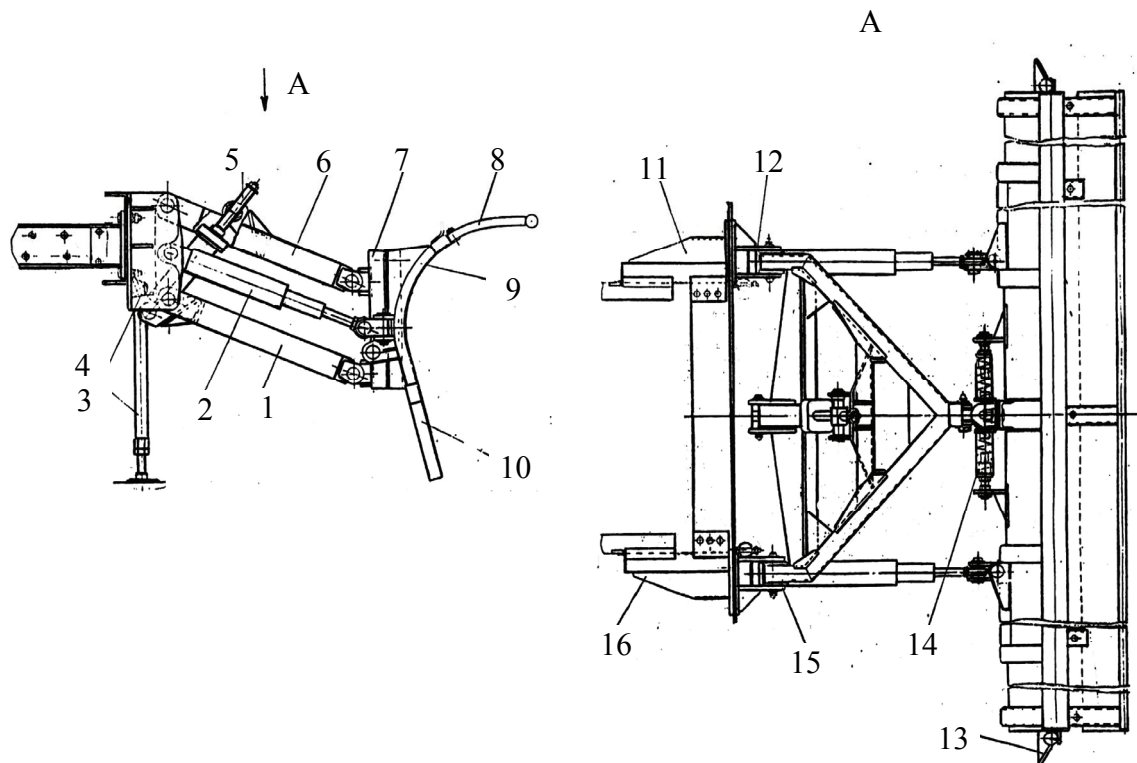


Рис. 7.45. Отвал машины КО-713: 1, 6 – рамы; 2 – цилиндр поворота; 3 – стойка; 4 – амортизатор; 5 – цилиндр подъема; 7 – кронштейн; 8 – козырек; 9 – отвал; 10 – резиновый лемех; 11, 16 – удлинители; 12, 15 – опоры; 13 – отбойник; 14 – пружина

Щеточное оборудование состоит из рамы, цепной передачи с натяжным устройством цепи, цилиндрической щетки, механизма подъема щетки, конического редуктора, гидравлической системы привода подъема щетки, зачистных плужков.

Рама щетки представляет собой трубу с приваренными к ней фланцами, хомутом и кронштейном. При помощи хомута рама щетки шарнирно соединяется с коническим редуктором. Кронштейн служит для присоединения рамы к механизму подъема щетки.

Цилиндрическая щетка состоит из трубы с приваренными по концам фланцами, ворса, уложенного в желоб и прижатого к нему канатом. Концы каната закреплены к фланцам планками. Цилиндрическая щетка своими фланцами присоединяется к фланцам наконечников болтовым соединением.

Механизм подъема щетки служит для перевода щетки из рабочего положения в транспортное и состоит из кронштейнов, закрепленных на правом лонжероне автомобиля, гидроцилиндра, коромысла и подвески.

Плужки зачистные служат для обеспечения зачистки убираемой полосы от снега по краям щетки, а также уменьшения деформации ворса щетки при опускании ее в рабочее положение. Вылет лемехов плужков при установке должен обеспечивать смятие ворса на 5–10 мм, при этом пятно контакта щетки должно быть 100–120 мм.

Крутящий момент от раздаточной коробки передается через карданную передачу, конический редуктор и цепную передачу, ведомая звездочка которой установлена на одном из наконечников, соединенных со щеткой.

К фланцам рамы щетки крепятся щеки, на свободных концах которых приварены корпуса подшипников для установки наконечников щетки.

Плужные снегоочистители, сдвигающие снег по ширине захвата в боковой снежный вал, используют при расчистке покрытий после снегопада. Для патрульной очистки ИВПП, дорог и подъездных путей во время снегопада от свежесвыпавшего снега применяют плужно-щеточные снегоочистители, а также скоростные плужные снегоочистители, отбрасывающие снег в сторону на расстояние до 10–15 м. Плужные снегоочистители сдвигающего действия обеспечивают разработку снега толщиной 0,3–0,4 м со скоростью до 2–3 м/с. Плужно-щеточные снегоочистители разрабатывают свежесвыпавший снег толщиной 0,2–0,4 м со скоростью 2,5–5,5 м/с.

Фирма SCHMIDT разработала компактную подметальную машину модели CJS, предназначенную для быстрой очистки от свежесвыпавшего снега на ВПП и бетонных покрытиях аэродрома. Техническая характеристика машины приведена в табл. 7.4.

Таблица 7.4

Техническая характеристика подметальной машины  
с воздуходувкой модели CJS

Показатели	Значение
Ширина уборки отвалом, м	От 4,07 до 4,75
Длина щетки, м	3,08; 4,2
Ширина подметания при угле установки 36°, м	3,06; 3,4
Диаметр щетки, мм	680
Тип щетки	Модульная
Материал ворса	Полипропилен, сталь
Дополнительный двигатель мощностью, кВт	240
Рабочая скорость, км/ч	До 40
Производительность воздуходувки, м³/мин	530

За счет интегрирования в одном блоке снегоочистителя, подметающего устройства и воздуходувки фирма изготовила маневренную и высокопроизводительную машину. В ней применяются многосекционный подпружиненный снегоочиститель, щетка, расположенная между передней и задней осями, с регулировкой угла установки. Подвод воздуха через сопла – на уровне покрытия. В транспортном положении сопла поднимаются, не выступая за контуры транспортного средства.

Управление всеми системами осуществляется с пульта управления, находящегося в кабине водителя. Положение щетки и воздуходувных сопел постоянно воспроизводится на экране дисплея.

Самоходная щеточно-продувочная машина с уникальным отвалом модели PSB 5500H (рис. 7.46) занимает лидирующее положение среди снегоуборочных машин фирмы VAMMAS для аэродромных покрытий. Ширина уборки составляет 5,5 м, что позволяет эффективно, быстро и безопасно произвести работы по уборке снега на обычно переполненных техникой ВПП. В этом случае потребуется меньшее количество снегоуборочных машин и управление наземным движением техники будет облегчено. Благодаря двойному рулевому управлению отвал, щетка и продувка проследуют строго друг за другом даже при различных радиусах поворота. В дополнение к обычному рулевому управлению передними колесами задние колеса агрегата также имеют управление с помощью гидравлики, которая на низких скоростях разворачивает задние колеса на тот же угол, на который повернуты передние. По мере увеличения скорости этот угол поворота уменьшается, и уже на высоких скоростях механизм поворота полностью блокируется. Эта мера гарантирует лучшее управление агрегатом. В целом управление машиной PSB 5500H мало отличается от управления обычным грузовым автомобилем.

Щетка агрегата ограждена для устранения неуправляемых воздушных потоков. Регулируемые козырьки корпуса щетки уменьшают зазор между корпусом и щеткой по программе регулирования в соответствии со степенью износа щетки. Одновременно с этим щеточные рояльные колеса опускают ниже саму щетку. Перемещение щетки позволяет поддерживать нужный контакт с поверхностью, следуя за ее неровностями.

Передний отвал агрегата имеет рабочую ширину 6,4 метра с углом резания ножей  $40^\circ$ . Имеющейся отвал может быть либо сплошным, либо складным. Складной отвал имеет ширину транспортировки 4,2 м. На обеих разновидностях отвалов можно устанавливать различные ножи: от стальных до пластиковых эластичных различного типа. Эффективность очистки неровных поверхностей обеспечивается разделением ножа на несколько отдельных подпружиненных сегментов. Крыло легко демонтируется с подъемно-поворотного механизма, и ширина машины в этом случае будет всего 2,5 м.

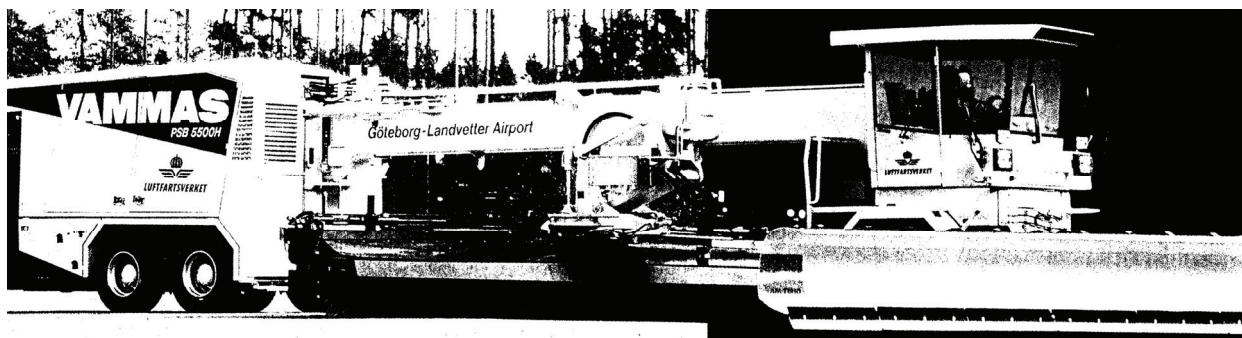


Рис. 7.46. Самоходная щеточно-продувочная машина с уникальным отвалом модели PSB 5500H

Устройство для продувки воздухом расположено за задними колесами, чтобы иметь безукоризненный результат очистки. Каналы продувки имеют гибкие фартуки для управления эффективностью воздушного потока и направления его ближе к убираемой поверхности. Продувочное устройство оборудовано своими собственными рояльными колесами и поднимается при транспортировке.

Благодаря мощному агрегату двигателя (около 600 кВт) рабочая скорость уборки может достигать 60 км/ч.

Компания AEROSPASE Республики Беларусь выпускает плужно-щеточные снегоочистители на базе шасси автомобиля «Урал-4320» и трактора К-701 для комплексной очистки аэродромных покрытий, подъездных путей и магистралей. В табл. 7.5 приведена техническая характеристика этих снегоочистителей.

Таблица 7.5

Технические характеристики плужно-щеточных снегоочистителей  
компании AEROSPASE

Показатели	Значение	
	Урал-4320	К-701 «Кировец»
Базовое шасси	Урал-4320	К-701 «Кировец»
Ширина захвата отвала, мм	3500	3500
Высота отвала, мм	1300	1200
Диаметр щеточного ротора, мм	800–900	800–900
Частота вращения щеточного ротора, мин <sup>-1</sup>	0–700	0–700
Максимальная толщина слоя снега, мм,	До 300	400
Двигатель	ЯМЗ-236	ЯМЗ-240НБ
Мощность двигателя, л. с.	2×180	300
Дополнительная комплектация фрезерно-роторного рабочего органа с двигателем ЯМЗ-238:		
шнекороторный рабочий орган	Тип ДЭ-210	—
максимальная толщина снега, мм	1300	—
максимальная ширина очищенной полосы, мм	2650	—
высота погрузки, мм	2520	—
дальность отбрасывания снега, м	15–25	—
производительность техническая, т/ч	600	—

Отвал и щетка разворачиваются вправо и влево в зависимости от направления очистки. Сзади установлен щеточный ротор типа машины ДЭ-235 с гидроприводом. При необходимости производят снятие отвала с базового шасси «Урал-4320» и устанавливают входящий в комплект машины шнекороторный рабочий орган. Привод вращения рабочего органа – от гидромотора, получающего питание от насоса, установленного на дополнительном двигателе.

### Контрольные вопросы

1. Назовите основные узлы плужно-щеточного снегоочистителя.
2. Объясните необходимость установки щетки на плужные снегоочистители при очистке ВПП от снега.

## 7.4. Роторные снегоочистители

Роторные снегоочистители предназначены для очистки аэродромов, автомобильных дорог от снежных заносов, а также для удаления снежных валов, образованных другими снегоуборочными машинами.

Главными параметрами роторных снегоочистителей являются: производительность, по которой их разделяют на легкие (производительность до 200 т/ч), средние (до 1000 т/ч) и тяжелые (более 1000 т/ч); ширина захвата (от 2 до 3,2 м); толщина разрабатываемого снежного покрова (до 1,5–2 м); рабочая скорость (0,3–5 км/ч); дальность отбрасывания снега (аэродромных снегоочистителей до 40–60 м). В качестве дополнительного оборудования применяют вентиляторы для попутного поддува внутренней поверхности кожуха метателя. Это позволяет повысить [10] до 20 % дальность метания снега и до 20–40 % уменьшить энергоемкость привода лопастного ротора. Для погрузки снега в транспортные средства применяют направляющий аппарат выброса снега, а при большой толщине снежного покрова – устройства для обрушения верхнего свода снежного забоя.

В аэропортах гражданской авиации широкое распространение получили роторные снегоочистители с питателями шнекового и фрезерного типа, технические характеристики которых представлены в табл. 7.6, основные схемы рабочих органов роторных снегоочистителей показаны на рис. 7.47.

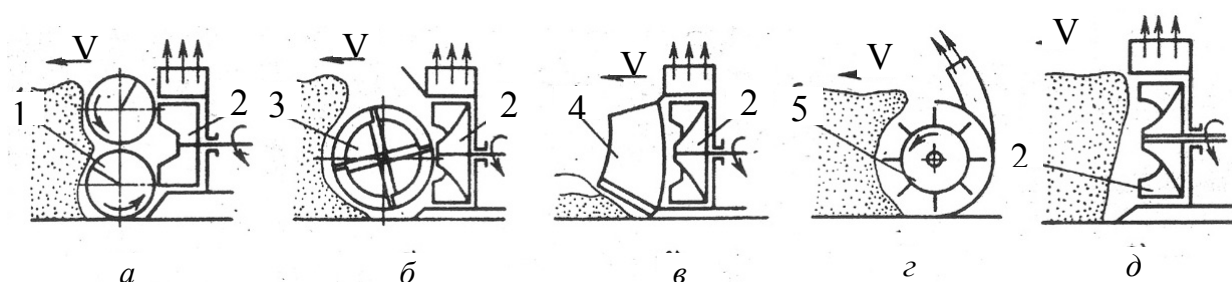


Рис. 7.47. Схемы рабочих органов роторных снегоочистителей:  
а – шнекороторный; б – фрезерно-роторный; в – плужно-роторный; г – фрезерный;  
д – роторный; 1 – шнек; 2 – ротор; 3 – фреза; 4 – отвал; 5 – фрезерный барабан

Шнекороторные снегоочистители имеют рабочий орган, состоящий из одного или двух роторов и шнекового питателя. В шнекороторных снегоочистителях забой разрабатывают шнеки с правой и левой навивкой, однозаходные или двухзаходные, расположенные друг над другом (рис. 7.48). Эти шнеки имеют значительную металлоемкость и невысокую пропускную способность и могут разрабатывать снег плотностью до  $500 \text{ кг/м}^3$ . Питание ротора в этом снегоочистителе осуществляется в значительной степени за счет поступательного движения машины. Ротор снегоочистителя может быть различной конструкции. Наиболее распространены дисковый ротор, выполненный в виде диска с расположенными на нем криволинейными лопастями (рис. 7.49), и бездисковый ротор, выполненный в виде ступицы с укрепленными на ней лопастями (рис. 7.50). Лопасты устанавливают радиально или с немного откинутым назад или вперед наружным краем (в пределах до  $10^\circ$  к радиусу).



Таблица 7.6

## Технические характеристики шнекороторных и фрезерно-роторных снегоочистителей

Показатели	Модель						
	КО-207	ДЭ-210Б-1М	ДЭ-210Б-3М	ДЭ-211	ДЭ-213	КО-605М	КО-605-1М
Базовое шасси	КО-207-2	ДЭ-210Б-1А	ДЭ-210Б-3А			КО-605А	КО-605-1А
Двигатель	МТЗ-82.1	ЗИЛ-131Н	ЗИЛ-433422	Урал-375Б	К-701	Урал-43203	Урал-43203
	–	ЯМЗ-238М2 ЯМЗ-236БЕ		1Д12БС	ЯМЗ-240НБ	ЯМЗ-238Б ЯМЗ-238БЕ	ЯМЗ-238М2 ЯМЗ-236БЕ
Номинальная мощность, кВт (л. с.)	57,4 (78)	176,5 (240) 183,8 (250)	176,5 (240) 183,8 (250)	–	–	220 (300)	176 (240) 185 (250)
	180 350	– 1216	– 1000	1200 –	1250 –	– 1400	– 1200
Производительность, т/ч, при высоте забоя 0,6–0,8 м и плотности снега 0,5–0,6 т/м <sup>3</sup>	–	–	–	–	–	2000	1900
Производительность, т/ч, при высоте снежного покрова 0,5 м, не менее	–	–	–	–	–	–	–
Производительность, т/ч, при высоте снежного покрова 0,5–0,6 м и плотности снега 0,6 т/м <sup>3</sup> , не менее	–	–	–	–	–	–	2100
Производительность, т/ч, при скоростной очистке со скоростью до 30 км/ч, при высоте снежного покрова до 0,1–0,15 м	–	–	–	–	–	–	3200

Рабочий орган	Фрезерный	Шнекороторный						Фрезерно- роторный
Дальность отброса снега, м	–	–	–	37	20	–	–	–
Дальность отброса снега, м, при плотности снега 0,5 т/м <sup>3</sup>	–	33	25	–	–	30	30	–
Дальность отброса снега, м при плотности снега 0,6 т/м <sup>3</sup>	16	–	–	–	–	–	–	40
Максимальная ширина захвата, м	2 2,4	2,56	2,56	2,81	3,14	2,7	2,56	–
Высота убираемого слоя снега, м	1	1,3	1,3	1,5	1,5	1,3	1,3	1,5
Скорость рабочая, км/ч	–	0,58–7,84	0,58–7,84	0,452–3,75	–	0,51–6,92	0,51–6,92	0–40
Скорость транспортная, км/ч	–	40	40	40	–	45	45	50
Габаритные размеры, мм:								
длина	5200	8650	9250	10100	8590	9700	9700	9500
ширина	2250 2500	2590	2590	2810	3210	2780	2580	2900
высота	3700 3500	2950	3250	2920	3530	3100	3100	3250
Полная масса снегоочистителя, кг	5100	10750	11200	15500	15100	13800	13500	13000

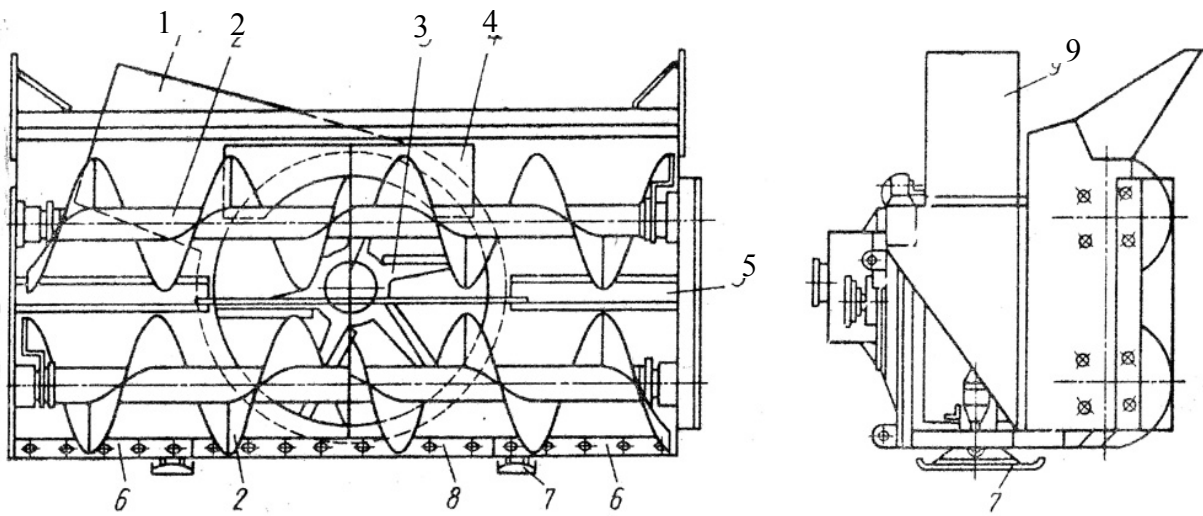


Рис. 7.48. Ротор шнекороторного снегоочистителя:  
1, 9 – выбросной патрубок; 2 – шнек; 3 – ротор; 4 – верхний соединительный элемент;  
5 – рассекающий; 6, 8 – ножи; 7 – лыжи

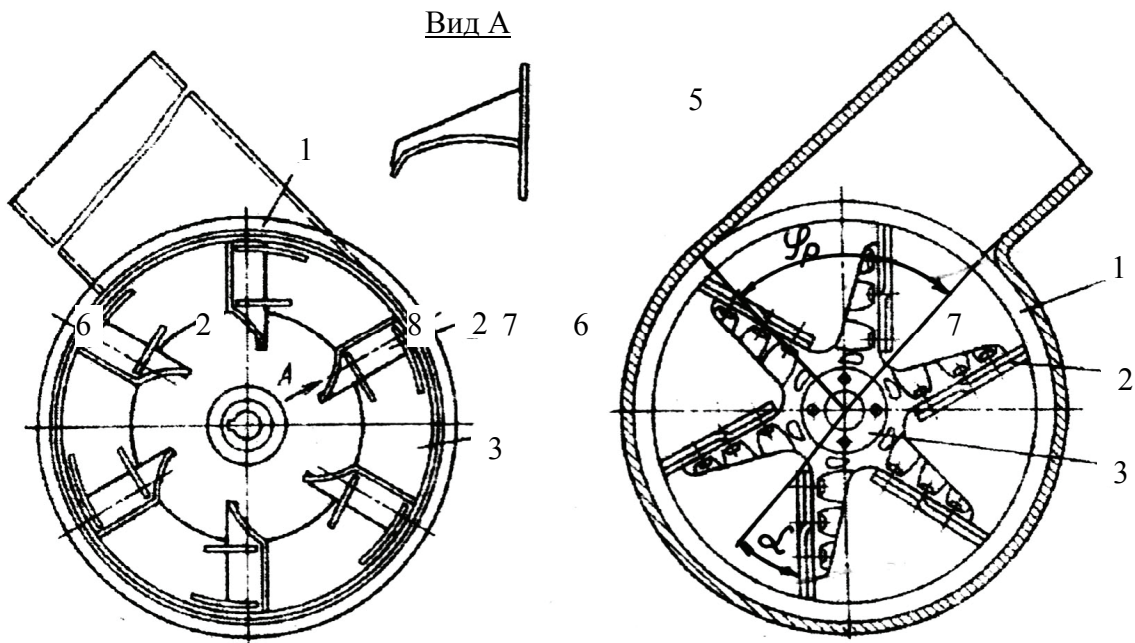


Рис. 7.49. Дискový ротор  
с криволинейными лопастями:  
1 – кожух; 2 – лопасть; 3 – диск

Рис. 7.50. Бездискový ротор:  
1 – кожух; 2 – лопасть; 3 – ступица

Ротор снегоочистителя заключен в кожух с патрубком для выброса снега. К выходному концу патрубка крепится желоб для погрузки снега в транспортные средства или специальный насадок для отбрасывания снега в сторону. При помощи гидроцилиндра двустороннего действия кожух ротора может быть повернут вокруг своей оси для отбрасывания снега вправо или влево по ходу движения машины.

Корпус рабочего органа в нижней и боковых частях снабжается сменными подрезными ножами, а также опорными роликами или лыжами, которые могут регулироваться по высоте. Подъем и опускание рабочего органа обычно осуществляются одним или двумя гидроцилиндрами.

Фрезерно-роторные снегоочистители с рабочим органом, представляющим собой комбинацию фрезерного питателя и одного или двух роторов-метателей (рис. 7.51), могут разрабатывать снег плотностью до  $700 \text{ кг/м}^3$ .

Винтовая ленточная фреза (рис. 7.52) предназначена для вырезания снега из массива и транспортирования к ротору. Фрезу изготавливают обычно трех- или четырехзаходной с углом подъема винтовой линии наружной кромки до  $30^\circ$ . Для улучшения режущей способности питателя наружные края ленты часто снабжают насечками. Фреза состоит из узких ножей, установленных на спицах, что обеспечивает свободный проход основной массы снега через нее непосредственно к ротору без излишнего уплотнения.

Фрезерный питатель обычно состоит из двух фрез правой и левой навивки на одной горизонтальной оси, что обеспечивает при вращении перемещение снега к центру рабочего органа.

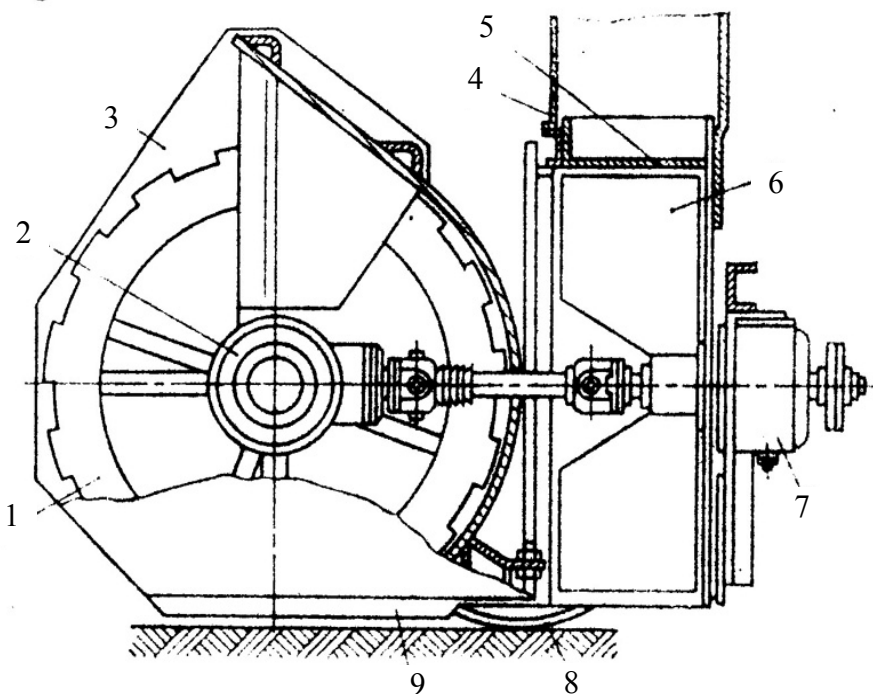


Рис. 7.51. Рабочий орган фрезерно-роторного снегоочистителя: 1 – фрезерный питатель; 2 – конический редуктор; 3 – кожух фрезы; 4 – погрузочный желоб; 5 – кожух ротора; 6 – ротор; 7 – цилиндрический редуктор; 8 – лыжа; 9 – нож

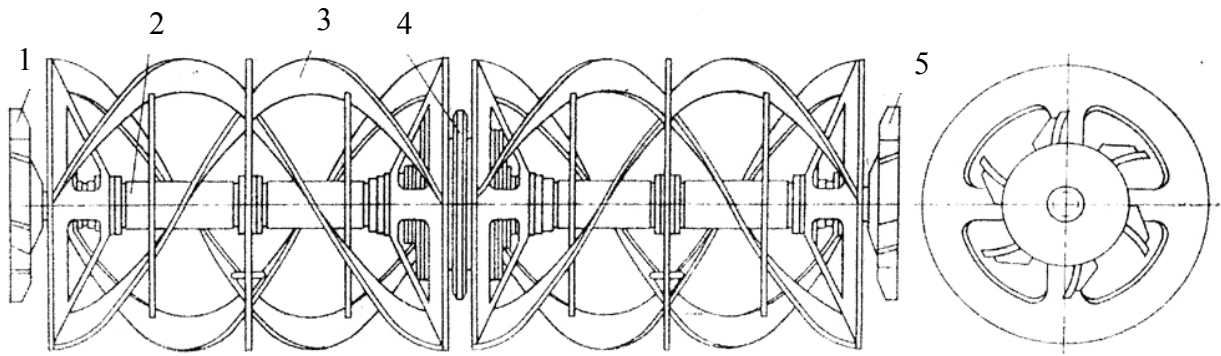


Рис. 7.52. Фрезерный питатель: 1 – торцовая фреза; 2 – вал фрезы; 3 – фреза; 4 – звездочка; 5 – правая торцовая фреза

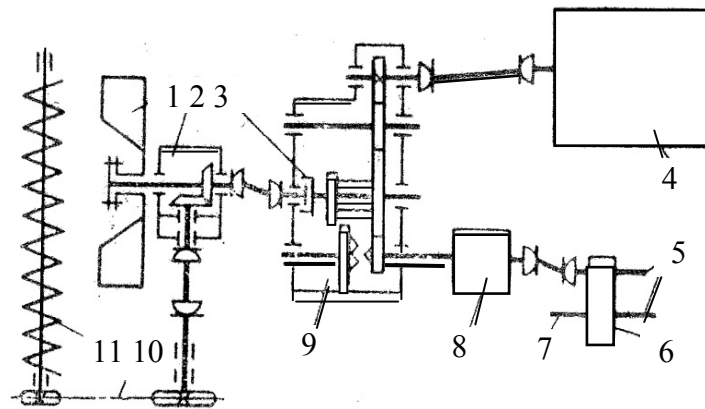


Рис. 7.53. Кинематическая схема роторного снегоочистителя (одномоторного): 1 – ротор; 2 – конический редуктор; 3 – муфта включения рабочего органа; 4 – двигатель; 5 – валы привода задних мостов; 6 – раздаточная коробка; 7 – вал привода переднего моста; 8 – коробка передач; 9 – раздаточная коробка с ходоуменьшителем; 10 – цепная передача привода шнеков; 11 – шнеки

Привод рабочего органа и ходовой части роторных снегоочистителей осуществляется по различным кинетическим схемам: с одним общим двигателем (одномоторная), см. рис. 7.53, или с двумя двигателями для раздельного привода рабочего органа и ходовой части (двухмоторная), см. рис. 7.54, что позволяет устанавливать скорость передвижения машины и частоту вращения питателя и ротора независимо друг от друга.

Существующие поступательные скорости базовой машины, как правило, недостаточны, поэтому для получения рабочих скоростей в трансмиссию ходовой части встраивают ходоуменьшитель.

Привод двигателя при одномоторной схеме от коробки отбора мощности разделяется на привод рабочего органа и ходовой части. Затраты мощности регулируются механически или автоматически при помощи гидротрансформатора. Механическое регулирование привода ходовой части осуществляется через многоступенчатую коробку передач.

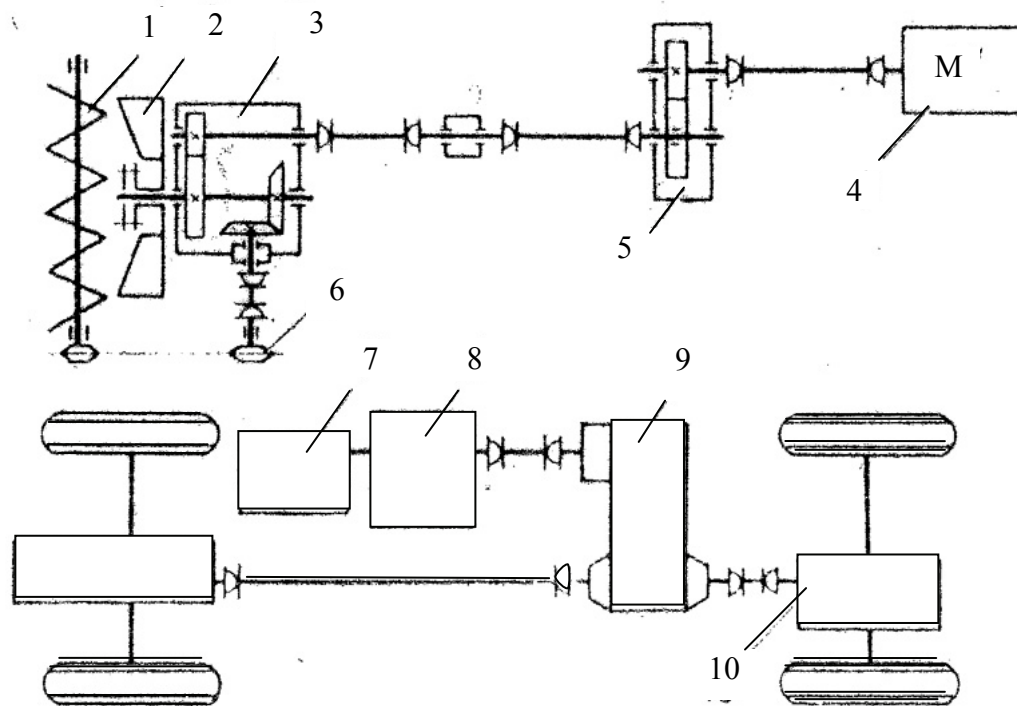


Рис. 7.54. Кинематическая схема механизмов передвижения и привода рабочего оборудования роторного снегоочистителя (двухмоторного): 1 – питатель; 2 – ротор; 3 – раздаточный редуктор рабочего органа; 4 – двигатель привода рабочего органа; 5 – редуктор; 6 – цепной редуктор привода шнеков; 7 – двигатель базового шасси; 8 – коробка передач; 9 – раздаточная коробка; 10 – мосты базового шасси

К недостаткам привода по одномоторной схеме следует отнести нерациональное использование мощности двигателя при транспортном пробеге, так как на привод ходовой части снегоочистителя потребляется небольшая мощность по сравнению с мощностью, расходуемой на привод рабочего органа, а недогрузка двигателя отрицательно сказывается на его моторесурсе и надежности. При двухмоторной схеме привода рабочего органа и ходовой части каждый двигатель работает независимо на оптимальном режиме. При помощи специального шасси удастся осуществить наиболее рациональные схемы компоновки снегоочистителя.

**Рабочее оборудование снегоочистителя ДЭ-211** (рис. 7.55) смонтировано на шасси автомобиля «Урал-375Е», имеет свою автономную силовую систему (рис. 7.56), состоящую из дизельного двигателя 1Д12БС, пневматической муфты сцепления, промежуточного редуктора, коническо-цилиндрического и цепного редукторов, а также цепного редуктора рабочего органа. Двигатель 1Д12БС монтируют на подмоторной закрытой капотом раме, которая с помощью стремянок крепится к удлиненной раме шасси.



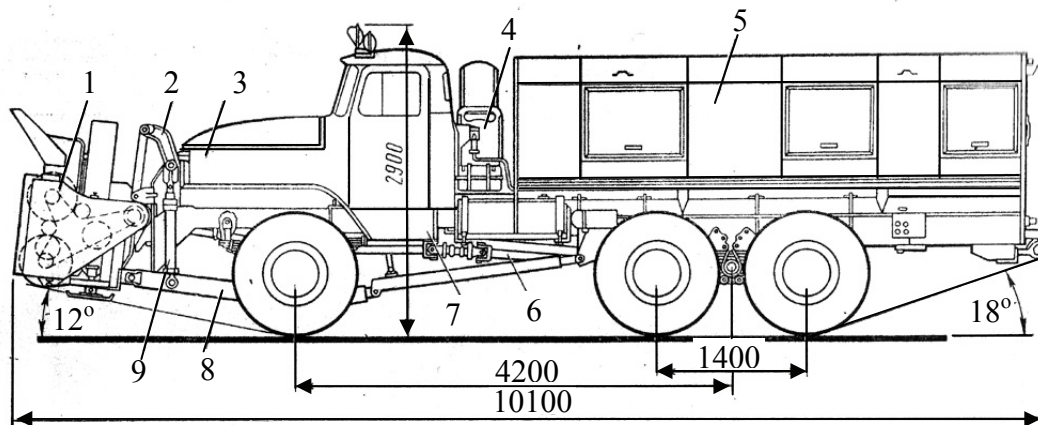


Рис. 7.55. Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-211: 1 – рабочий орган; 2 – механизм подъема и опускания рабочего органа; 3 – базовый автомобиль; 4 – держатель запасного колеса; 5 – двигатель рабочего органа; 6 – передача карданная; 7 – установка подмоторной рамы; 8 – толкающая рама; 9 – подвеска рабочего органа

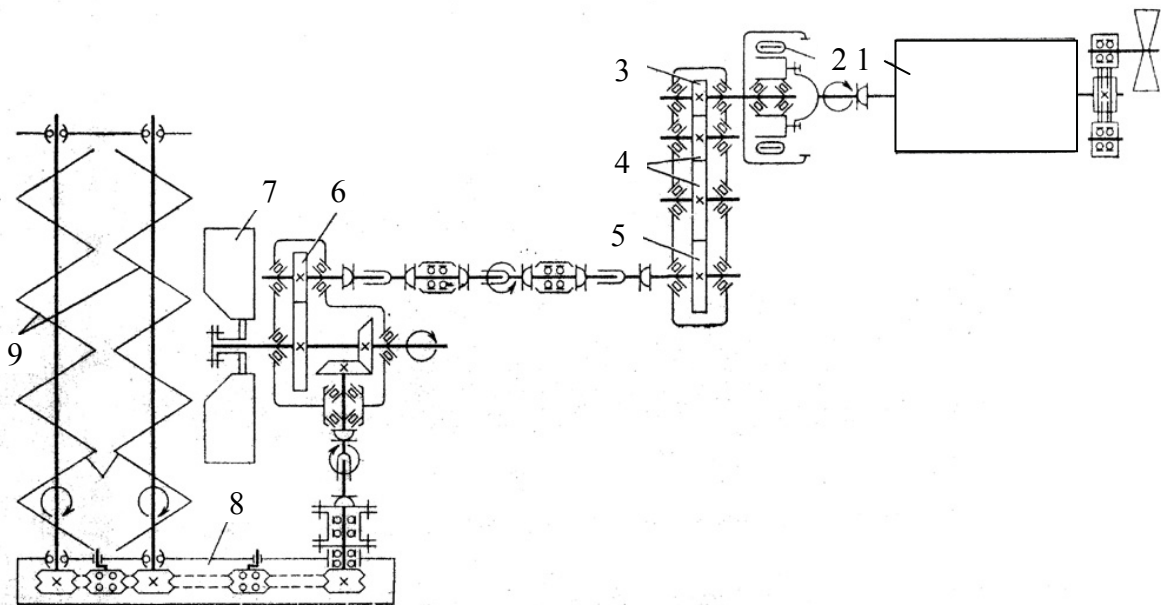


Рис. 7.56. Кинематическая схема шнекороторного снегоочистителя ДЭ-211: 1 – двигатель силовой установки 1Д12БС; 2 – пневматическая муфта; 3 – ведущая шестерня промежуточного редуктора; 4 – промежуточная шестерня; 5 – ведомая шестерня промежуточного редуктора; 6 – редуктор привода ротора; 7 – ротор; 8 – цепной редуктор привода шнеков; 9 – шнеки

Ротор выполнен в виде звездообразной ступицы с шестью лапами, к которым крепятся шесть лопаток. Ступица посажена свободно на вал ротора и соединена с фланцем, размещенным на шлицеванном валу редуктора ротора. Ротор статически отбалансирован, гидросистема питается от шестеренного насоса НШ-10, приводимого от двигателя автомобиля через коробку передач и редуктор.



Двухступенчатый коническо-цилиндрический редуктор рабочего органа предназначен для распределения и передачи крутящего момента к шнекам и ротору, состоит из корпуса, в котором смонтированы ведущий вал, вал ротора и вал привода шнеков. Ступица ротора посажена на свободный передний конец вала ротора. Крутящий момент от вала на ротор передается через муфту предельного момента со срезными пальцами. При превышении допустимого крутящего момента или при попадании в ротор больших твердых предметов происходит срезание пальцев и ротор отсоединяется от вала.

Для получения необходимых пониженных рабочих поступательных скоростей снегоочистителя в трансмиссию механизма передвижения автомобиля между раздаточной коробкой и средним мостом встроен ходоуменьшитель, позволяющий получить минимальную скорость, равную 0,45 км/ч, и имеются четыре ступени передач, кроме того, возможно практически бесступенчатое регулирование числа оборотов двигателя в этом диапазоне скоростей за счет подачи топлива.

Шнеки питателя выполнены взаимозаменяемыми из пустотелых труб, на которые навиты винтовые лопасти с правыми и левыми направлениями спирали, благодаря чему снежная масса транспортируется шнеками к оси машины. Вращение шнеков обеспечивается передачей крутящего момента от редуктора рабочего органа через дополнительные карданную и цепную двухрядную передачи.

**Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-213** (рис. 7.57) смонтирован на базе трактора К-701. Конструкция рабочего органа состоит из сварного корпуса, на котором установлены два взаимозаменяемых шнека, ротор, редуктор, цепной редуктор, муфта предельного момента и две опоры-лыжи. Корпус рабочего органа сварной конструкции состоит из лобового листа, правой боковины и корпуса цепного редуктора, являющегося левой боковиной. При работе в глубоком снегу (выше рабочего органа) к корпусу рабочего органа крепятся верхние ножи, крепление их усилено раскосами.

Редуктор рабочего органа предназначен для распределения и передачи крутящего момента к шнекам и ротору. Двухступенчатый, коническо-цилиндрический редуктор установлен непосредственно за кожухом ротора и крепится болтами в трех точках к корпусу рабочего органа.

Система электрооборудования снегоочистителя однопроводная. Минусовым проводом служит масса. Номинальное напряжение в системе электрооборудования 12 В. Электрооборудование снегоочистителя обеспечивает сигнализацию срабатывания муфты предельного момента (заклинивание шнеков). При заклинивании шнеков звездочка цепного редуктора не вращается и реле контроля скорости замыкает цепь, о чем сигнализирует красная лампочка на щитке.

Пневмосистема обеспечивает работу тормозов трактора, работу стеклоочистителей, включение муфты предельного момента, ходоуменьшителя и возможность использовать воздух для накачки шин и заправки трактора

топливом. Основные элементы системы следующие: компрессор с регулятором давления, воздушные баллоны, предохранительный клапан, тормозные камеры, тормозной и разобщительный краны, соединительная головка, кран отбора воздуха, буксирный клапан, краны включения муфты предельного момента, ходоуменьшитель, соединительная муфта, механизм блокировки и трубопроводы.

Предельное отклонение давления воздуха осуществляют регулятором давления, установленным на компрессоре. Предохранительный клапан на магистрали к муфте предельного момента служит для поддержания давления в муфте при работе снегоочистителя не более 0,5 МПа во избежание выхода из строя редуктора рабочего органа и двухрядной цепи.

Гидросистема предназначена для управления положением рабочих органов (подъем и опускание рабочего органа, поворот кожуха) и для привода рабочего хода снегоочистителя.

Гидросистема снегоочистителя включает гидросистему трактора и дополнительно установленный насос для снегоочистителя на тракторах К-700, К-701. Распределитель клапанно-золотникового типа четырехпозиционный трехсекционный служит для направления потока масла в соответствующие полости гидроцилиндров, автоматического переключения системы на холостой ход по окончании рабочей операции и предохранения гидросистемы от перегрузок.

Золотники распределителя могут быть установлены в четырех положениях «Подъем», «Опускание», «Заперто», «Плавающее». Гидросистема привода хода снегоочистителя включает в себя гидромотор, насос НШ-32Л, дроссель, дополнительный распределитель и систему трубопроводов.

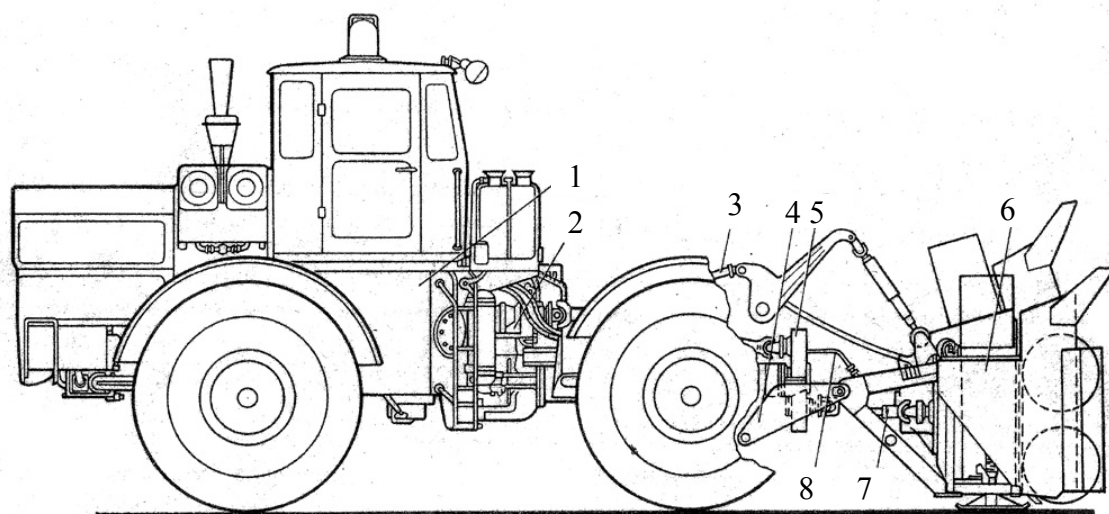


Рис. 7.57. Снегоочиститель ДЭ-213: 1 – базовый трактор; 2 – соединительная муфта; 3 – гидросистема; 4 – кронштейн подвески, 5 – редуктор отбора мощности; 6 – рабочий орган; 7 – карданные валы; 8 – соединительная муфта

**Шнекороторный снегоочиститель ДЭ-226** является самоходной машиной на шасси высокой проходимости «Урал-4320».

Снегоочистительное оборудование имеет автономную силовую установку, состоящую из дизеля 1Д12БМ, шинно-пневматической муфты сцепления, промежуточного редуктора, системы карданных валов с двумя промежуточными опорами, коническо-цилиндрического редуктора рабочего органа.

Дизель 1Д12БМ монтируется на специальной подмоторной раме, которая с помощью стремянок крепится к раме шасси. Однороторный двухшнековый рабочий орган снегоочистителя при помощи специальной подвески крепится спереди к лонжеронам шасси (рис. 7.58).

При работе снегоочистителя рабочий орган с помощью лыж опирается на очищаемую поверхность. В транспортном положении рабочий орган поднят. Для предупреждения самопроизвольного опускания рабочего органа при движении машины предусмотрены стопорные пальцы, которые вставляются в отверстия направляющих стоек и фиксируются от выпадения при помощи специальных замков. Управление поворотом кожуха ротора, подъемом и опусканием рабочего органа гидравлическое.

Для распределения и передачи крутящего момента к шнекам и ротору установлен редуктор рабочего органа (рис. 7.59). Редуктор находится за кожухом ротора и крепится болтами к стойке и швеллеру корпуса рабочего органа. Редуктор двухступенчатый коническо-цилиндрический состоит из корпуса, в котором смонтированы ведущий вал, вал ротора и привода шнеков.

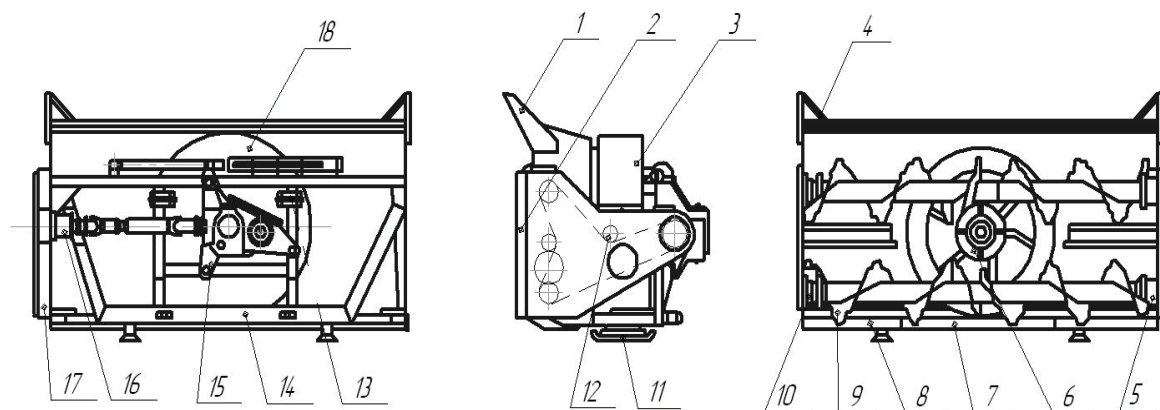


Рис. 7.58. Рабочий орган: 1 – нож верхний; 2 – нож боковой; 3 – кожух ротора; 4 – раскос; 5 – звездочка шнека; 6 – ротор; 7, 8 – нож средний и крайний; 9 – шнек; 10 – опора шнека; 11 – лыжа; 12 – звездочка натяжная; 13 – ось; 14 – корпус; 15 – редуктор рабочего органа; 16 – звездочка ведущая; 17 – цепной редуктор; 18 – гидроцилиндр

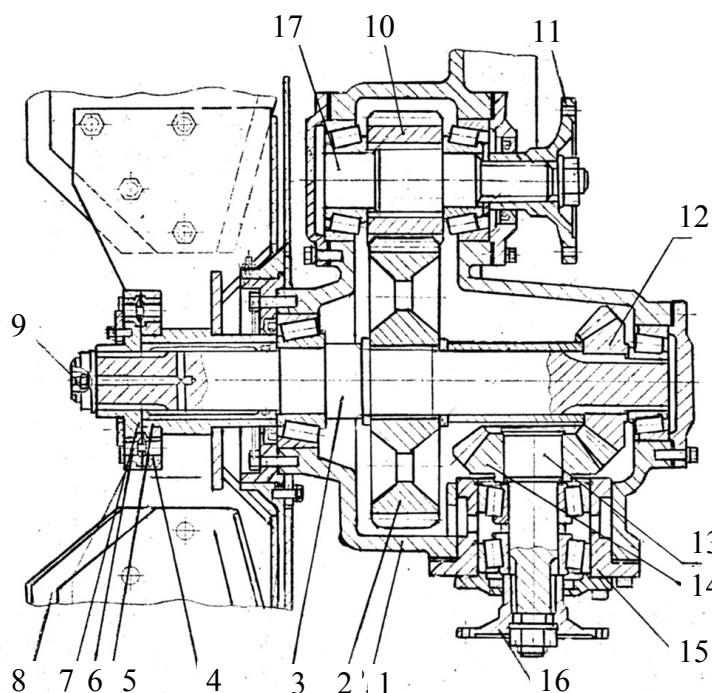


Рис. 7.59. Редуктор рабочего органа: 1 – корпус редуктора; 2, 10, 12, 14 – шестерни; 3 – вал ротора; 4 – втулка ротора; 5 – ступица; 6 – палец предохранительный; 7 – фланец; 8 – лопасть; 9 – масленка; 11 – фланец; 13 – вал привода шнеков; 15 – стакан; 16 – фланец; 17 – ведущий вал

Валы вращаются в конических подшипниках. На ведущем валу и валу привода шнеков установлены цилиндрическая и коническая шестерни, а также фланцы привода редуктора и шнеков. На валу ротора, кроме цилиндрической и конической шестерен, посажена ступица ротора, соединенная с втулкой ротора срезными пальцами, предохраняющими ротор от попадания в него крупных твердых предметов. Втулка ротора является основным несущим элементом всех деталей ротора.

Цепной редуктор (рис. 7.60) предназначен для передачи крутящего момента на шнеки и состоит из корпуса, звездочек, двухрядной цепи и шнеков.

Ведущая звездочка объединена с муфтой предельного момента. Полу-муфта и корпус ведущей муфты соединены между собой срезными пальцами. При возрастании крутящего момента выше допустимого пальцы срезаются и происходит разрыв кинематической цепи между редуктором рабочего органа и цепной передачей на шнеки. Контроль за состоянием звездочек и натяжением цепи осуществляется через две верхние крышки и отверстие в корпусе цепного редуктора.

Шнеки своими фланцами с помощью болтов крепятся к фланцам опор шнеков на правой боковине корпуса и к фланцам валов звездочек шнеков цепного редуктора.

Промежуточный редуктор (рис. 7.61) предназначен для передачи крутящего момента от муфты сцепления на промежуточный карданный вал, соединенный с редуктором привода рабочего органа. Редуктор устанавливается на двух кронштейнах подмоторной рамы на резиновых прокладках и крепится болтами.

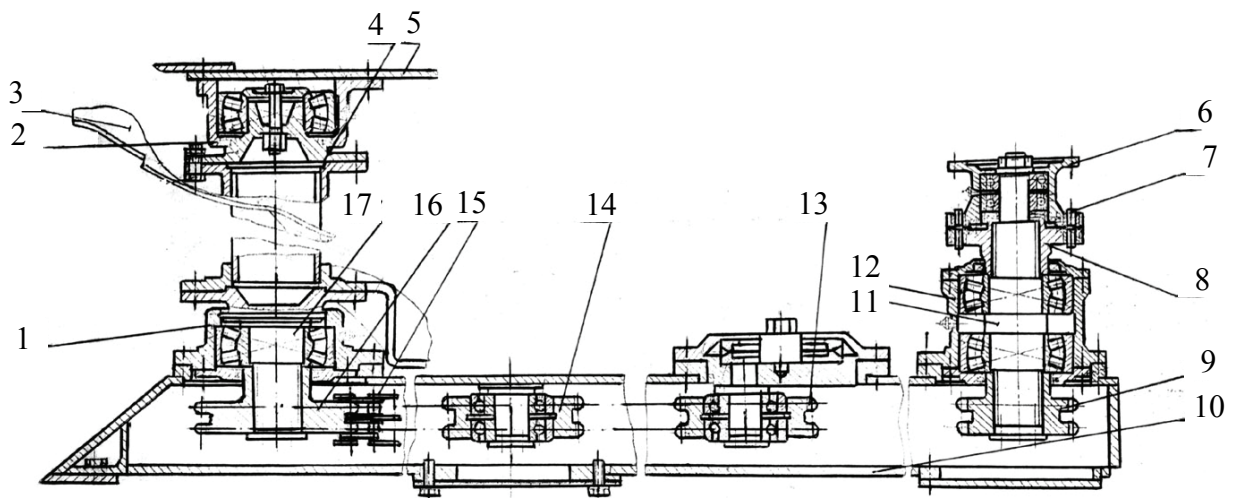


Рис. 7.60. Редуктор цепной: 1, 2 – корпуса опор; 3 – шнек; 4 – прокладка; 5, 10 – боковина; 6 – корпус муфты; 7 – палец; 8 – полумуфта; 9, 13, 14, 16 – звездочки; 11 – вал ведущий; 12 – корпус; 15 – цепь; 17 – вал

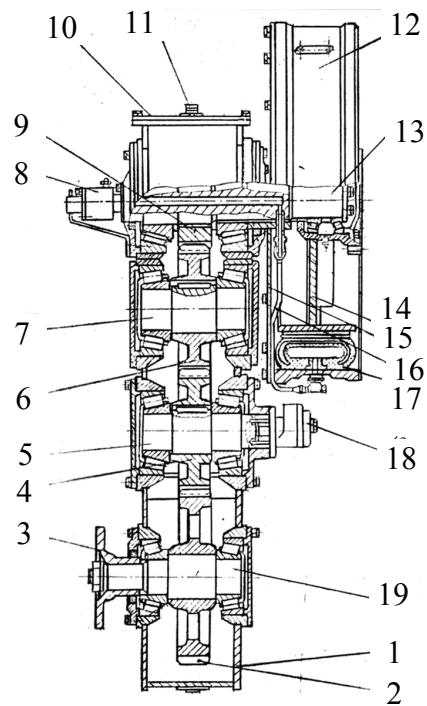


Рис. 7.61. Редуктор промежуточный: 1 – корпус; 2, 4, 6, 9 – шестерни; 3 – фланец; 5, 7 – ось; 8 – муфта воздухоподводящая; 10 – крышка; 11 – пробка-сапун; 12 – обечайка; 13 – вал ведущий; 14 – шкив ведущий; 15 – диск муфты; 16 – трубопровод; 17 – баллон; 18 – насос шестеренный; 19 – вал ведомый

Детали промежуточного редуктора смонтированы в сварном стальном корпусе. Все шестерни редуктора косозубые, постоянного зацепления. Вал ведущей шестерни имеет осевое и радиальное сверление для подвода воздуха

к баллону шинно-пневматической муфты и два шлицевых участка. На одном из них посажена ведущая шестерня, на другом и свободном консольном конце шинно-пневматическая муфта сцепления, которая служит для включения и выключения привода рабочего органа. Обечайка муфты совместно с диском и втулкой образует ведомый барабан, посаженный на шлицевом участке ведущего вала. На внутренней поверхности барабана закреплен баллон. По внутреннему диаметру баллона установлены фрикционные накладки, которые при подаче воздуха в баллон контактируют с фрикционными накладками, установленными по наружной поверхности ведущего шкива. Ведущий шкив может свободно вращаться на роликах конических подшипников, установленных на консольном участке ведущего вала. При подаче воздуха баллон расширяется и прижимает фрикционные накладки к ведущему шкиву. Возникающая при этом сила трения через фрикционные накладки и баллон вращает ведомый барабан. Во избежание выхода из строя баллона муфты запрещается работа при давлении в системе ниже 0,65 МПа. На конце ведущего вала со стороны осевого сверления расположена воздухоподводящая муфта, а на крышке промежуточной оси установлен шестеренный насос для смазки раздаточной коробки шасси при работе ее с включенным ходоуменьшителем.

Фрезерно-роторные снегоочистители ОАО «Амкодор» [23] предназначены для уборки свежевыпавшего и слежавшегося (плотностью до 0,6 т/м<sup>2</sup>) снега и удаления снежных валов, образованных плужными снегоочистителями, а также для погрузки снега в транспортные средства. Машины изготовлены на базе тракторов МТЗ-82.1, МТЗ-82.2 и шасси автомобиля «МАЗ-543403» с ходоуменьшителями. Модель «Амкодор 9211» имеет механический привод рабочего органа от заднего вала отбора мощности шасси, а модель «Амкодор 9512» – гидропривод с нерегулируемым насосом и гидромотором.

Техническая характеристика фрезерно-роторных снегоочистителей ОАО «Амкодор» приведена в табл. 7.7

Для высокопроизводительной скоростной уборки снега при расчистке снежных завалов в зонах обильного снегопада, а также аэродромных ВПП, РД, МС, перронов и подъездных путей японская фирма TCM [4] разрабатывает мощные скоростные роторные снегоочистители.

В настоящее время с целью расширения функциональных возможностей роторных снегоуборочных машин, облегчения и улучшения режимов управления специалисты фирмы продолжают совершенствовать большинство уже выпускаемых моделей, внедряя в их конструкции элементы мехатронного управления, обеспечивающие улучшенное управление скоростными режимами в зависимости от действующих рабочих нагрузок, и включая в системы управления джойстиковые устройства.

Фирма TCM выпускает мало-, средне- и крупногабаритные роторные снегоочистители класса от 1,0 до 2,6 (класс такого типа машин определяется шириной полосы убираемого снега в метрах).

Техническая характеристика роторных снегоочистителей фирмы TCM приведена в табл. 7.8, роторные снегоочистители класса 2,6 показаны на рис. 7.62 и 7.63.

Таблица 7.7

Техническая характеристика фрезерно-роторных снегоочистителей ОАО «Амкодор»

Показатели	Модель		
	«Амкодор 9211»	«Амкодор 9211-01»	«Амкодор 9512»
Производительность, т/ч	200	200	1200
Ширина очищаемой полосы, м	2	2	2,85
Толщина снега, м	1,1	1,1	1,3
Дальность отброса снега, м	20	20	15–30
Минимальный радиус поворота, м	7,25	7,25	11,75
Скорость передвижения транспортная, км/ч	20	20	45
Мощность двигателя, кВт	60	60	184
Габаритные размеры, мм:			
длина	5100	5380	10000
ширина	2040	2040	2850
высота	3580	3580	3350
Масса эксплуатационная, кг	5300	5300	15500

Таблица 7.8

Техническая характеристика роторных снегоочистителей фирмы TCM

Показатели	Модель				
	JR30	JR60	JR180	JR300	JR440
Максимальная производительность, т/ч	200	700	2300	3400	2600
Ширина обрабатываемой полосы, мм	1000	1300	2200	2600	2600
Максимальная высота выброса снега, мм	850	1000	1700	1700	1700
Дальность отбрасывания снега, м	16	18	40	46	46
Рабочая скорость передвижения, км/ч	0–15	0–40	0–49	0–49	0–49
Радиус разворота, мм	3700	4500	5800	6150	6500
Мощность двигателя, кВт	32	64	184	306	441
частота вращения, мин <sup>-1</sup>	2500	2200	2100	2000	1800
Габаритные размеры, мм:					
длина	4480	5440	7580	8410	8410
ширина	1000	1300	2200	2600	2600
высота	1980	2500	3500	3580	3610
Эксплуатационная масса, кг	2350	5770	13880	18300	19210

Роторные снегоочистители JR 440 с двигателем 441 кВт и шириной обрабатываемой полосы 2,6 м специально разработаны для уборки снега с ВПП аэродромов.

На аэродромах требуется ускоренная уборка снега и высокая производительность.

Скорость этой модели снегоочистителя позволяет значительно сократить время проведения таких работ, так при скорости снегоуборки 20 км/ч производительность этой модели достигает 2600 т/ч.

Роторное снегоуборочное оборудование фирмы TCM [4] снабжается всевозможными сменными навесными агрегатами, соответствующими различным условиям эксплуатации этих машин при экологических режимах проведения работ.





Рис. 7.62. Роторный снегоочиститель JR300 класса 2,6

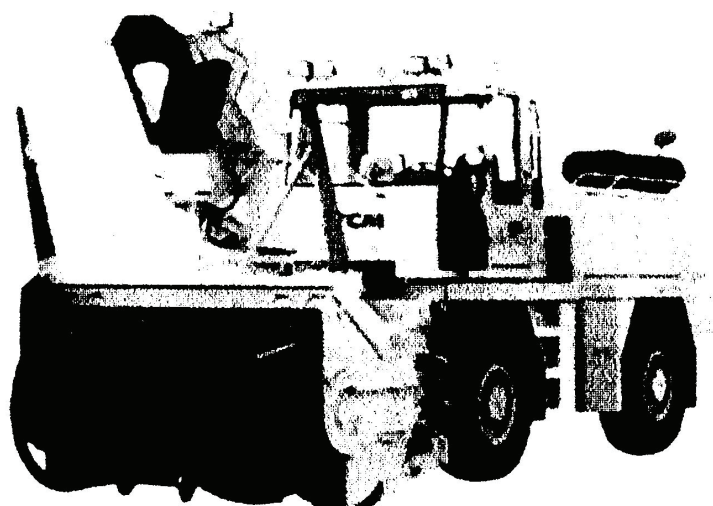


Рис. 7.63. Роторный снегоочиститель JR440 класс 2,6

Фирма Nichijō поставляет на рынок скоростные роторные снегоочистители большой и средней производительности. Скоростные высокопроизводительные роторные снегоочистители HTR263 класса 2,2 предназначены для проведения снегоуборочных работ со скоростью 49 км/ч. Максимальная производительность таких снегоочистителей до 2300 т/ч при дальности отбрасывания снежной массы 20, 30 и 40 м.

Представляет интерес снегоочиститель MV80 [29] многоцелевого назначения. Эта машина (рис. 7.64) комплектуется роторным навесным рабочим органом, устройством для разбрасывания противогололедных реагентов и уборки гололедных образований, имеются крепежные узлы для монтажа подметально-щеточного устройства.



Рис. 7.64. Роторный снегоочиститель MV80 с щеточно-подметальным оборудованием

Поставляемые на рынок Японией скоростные снегоуборочные машины и оборудование производят практически все виды работ по уборке снега. На большинстве моделей снегоочистителей установлены системы автоматизации процессов управления, маневрирования и подготовки к исполнению технологических операций. Наличие на ряде моделей снегоуборочных машин системы, информирующей (отображением на дисплее) о возникновении непредвиденных ситуаций и возможных препятствий при перемещении, позволяет избежать контактов с этими препятствиями и тем самым предотвращает поломки. При этом на снегоочистителях стали устанавливаться бортовые информационные средства, позволяющие определять местоположение машин с помощью системы навигации GPS.

Соответствующими конструктивными решениями обеспечивается комфортабельность работы оператора, удобство технического обслуживания и безопасность эксплуатации.

Технические характеристики фрезерных снегоочистителей SUPRA, BUCHER, VAMMAS приведены в табл. 7.9.

Фрезерный снегоочиститель модели «СУПРА 2000» монтируется на шарнирном шасси. Такая конструкция обеспечивает уменьшение радиуса поворота и высокую маневренность. Это позволяет успешно применять ее для уборки и погрузки снега со стоянок самолетов и площадок перед ангарами.

Скорость перемещения машины регулируется автоматически, обеспечивая оптимальную производительность фрезерного снегоочистителя, а гидравлический привод фрезерной воздуходувной головки осуществляет регулирование диапазона отброса снега.

Техническая характеристика фрезерных снегоочистителей  
SUPRA, BUCHER-Rolba, VAMMAS

Показатели	Самоходные модели			
	SUPRA 2000/3000	BUCHER- Rolba-400	BUCHER- Rolba-3000	VAMMAS RK300(B300)
Производительность, т/ч	1900/2500	1000	4500	2500–3000
Ширина захвата, м	2,2	2,0	2,89	3,0
Дальность отброса снега, м	5–40	5–40	До 60	До 45
Скорость, км/ч:				
рабочая	0–15	0–15	–	–
транспортная	0–40	0–30	0–50	–
Двигатель	Mercedes-Benz OM421A	DEUTZ BF GL 913	–	Cummins N14
Мощность двигателя, кВт	184/242	118	–	312

Заслуживает внимания навесной снегоуборочный ротор VAMMAS RK300(B300), который навешивается на фронтальный погрузчик и превращает его в мощный самоходный снегоочистительный комплекс. Снегоуборочный ротор снабжен собственным двигателем мощностью 312 кВт. Скорость вращения фрезы регулируется. Необходимые приборы контроля и управления устанавливаются в кабине водителя автопогрузчика.

**Расчет роторных снегоочистителей** включает определение параметров и режимов работы питателя, осуществляющего разработку слоя снега и его подачу к ротору, и ротора, отбрасывающего снег в сторону. На основании результатов расчета определяют мощность, необходимую для работы ротора и питателя, производительность, величину нагрузок на ходовое устройство, выполняют прочностный расчет рабочего органа и элементов его конструкции, тягово-динамические расчеты, а также расчеты дальности отбрасывания снега, продольной и поперечной устойчивости машины. Ниже приведены расчеты основных параметров: энергетических, тягово-динамических затрат и производительности роторных снегоочистителей, наиболее полно выполненные в работах [10, 12].

Одним из геометрических параметров метательного аппарата является угол разгрузки ротора  $\varphi_p$ , характеризующий угол поворота, необходимый для полного схода с лопасти снега и являющийся центральным углом, на который опирается направляющий патрубок (рис. 7.49):

$$\varphi_p \geq 0,25\pi \left( 1 - \frac{1}{1 - a_v^2} \right) + \arctg a_v, \quad (7.10)$$

где  $a_v$  – коэффициент, учитывающий влияние трения снега о лопасти;

$$a_v = (1 + \operatorname{tg} \delta)^{-1} = 0,8-0,95, \quad (7.11)$$

где  $\delta$  – угол трения снега по металлу, град.

В зависимости от технической производительности снегоочистителя и окружной скорости ротора определяют радиус вращения ротора  $R$ , м:

$$R = \frac{\Pi_{\text{тех}}}{1,8\rho_{\text{сн}} K_{\text{н}} V_{\text{р}} b_{\text{р}} (1 - K_1^{-2})}, \quad (7.12)$$

где  $\Pi_{\text{тех}}$  – техническая производительность машины, т/ч;  $\rho_{\text{сн}}$  – плотность снега, кг/м<sup>3</sup>;  $K_{\text{н}}$  – коэффициент наполнения ротора снегом, зависящий от скорости  $V_{\text{р}}$  и физико-механических свойств снега (при  $V_{\text{р}} = 13,5-20$  м/с и  $\rho_{\text{сн}} = 300-500$  кг/м<sup>3</sup>,  $K_{\text{н}} = 0,25-0,5$ , большее значение  $K_{\text{н}}$  соответствует меньшей скорости  $V_{\text{р}}$ );  $V_{\text{р}}$  – окружная скорость ротора, м/с;  $b_{\text{р}}$  – ширина лопасти ротора, м;

$$b_{\text{р}} = 2RK_b, \quad (7.13)$$

где  $K_b$  – коэффициент ширины ротора ( $K_b = 0,325-0,375$ );  $K_1$  – коэффициент зависимости от угла разгрузки и угла внешнего трения снега ( $K_1 = R/r = 2,2-2,5$ );  $R$  – радиус ротора, м;  $r$  – радиус ступицы ротора, м.

Длина, м, лопасти ротора  $\ell = R(1 - K_1^{-1})$ .

Число лопастей ротора выбирают из соотношения  $(2\pi / \varphi_{\text{р}}) \leq n_{\text{л}} \leq 12$ .

Наиболее распространены на практике лопастные роторы снегоочистителей, у которых 6–8 лопастей.

Частота вращения ротора, мин<sup>-1</sup>:

$$n = 30V_{\text{р}} / (\pi R). \quad (7.14)$$

Теоретическая производительность снегоочистителя, м<sup>3</sup>/с:

$$\Pi_{\text{т}} = \frac{\pi n b_{\text{р}} R^2}{60} (1 - K_1^{-2}). \quad (7.15)$$

Массовая производительность метателя связана с технической производительностью снегоочистителя соотношением

$$\Pi_{\text{тех}} \leq 3,6 K_{\text{н}} \rho_{\text{сн}} \Pi_{\text{т}}. \quad (7.16)$$

Для расчета дальности  $\ell$ , м, отбрасывания снега под углом  $\theta$  к горизонту при действии сопротивления воздуха применяют формулу

$$\ell = \frac{4R_{\phi}\rho_{\text{сн}}\cos 0,5\theta}{3C\rho_{\text{в}}}\ln\left(1 + K_v \frac{\cos\theta}{\cos 0,5\theta}\operatorname{arctg} K_v\right), \quad (7.17)$$

где  $R_{\phi}$  – среднестатистический радиус частицы снега (для наиболее вероятных условий работы снегоочистителя при  $\rho_{\text{сн}} = 250\text{--}450 \text{ кг/м}^3$ ,  $R_{\phi} = 0,015\text{--}0,035 \text{ м}$ , большим значением  $\rho_{\text{сн}}$  соответствуют меньшие значения радиуса  $R_{\phi}$ );  $C$  – аэродинамический коэффициент (для шарообразной в среднем формы снежинки  $C = 0,23$ );  $\rho_{\text{в}}$  – плотность воздуха ( $\rho_{\text{в}} = 1,2 \text{ кг/м}^3$ );  $K_v$  – скоростной коэффициент;

$$K_v = V\sqrt{3C\rho_{\text{в}}\sin 0,5\theta(R_{\phi}\rho_{\text{сн}}g)} \cdot \cos 0,5\theta, \quad (7.18)$$

где  $V$  – скорость выброса снега из метательного аппарата снегоочистителя, м/с (она может отличаться от скорости ротора  $V_p$  на 5–10 % и более в зависимости от геометрических параметров метательного аппарата, физико-механических характеристик снега, а также вектора начальной скорости входа снега в метательный аппарат);  $\theta$  – начальный угол выброса снега относительно горизонта, град;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Дальность отбрасывания снега с учетом скорости ветра определяют эмпирической зависимостью

$$\ell_{\text{в}} = \ell_1(\pm 0,1V_{\text{в}}), \quad (7.19)$$

где  $V_{\text{в}}$  – скорость ветра, м/с;  $\ell_1$  – коэффициент дальности отбрасывания снега, зависящий от окружной скорости ротора ( $\ell_1 \approx 10\text{--}20$ ).

Отбрасывать снег следует по направлению ветра (можно против ветра при его скорости не более 5 м/с).

При использовании попутного поддува воздуха в метательном аппарате для снижения аэродинамического сопротивления на начальном участке траектории полета частиц снега дальность отбрасывания можно определить по эмпирической формуле

$$\Delta l = 0,8V_{\text{под}}^{0,9}\rho_{\text{сн}}^{-1,9}, \quad (7.20)$$

где  $V_{\text{под}}$  – скорость воздушного потока при попутном поддуве ( $V_{\text{под}} = 100 \text{ м/с}$ ).

При работе шнекового и фрезерного питателя вырезаемые из забоя фрагменты снега формируют перед наружным краем винтовой лопасти спиралевидную призму волочения. Угол подъема наружного края винтовой лопасти питателя

$$\varepsilon = \arctg \frac{t_{\pi}}{2\pi R_{\pi}}, \quad (7.21)$$

где  $t_{\pi}$  – шаг винтовой лопасти, м;  $R_{\pi}$  – радиус окружности вращения питателя (для шнека  $R_{\pi} = 0,2\text{--}0,25$  м, для фрезы  $R_{\pi} \geq 0,477 B$ , где  $B$  – ширина захвата фрезы, м).

Для шнекового питателя  $t_{\pi} = (1,6\text{--}2) R_{\pi}$ ,  $\varepsilon = 14,2\text{--}17,6^{\circ}$ , для фрезерного питателя  $\varepsilon = 25\text{--}30^{\circ}$ .

Оптимальная окружная скорость шнекового и фрезерного питателя ( $V = \omega R_{\pi}$ ,  $V = 8\text{--}10$  м/с). Увеличение скорости  $V$  приводит к ухудшению забрасывания снега в метательный аппарат и нелинейному повышению энергоемкости процесса.

Ширина винтовой лопасти шнека в радиальном направлении

$$b_{\text{ш}} = R_{\pi} - R_{\text{в}}, \quad (7.22)$$

где  $R_{\text{в}}$  – радиус вала шнека, м.

Ширина винтовой лопасти фрезы

$$b_{\phi} = b + 2\sqrt{R_{\pi} b \operatorname{tg} \delta \sin \alpha}, \quad (7.23)$$

где  $b$  – поступательная подача фрезы на один оборот, м;  $\delta$  – угол трения снега по металлу;  $\alpha$  – угол подъема винтовой лопасти фрезы, град.

$$b = 2\pi V_{\text{м}} / (\omega_{\phi} z), \quad (7.24)$$

где  $z$  – число заходов фрезы ( $z = 2\text{--}4$ );  $\omega_{\phi}$  – угловая скорость фрезы, рад/с.

Для барабанной фрезы радиус барабана определяют по формуле

$$R_{\phi} = R - b_{\phi}. \quad (7.25)$$

Уравнение баланса мощности роторного снегоочистителя, кВт:

$$N_{\text{дв}} \geq N_{\text{р}} + N_{\text{п}} + N_{\text{пер}} + N_{\text{всп}}, \quad (7.26)$$

где  $N_{\text{дв}}$  – установочная мощность двигателя, кВт;  $N_{\text{р}}$  – мощность привода лопастного ротора, кВт;  $N_{\text{п}}$  – мощность привода питателя, кВт;  $N_{\text{пер}}$  – мощность, затрачиваемая на перемещение машины, кВт;  $N_{\text{всп}}$  – затраты мощности на привод вспомогательного оборудования (насоса гидросистемы, вентилятора и др.).

Мощность привода лопастного ротора

$$N_{\text{р}} = K_{\text{зап}} (N_1 + N_2 + N_3) / \eta_{\text{р}}, \quad (7.27)$$

где  $K_{\text{зап}}$  – коэффициент запаса мощности на преодоление сил трения снега о лопасти, подъем снега ротором и др. ( $K_{\text{зап}} = 1,1-1,15$ );  $N_1$  – мощность, затрачиваемая на сообщение снегу кинетической энергии, кВт;  $N_2$  – затраты мощности на преодоление сил трения снега о неподвижный кожух метательного аппарата, кВт;  $N_3$  – мощность, теряемая при ударе лопастей ротора о снег, кВт;  $\eta_{\text{р}}$  – КПД привода лопастного ротора ( $\eta_{\text{р}} = 0,9-0,95$ ).

Мощность, затрачиваемая на сообщение снегу кинетической энергии:

$$N_1 = 1,32 \cdot 10^{-3} \omega^2 R^2 \Pi_{\text{тех}} \left[ 1 + a_v^2 - 0,5 a_v^2 (1 - K_1^{-2}) \right], \quad (7.28)$$

где  $K_1$  – относительная длина лопасти  $\left( K_1 = \frac{R}{r} \right)$ ;  $\omega$  – угловая скорость ротора, рад/с.

Мощность, затрачиваемая на преодоление сил трения снега о кожух:

$$N_2 = \frac{\omega^2 R^2 \Pi_{\text{тех}} (1 - c_x^{-3}) \text{tg } \delta}{1000 (1 - c_x^{-2})}, \quad (7.29)$$

$$c_x = \left[ 1 - K_{\text{н}} (1 - K_1^{-2}) \right]^{-0,5}. \quad (7.30)$$

Мощность, теряемая при ударе лопастей о снег:

$$N_3 = 0,78 \cdot 10^{-3} \frac{J_{\text{р}} J_{\text{сн}} \omega^3}{J_{\text{р}} + J_{\text{сн}}}, \quad (7.31)$$



где  $J_p$  – момент инерции ротора,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;  $J_{\text{сн}}$  – момент инерции снега, поступающего внутрь лопастного ротора за один оборот, относительно оси вращения ротора,  $\text{кг} \cdot \text{м}^2$ ;

$$J_{\text{сн}} = \frac{\pi R^2 \Pi_{\text{тех}}}{3,6\omega(1 + K_1^{-1})}. \quad (7.32)$$

Для роторно-торцевых снегоочистителей необходимо дополнительно учитывать затраты мощности, кВт, на резание снега лопастными роторами:

$$N_4 = 10^{-3} \pi K_{\text{рез}} V_m R^2 (1 - K_1^{-2}), \quad (7.33)$$

где  $K_{\text{рез}}$  – удельное сопротивление снега резанию, Па;  $V_m$  – рабочая скорость снегоочистителя, м/с.

Мощность, кВт, расходуемая на привод шнекового или фрезерного питателя:

$$N_{\Pi} = \frac{(N_{1\Pi} + N_{2\Pi})}{\eta_{\Pi}}, \quad (7.34)$$

где  $N_{1\Pi}$  – затраты мощности на вырезание снега из массива, кВт;  $N_{2\Pi}$  – затраты мощности на перемещение снега питателями, кВт;  $\eta_{\Pi}$  – КПД привода питателя ( $\eta_{\Pi} = 0,8-0,9$ ).

Выражение для определения мощности резания снега питателем:

$$N_{1\Pi} = 10^{-3} P_{\text{р.п}} (R_{\Pi} \omega_{\Pi} - \pi V_m / z) \text{tg}(\alpha + \delta), \quad (7.35)$$

где  $P_{\text{р.п}}$  – суммарная сила сопротивления снега резанию винтовой лопастью питателя, Н;  $R_{\Pi}$  – радиус окружности вращения питателя, м;  $z$  – число заходов винтовой лопасти питателя;  $\alpha$  – угол подъема винтовой лопасти питателя, град;  $\omega_{\Pi}$  – угловая скорость питателя, рад/с.

Суммарная сила сопротивления снега резанию винтовой лопастью питателя, Н:

$$P_{\text{р.п}} = \frac{2 \cdot 10^6 \pi^2 K_{\text{рез}} R_{\Pi} B V_m z_{\Pi}}{\omega_{\Pi} z t_{\Pi} \cos \alpha}, \quad (7.36)$$

где  $K_{\text{рез}}$  – удельное сопротивление снега резанию, МПа;  $B$  – ширина захвата питателя, м;  $z_{\Pi}$  – число винтовых лопастей питателя (для фрезы  $z_{\Pi} = 1$ , для шнекового питателя  $z_{\Pi} = 2-3$ );  $t_{\Pi}$  – шаг винтовой лопасти питателя, м.

Для шнекового питателя затраты мощности на перемещение снега вдоль оси питателя

$$N_{2п} = 1,39 \cdot 10^{-3} \frac{B\omega_{п}^2 R_{п} \Pi_{\text{тех}} \operatorname{tg} \rho \operatorname{tg}(\alpha + \delta)}{2 \operatorname{tg} \alpha}, \quad (7.37)$$

где  $\rho$  – угол внутреннего трения снега, град.

Для фрезерного питателя

$$N_{2п} = 1,39 \cdot 10^{-3} \frac{B\omega_{п}^2 R_{п} \Pi_{\text{тех}} (\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \delta) \operatorname{tg}(\alpha + \delta)}{\operatorname{tg} \alpha}. \quad (7.38)$$

При ориентировочном расчете мощности привода лопастного ротора можно использовать эмпирическую зависимость

$$N_p = 2,72 \cdot 10^{-3} \omega^2 R^2 \Pi_{\text{тех}} \frac{K}{g}, \quad (7.39)$$

где  $K$  – эмпирический коэффициент, зависящий от окружной скорости ротора  $V_p = \omega R$  и свойств снега, при  $V_p = 12\text{--}22$  м/с и  $\rho_{\text{сн}} = 350$  кг/м<sup>3</sup>,  $K = 0,95\text{--}1,3$  (меньшие значения соответствуют большей скорости  $V_p$ ).

При ориентировочном расчете мощности привода шнекового питателя можно использовать эмпирическую зависимость

$$N_{п} = a \Pi_{\text{тех}} + N_0, \quad (7.40)$$

где  $a$  – эмпирический коэффициент, возрастающий с увеличением плотности снега (при  $\rho_{\text{сн}} = 350\text{--}450$  кг/м<sup>3</sup>,  $a = 0,0147\text{--}0,0257$  кВт · ч/т);  $N_0$  – потери мощности, обратно пропорциональные частоте вращения шнека (при  $n_{п} = 300\text{--}500$  об/мин,  $N_0 = 5,1\text{--}3,3$  кВт).

Уравнение тягового баланса имеет вид

$$W = W_1 + W_2 + W_3 + W_4, \quad (7.41)$$

где  $W_1$  – сопротивление врезанию в снежный массив горизонтальных и вертикальных ножей рабочего органа, Н:

$$W_1 = 10^6 K_{\text{рез}} F, \quad (7.42)$$

где  $K_{\text{рез}}$  – удельное сопротивление снега резанию, МПа;  $F$  – площадь проекции ножей на вертикальную плоскость, перпендикулярную оси движения машины, м<sup>2</sup>;

$W_2$  – сопротивление скольжению рабочего органа по поверхности покрытия, Н:

$$W_2 = G_{\text{р.о}} \operatorname{tg} \delta, \quad (7.43)$$

где  $G_{\text{р.о}}$  – вес рабочего органа, Н;

$W_3$  – сопротивление перемещению базовой машины, Н:

$$W_3 = G_{\text{б.м}} (f + i), \quad (7.44)$$

где  $G_{\text{б.м}}$  – вес базовой машины с навесным оборудованием, Н;  $f$  – коэффициент сопротивления качению колес машины;  $i$  – уклон покрытия;

$W_4$  – сопротивление лобового взаимодействия винтовой лопасти питателя со снежным забоем, Н:

$$W_4 = \frac{P_{\text{тр}} + P_{\text{тпер}}}{\operatorname{tg} \rho}. \quad (7.45)$$

Здесь  $\rho$  – угол внутреннего трения снега.

В радиальной плоскости вращения питателя тангенциальная составляющая сил резания снега винтовой лопастью зависит от взаимодействия со снежным забоем. При высоте забоя, равной высоте питателя

$$P_{\text{тр}} = N_{\text{лп}} / (\omega_{\text{п}} R_{\text{п}}). \quad (7.46)$$

Тангенциальная составляющая сил перемещения снега винтовой лопастью вдоль поверхности снежного забоя для шнекового питателя

$$P_{\text{тпер}} = N_{2\text{п}} / (2\omega_{\text{п}} R_{\text{п}}). \quad (7.47)$$

Для фрезерного питателя

$$P_{\text{тпер}} = N_{2\text{п}} \operatorname{tg} \rho / [\omega_{\text{п}} R_{\text{п}} (\operatorname{tg} \rho + \operatorname{tg} \delta)]. \quad (7.48)$$

Техническая производительность, т/ч, роторного снегоочистителя

$$\Pi_{\text{тех}} = 3,6 B H_{\text{с}} V_{\text{м}} \rho_{\text{сн}}, \quad (7.49)$$

где  $B$  – ширина захвата питателя, м (принимают больше ширины базовой машины на 0,15–0,2 м в каждую сторону);  $H_{\text{с}}$  – толщина снежного покрова, м.

При проектировании роторных снегоочистителей должно соблюдаться соотношение

$$P_{\text{тех}} \leq P_{\text{пит}} \leq P_{\text{р}}, \quad (7.50)$$

где  $P_{\text{пит}}$  – производительность питателя, т/ч;  $P_{\text{р}}$  – производительность ротора, т/ч.

### Контрольные вопросы

1. Дайте классификацию роторных снегоочистителей.
2. Какие схемы привода рабочих органов и ходовой части роторных снегоочистителей вы знаете?
3. Преимущества и недостатки одномоторных и двухмоторных схем привода рабочего органа и ходовой части роторных снегоочистителей.
4. Какие факторы влияют на дальность отбрасывания снега ротором?
5. Назовите сопротивления, возникающие при работе роторного снегоочистителя.
6. Какие факторы влияют на техническую производительность роторного снегоочистителя?

### 7.5. Аэродромные уборочные машины

Машины аэродромные уборочные предназначены для очистки искусственных покрытий взлетно-посадочных полос и рулежных дорожек аэродромов от снега, гололеда, пыли, мусора, для сдувания воды и просушки покрытия при температуре  $\pm 40^\circ\text{C}$ .

Общий вид аэродромной уборочной машины ДЭ-224А показан на рис. 7.65, ее технические характеристики приведены в табл. 7.10.

База для создания машины ДЭ-224А – одноосный тягач МоАЗ-546П. Основными составными частями машины являются: отвал, противонакатное устройство, щетка, генератор газового потока авиадвигателя АИ-25, газопровод и системы, обеспечивающие работу и управление этими агрегатами.

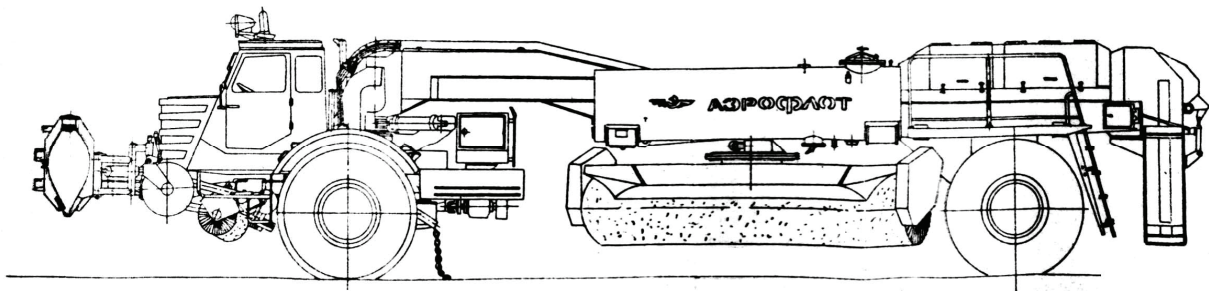


Рис. 7.65. Машина аэродромная уборочная ДЭ-224А в транспортном положении

Технические характеристики аэродромной  
уборочной машины ДЭ-224А и ее модификации

Показатели	Модель	
	ДЭ-224А	ДЭ-224А-Т01
Тип машины	Самоходная, на базе одноосного тягача МоАЗ-546П	
Мощность двигателя базового шасси, кВт (л. с.)	154 (215)	
Генератор газового потока	Турбореактивный двухконтурный авиа-двигатель АИ-25	—
Параметры генератора: суммарный расход воздуха, кг/с напор газового потока, кПа расход топлива, кг/ч Температура выходящих газов, °С: высокотемпературный контур низкотемпературный контур	36 42 До 550 490–500 55	— — — — —
Отвал: длина в рабочем положении (с удлинителями), мм ширина захвата, мм нож	5410 4500 1320 Резиновый	5410 4500 1320 Резиновый
Щетка: диаметр, мм частота вращения, с <sup>-1</sup> максимальная потребляемая мощность, кВт	850–900 До 11,3 —	900 До 10,8 100
Скорость, км/ч: рабочая транспортная	До 40 До 40	До 40 До 40
Габаритные размеры в транспортном положении, мм: длина ширина высота	15134 3150 3300	14350 3150 3400
Масса конструктивная, кг	Не более 27250	25800

Топливный бак, привод генератора и аккумуляторный ящик установлены сзади тягача. На кабине закреплены фары и проблесковый маячок. К лонжеронам рамы приварены два кронштейна с проушинами для крепления параллелограммной навески отвала и гидроцилиндров подъема отвала. Установка отвала (рис. 7.66) включает следующие узлы: отвал в сборе, балку, установку колес, гидроцилиндры, тяги, серьги.

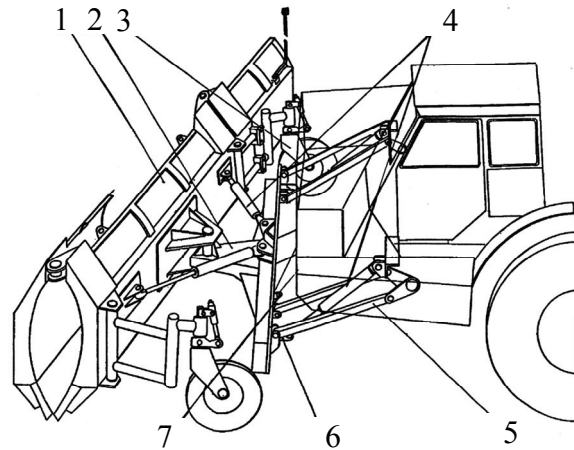


Рис. 7.66. Установка отвала машины ДЭ-224А: 1 – отвал в сборе; 2 – балка; 3 – установка колес; 4 – гидроцилиндры; 5 – тяга; 6 – серьга; 7 – ролик

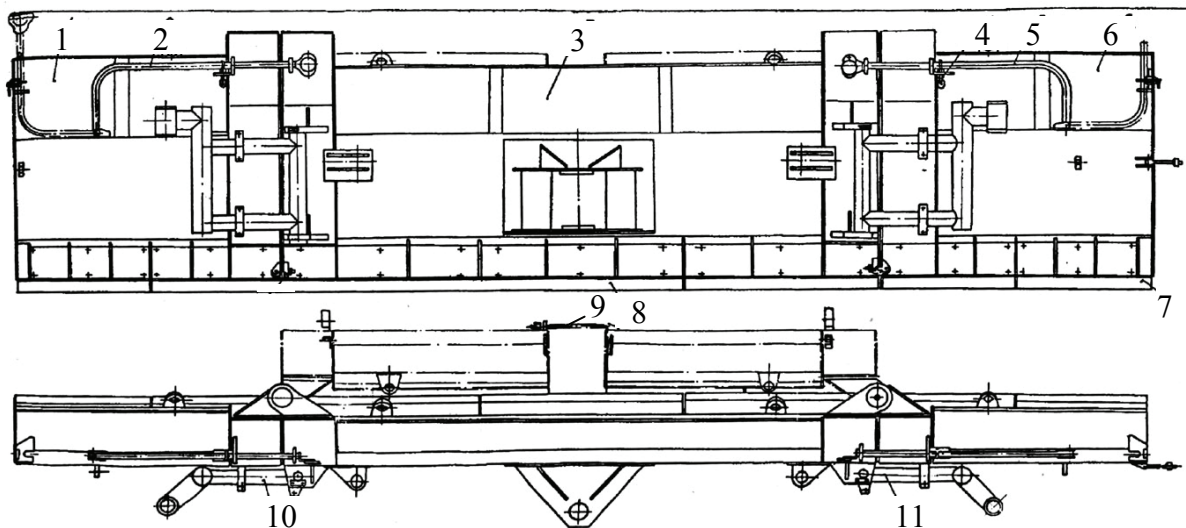


Рис. 7.67. Отвал в сборе: 1, 6 – удлинители; 2, 5 – штанги; 3 – отвал; 4 – фиксатор; 7 – нож удлинителя; 8 – нож; 9 – откидной болт; 10, 11 – рамки

На доработанную раму тягача с помощью тяг и гидроцилиндров навешивается балка, соединенная с кронштейном отвала посредством пальца. Поворот отвала в плане осуществляется вокруг этого пальца гидроцилиндром. Отвал (рис. 7.67) выполнен секционным с боковыми удлинителями, которые в рабочем положении жестко крепятся к средней части, а в транспортном положении повернуты вперед и скреплены между собой.

В работе отвал опирается на два рояльных колеса, при помощи которых устанавливается определенный зазор между резиновой кромкой отвала и очищаемой поверхностью. Рояльные колеса (рис. 7.68) смонтированы на рамках и шарнирно связаны со средним отвалом.

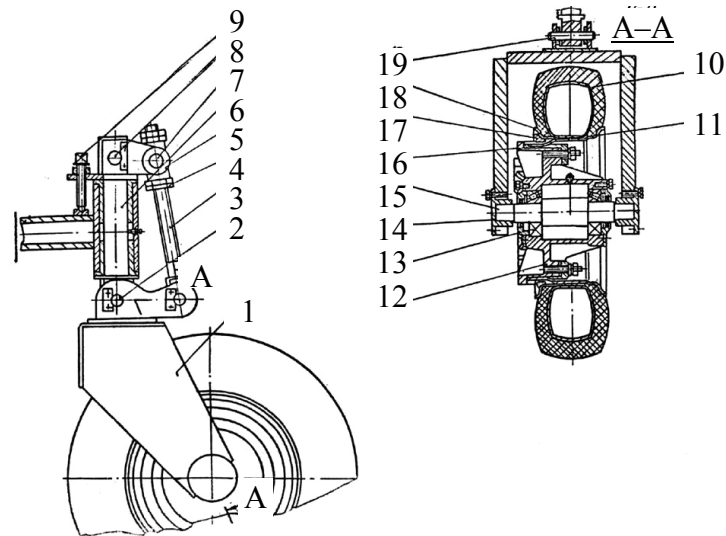


Рис. 7.68. Установка колес: 1 – вилка; 2, 8, 15 – оси; 3, 9 – болты; 4 – гайка; 5 – опора; 6 – стойка; 7 – крестовина; 10 – шина в сборе; 11 – обод колеса; 12 – ступица; 13 – подшипник; 14 – крышка; 16 – прижим; 17 – кольцо; 18 – кольцо бортовое; 19 – ось

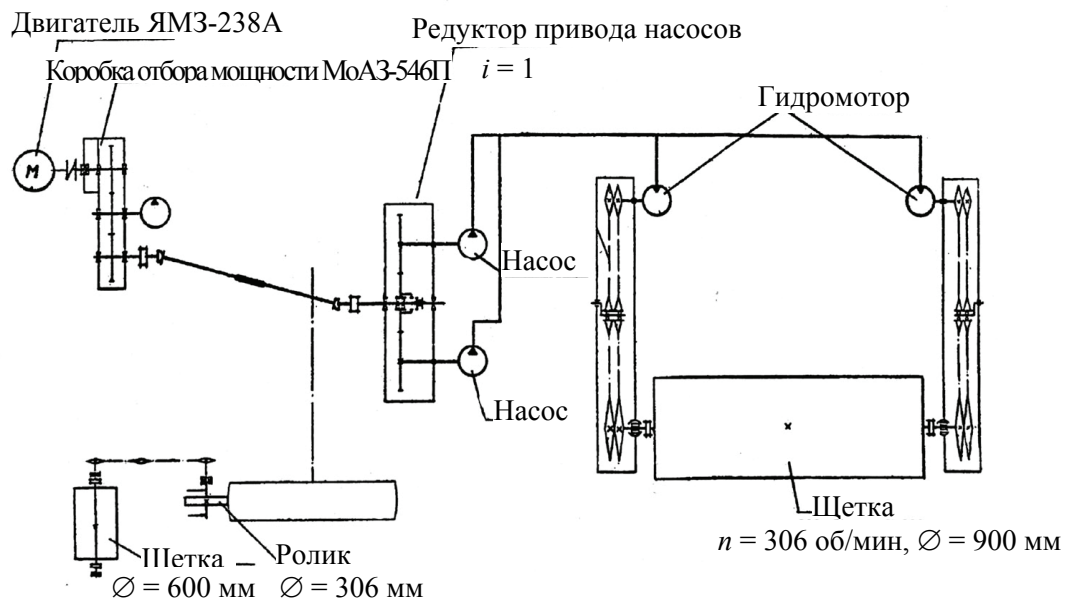


Рис. 7.69. Схема кинематическая машины ДЭ-224А

В рабочем положении рамки рояльных колес фиксируются относительно удлинителей, при этом трубы рамок входят в вырезы захватов, приваренных на удлинителях, и фиксируются планками. Удлинители крепятся к концам среднего отвала при помощи верхнего шарнирного соединения. В среднем отвале имеются центральный кронштейн для крепления к балке, кронштейны для крепления штоков гидроцилиндров поворота отвала и проушины для крепления рамок рояльных колес. Крепление рамок к центральному отвалу осуществляется при помощи осей.

На рис. 7.69 приведена принципиальная кинематическая схема привода щеток.



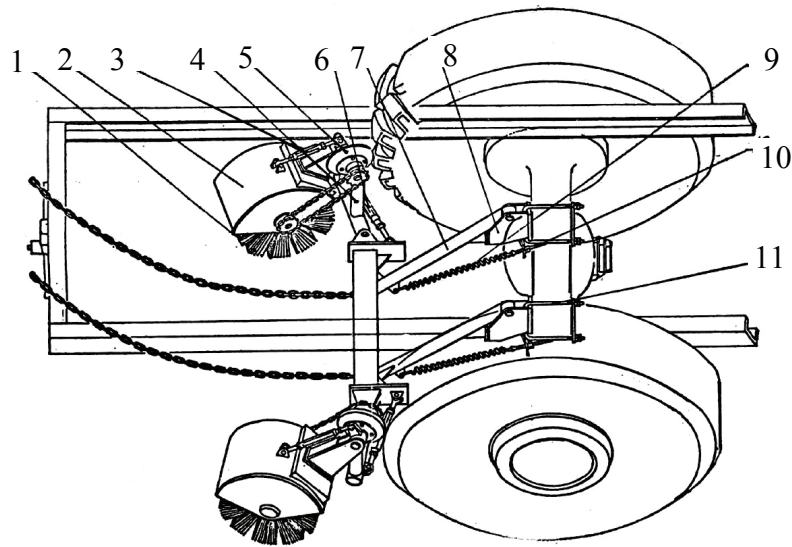


Рис. 7.70. Установка противонакатного устройства машины ДЭ-224А: 1 – щетка; 2 – корпус; 3, 6 – талрепы; 4 – опора; 5 – каток; 7 – рамка; 8 – кронштейн; 9 – пружина; 10 – болт; 11 – стремянка

Противонакатное устройство (рис. 7.70) предназначено для удаления снега перед колесами тягача и предотвращения образования накатного следа. Удаление снега осуществляется двумя щетками, установленными под углом перед колесами тягача. Вращение каждой из щеток осуществляется при помощи цепной передачи от ролика, находящегося в контакте с колесом тягача. На площадках корпуса моста тягача при помощи стремянок закреплены два кронштейна. В проушинах этих кронштейнов шарнирно установлена рамка, на конце которой в вертикальных шарнирах укреплены опоры. К кронштейнам опор шарнирно крепятся кожухи щеток и резиновые приводные катки. Рамка вместе со всем противонакатным устройством связана опорной балкой отвала при помощи двух цепей, обеспечивающих перевод всего устройства в рабочее и транспортное положения. В рабочем положении рамка упирается на нерегулируемые опоры, приваренные к кронштейнам. Заглубление щетки по мере ее износа регулируется талрепом, который крепится к рамке и кожуху. Прижим катка к колесу регулируется другим талрепом, который установлен между опорой и рамкой.

Передача крутящего момента на щетку происходит следующим образом. Резиновый ролик (рис. 7.71), закрепленный на ведущем валу при помощи фланца, в рабочем положении находится в контакте с колесом тягача. За счет силы трения, возникающей в точке контакта ролика с колесом, происходит вращение ведущего вала, установленного на подшипниках в расточенной втулке опоры. Соосно с валом на этой же опоре на пальце шарнирно установлен кожух щетки. На этом кожухе закреплены корпуса, в которых на подшипниках установлены валы. На фланцах валов установлена щетка, а на противоположном конце одного из валов – ведомая звездочка цепной передачи.

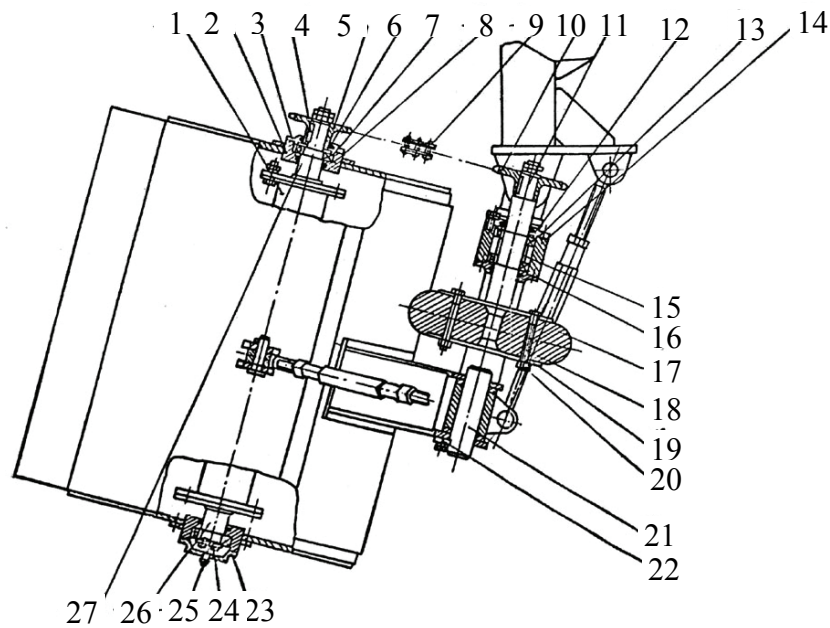


Рис. 7.71. Противонакатное устройство: 1 – щетка; 2 – корпус; 3, 12, 16, 23 – крышки; 4 – шпонка; 5, 10 – звездочки; 6 – кольцо; 7 – подшипник; 8, 14 – прокладки; 9 – цепь; 11, 26, 27 – валы; 13 – подшипник; 15 – втулка; 17 – каток; 18 – болт; 19 – фланец; 20 – гайка; 21 – ось; 22 – оседержатель; 24 – шайба; 25 – масленка

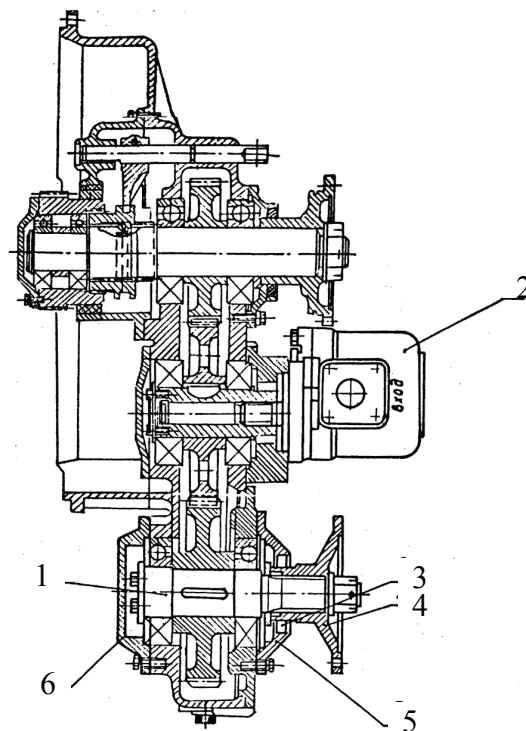


Рис. 7.72. Коробка отбора мощности: 1 – вал; 2 – насос; 3 – манжета; 4 – фланец; 5, 6 – крышки

Привод основной щетки машины осуществляется от двигателя базовой машины через доработанную коробку отбора мощности (рис. 7.72). Доработка заключается в замене нижнего вала, на шлицевом конце которого установлен фланец для присоединения карданного вала редуктора привода насосов.

Редуктор привода насосов (рис. 7.73) служит для привода насосов, питающих гидромоторы привода вращения щетки. Редуктор работает следующим образом. Для включения привода насосов полумуфта вводится в зацепление с внутренним зубчатым венцом шестерни с помощью вилки, закрепленной на штоке. Шток передвигается в рабочее положение и обратно с помощью рукоятки, установленной на корпусе редуктора.

Для запуска авиадвигателя АИ-25 посредством подачи напряжения на его стартер служит генератор. Привод генератора (рис. 7.74) осуществляется с помощью гидромотора, на валу которого закреплена полумуфта, соединенная с полумуфтой генератора.

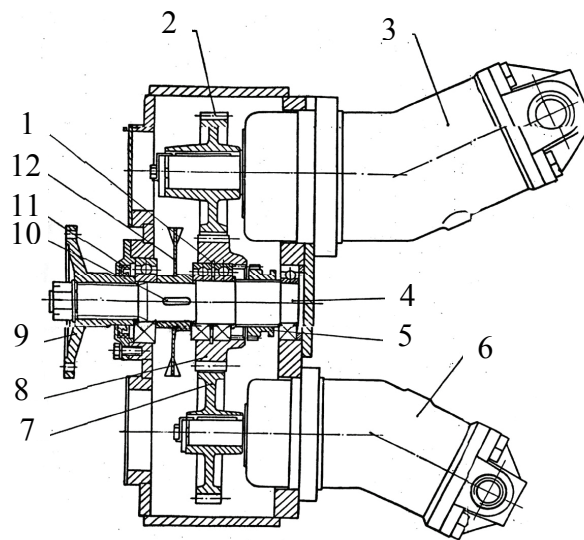


Рис. 7.73. Редуктор привода насосов: 1 – кольцо; 2, 7, 8 – шестерни; 3, 6 – насосы; 4 – вал; 5 – полумуфта; 9 – фланец; 10 – шпонка; 11 – манжета; 12 – крыльчатка

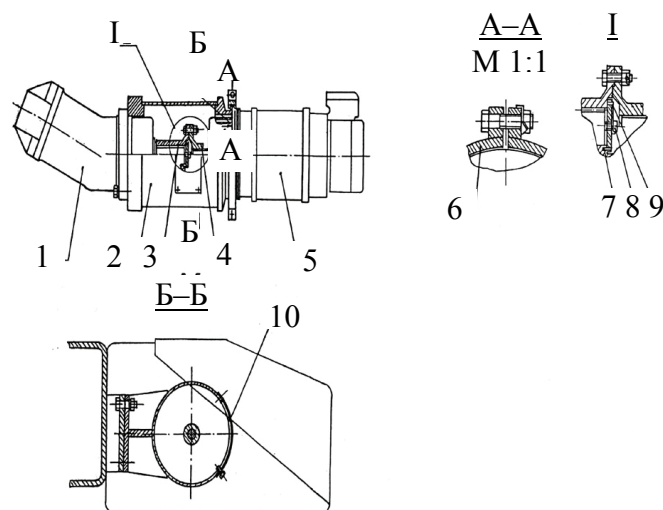


Рис. 7.74. Установка генератора: 1 – гидромотор; 2 – опора; 3, 4 – полумуфты; 5 – генератор; 6 – хомут; 7 – штифт; 8 – болт; 9 – шайба; 10 – крышка

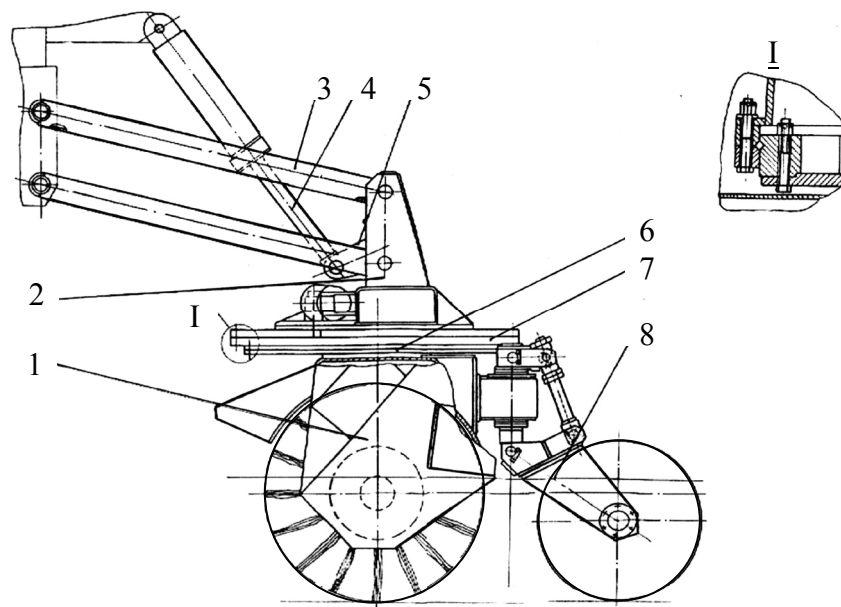


Рис. 7.75. Установка щетки: 1 – щетка с приводом; 2 – рама; 3 – тяга; 4 – гидроцилиндр; 5 – серьга; 6 – переходник; 7 – опора; 8 – колесо

Рама задних колес машины сварной конструкции предназначена для монтажа на ней сборочных единиц и оборудования, а также для размещения баков питания топливом авиадвигателя. Передняя часть рамы образует седельно-сцепное устройство, задняя часть с кронштейнами для установки цапф колес предназначена для размещения авиадвигателя и гидроприводов, а средняя (трубы большого диаметра) для размещения топлива и навески щеточного устройства.

Щеточное устройство предназначено для удаления снега, оставшегося после отвала, толщиной 2–3 см. Установка щетки (рис. 7.75) состоит из следующих основных узлов: щетки с приводом, рамы навески щетки, тяг, гидроцилиндров, серги, переходника, опоры и двух колес.

Щетка, представляет собой набор секций с заделанными в них пучками ворса, посаженными на полый вал. Торцевые поверхности щетки жестко соединены с опорами, заканчивающимися шлицами. Привод щетки (рис. 7.76) осуществляется двумя гидромоторами с помощью цепных передач и механизма их натяжения (рис. 7.77). Гидромоторы установлены в корпусах по краям рамы, в центральной части которой имеется площадка для крепления к ней переходника. Переходник соединяется с рамой навески щетки при помощи подшипника качения. Рама навески соединяется с базовой машиной с помощью гидроцилиндра через сергу и тяги в виде параллелограммной подвески. В нижней части рамы навески имеются отверстия для крепления к ней поворотного круга. В кронштейне, приваренном к раме щетки, установлен стакан с втулками, в которых закреплена стойка с возможностью поворота вокруг вертикальной оси, шарнирно связанная с регулировочной тягой и вилкой с колесом.

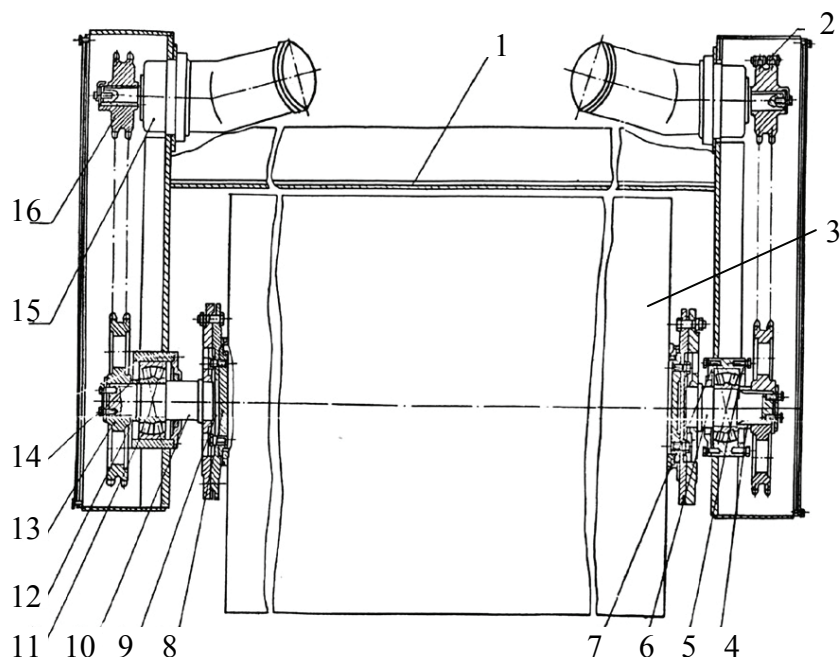


Рис. 7.76. Щетка с приводом: 1 – рама щетки; 2 – цепь; 3 – щетка; 4, 12 – втулки; 5, 7 – крышка; 6, 10 – опоры; 8 – вал; 9 – фланец; 11 – подшипник; 13, 16 – звездочки; 14 – прокладки; 15 – гидромотор

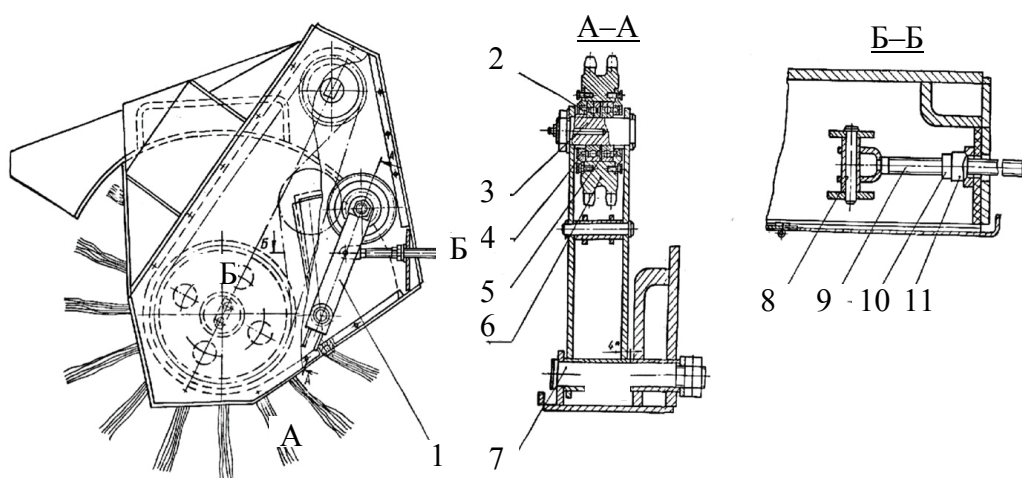


Рис. 7.77. Натяжной механизм: 1 – рычаг; 2 – манжета; 3, 7, 8 – оси; 4 – крышка; 5 – подшипник; 6 – натяжная звездочка; 9 – тяга; 10 – контргайка; 11 – гайка специальная

Колеса щетки (рис. 7.78) крепятся к раме и служат опорой при ее работе. Относительно колес производится заглубление и подъем щетки, по мере износа ворса обеспечивается необходимое усилие прижима щетки к очищаемой поверхности.

В кронштейне, приваренном к раме щетки, установлен стакан с втулками, в которых закреплена стойка, связанная шарнирно с вилкой. Положение колеса по высоте регулируется с помощью винта, один конец которого осью соединен с вилкой, а второй при помощи крестовины шарнирно прикреплен к кронштейну на стойке. В транспортном положении колесо фиксируется при помощи болта.



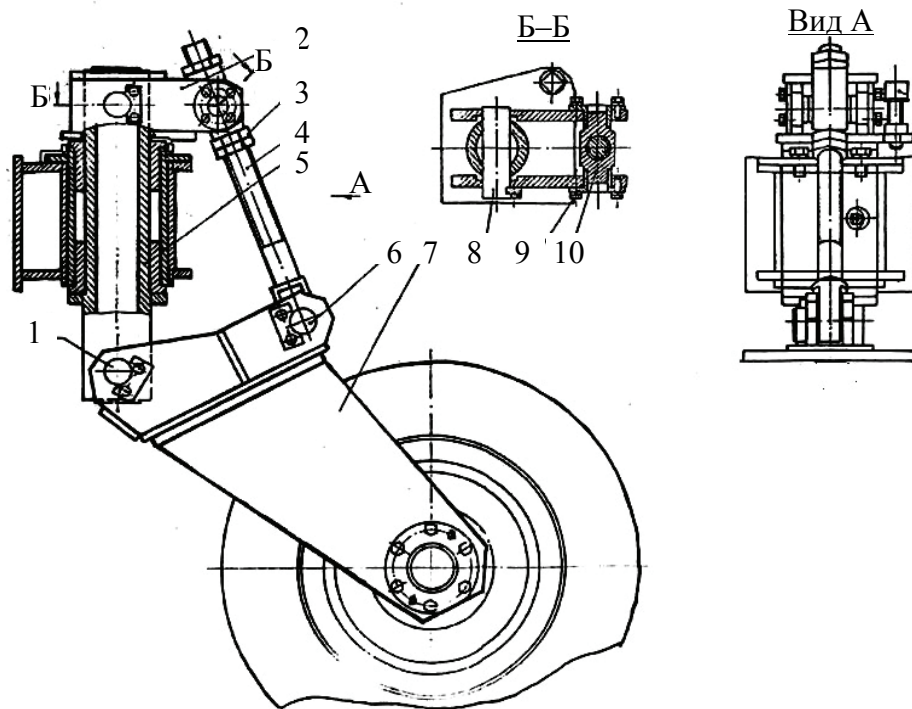


Рис. 7.78. Колесо щетки: 1, 6, 8 – оси; 2 – кронштейн; 3 – гайка; 4 – болт; 5 – стойка; 7 – вилка; 9 – стакан; 10 – крестовина

Шина (660×200 от самолета «ТУ-134») с помощью обода, кольца бортового, кольца замочного и прижимов смонтирована на ступице. Ступица установлена на подшипниках, которые опираются на ось. Давление в шинах 0,8–0,9 МПа.

На рис. 7.79 показана установка задних колес. Ступица колес крепится на цапфе с помощью конических подшипников и свободно вращается на них. К ступице крепится тормозной барабан, внутри которого размещены тормозные колодки. Механизм привода торможения осуществляется с помощью тормозной камеры.

Газопровод предназначен для направления на покрытие газового потока, генерируемого авиадвигателем. Газопровод обеспечивает разделение высокотемпературного и низкотемпературного потоков с возможностью подвода к покрытию только низкотемпературного потока с пропуском высокотемпературного потока в обратную сторону движения машины.

Установка газопровода (рис. 7.80) состоит из следующих основных частей: газопровода, двух патрубков и заслонки. Перемещение патрубков и заслонки производится гидроцилиндрами.

При необходимости производить очистку ВПП с исключением попадания на покрытие газов высокотемпературного контура заслонка перекрывает попадание потока из полости А в полость Б и высокотемпературный поток направляется в атмосферу.

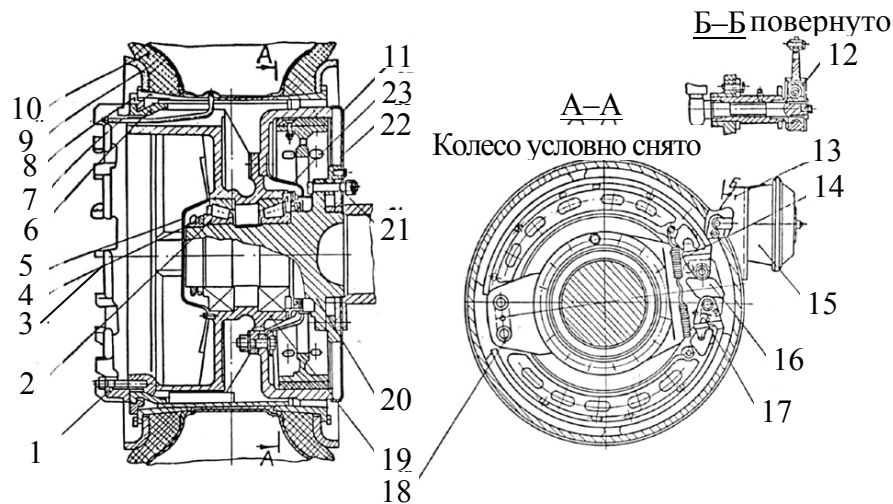


Рис. 7.79. Установка колес: 1 – нажимной барабан; 2 – подшипник; 3 – шайба; 4 – гайка; 5 – крышка; 6 – обод; 7 – кольцо; 8 – замочное кольцо; 9 – бортовое кольцо; 10 – шина; 11 – диск; 12 – рычаг тормоза; 13 – кронштейн; 14 – пружина; 15 – камера; 16 – кулак; 17 – колодка тормоза; 18 – ось; 19 – ступица; 20 – цапфа колеса; 21 – суппорт тормоза; 22 – крышка; 23 – маслоотражатель

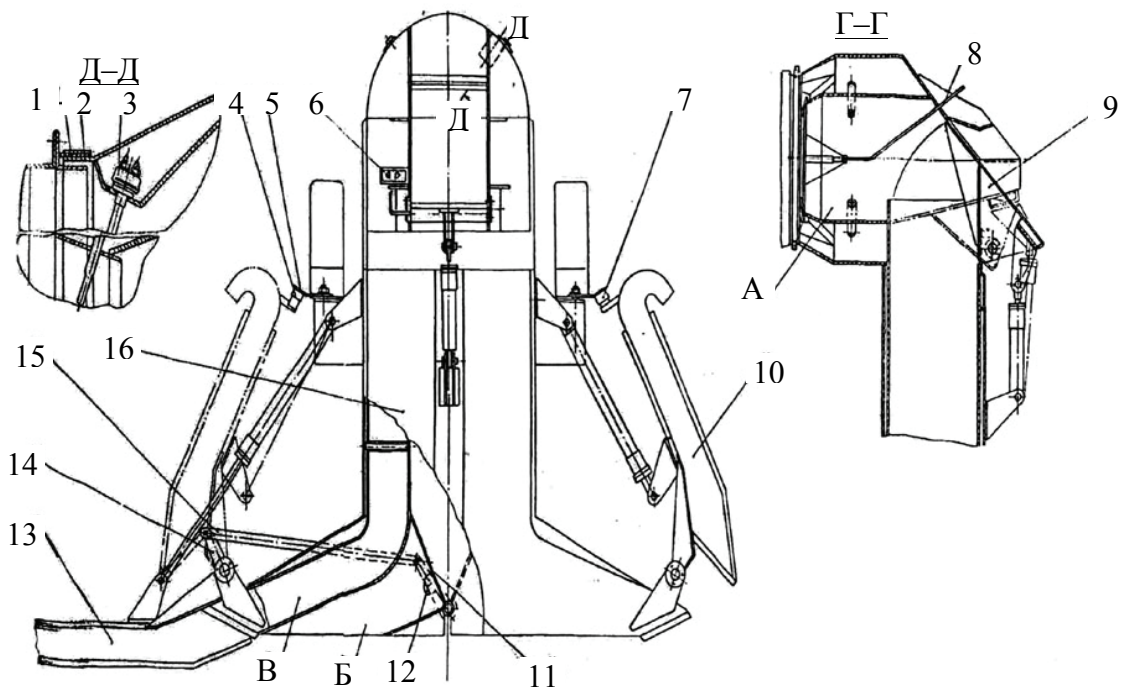


Рис. 7.80. Установка газопровода машины ДЭ-224: 1 – прокладка; 2 – хомут; 3 – термомпара; 4, 6, 7 – выключатель конечный бесконтактный; 5 – кронштейн; 8 – трубка; 9, 11 – заслонки; 10, 13 – патрубки; 12, 14 – рычаги; 15 – тяга; 16 – газопровод; А, Б, В – полости

Низкотемпературный поток направляется в полость Б, причем  $1/5$  часть его – через один из патрубков (в зависимости от направления очистки), патрубок поднимается, освобождая выход остальной части низкотемпературного потока.



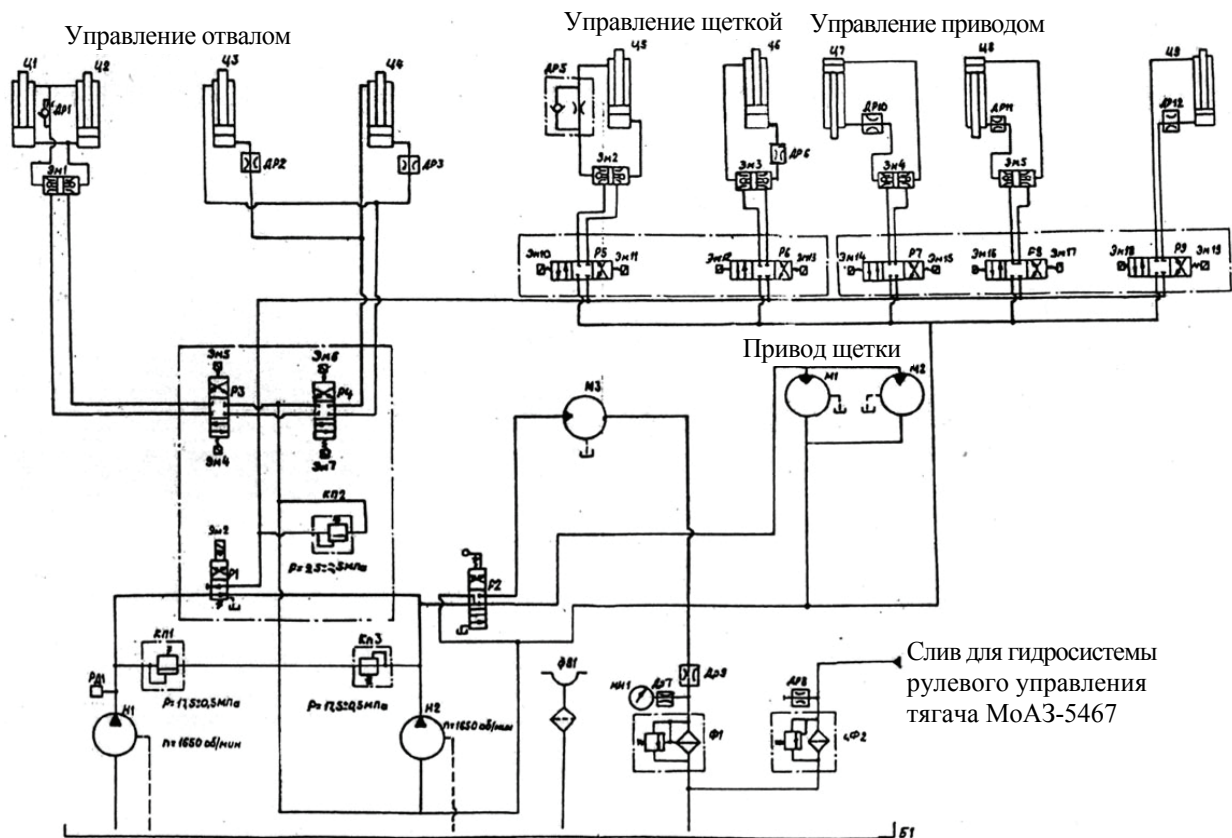


Рис. 7.81. Схема гидравлическая принципиальная машины ДЭ-224А

Гидросистема машины предназначена для осуществления всех перемещений рабочих органов, привода щетки и генератора, а также защиты всех приводов машины от перегрузок. Принципиальная гидравлическая схема показана на рис. 7.81.

Управление рабочим органом машины и запуск авиадвигателя дистанционные, из кабины водителя оператора, в которой размещены пульта управления.

При ремонте ДЭ-224А выполнена реконструкция некоторых узлов и систем машины: сняты авиационный двигатель и система подачи высокотемпературного и низкотемпературного потоков газовой струи на покрытие ИВПП; заменена система механического привода противонакатного устройства на гидравлический привод; установлена дополнительная силовая установка с двигателем ЯМЗ-236 для привода гидравлического насоса 310.3.160.03, питающего гидромоторы привода щетки; доработаны гидросистема и электрооборудование, обеспечивающие работу и управление всеми агрегатами машины.

Общий вид машины ДЭ-224А-ТО1 показан на рис. 7.82, а принципиальная гидравлическая схема приведена на рис. 7.83.

Принцип действия машины заключается в последовательном воздействии на снег снегоочистительного отвала и высокоскоростной щетки. Отвал удаляет основную массу снега перед машиной, а щетка производит окончательную очистку.

При небольшой высоте снежного покрова (2–3 см) отвал в работе может не участвовать. В этом случае работает только щетка. При очистке от снега грунтовых полос аэродромов и полос безопасности в работе участвует только снегоочистительный отвал.

На рис. 7.84 показана кинематическая схема машины.

От доработанной коробки отбора мощности тягача вращение с помощью карданного вала передается зубчатой муфте. Она предназначена для включения и отключения насоса типа 310.3.160.03. Двигатель ЯМЗ-236 через муфту соединен с таким же насосом.

При уборке снега с твердых покрытий ВПП, РД используется противонакатное устройство. Оно имеет две щетки, расположенные перед колесами тягача, и предназначено для уборки снега перед передними колесами тягача с целью предотвращения образования уплотненного следа за колесами. Привод щеток осуществляется гидромоторами типа 310.3.56.00. Рабочая жидкость к гидромоторам поступает от двух насосов типа НШ-40М-4Л.

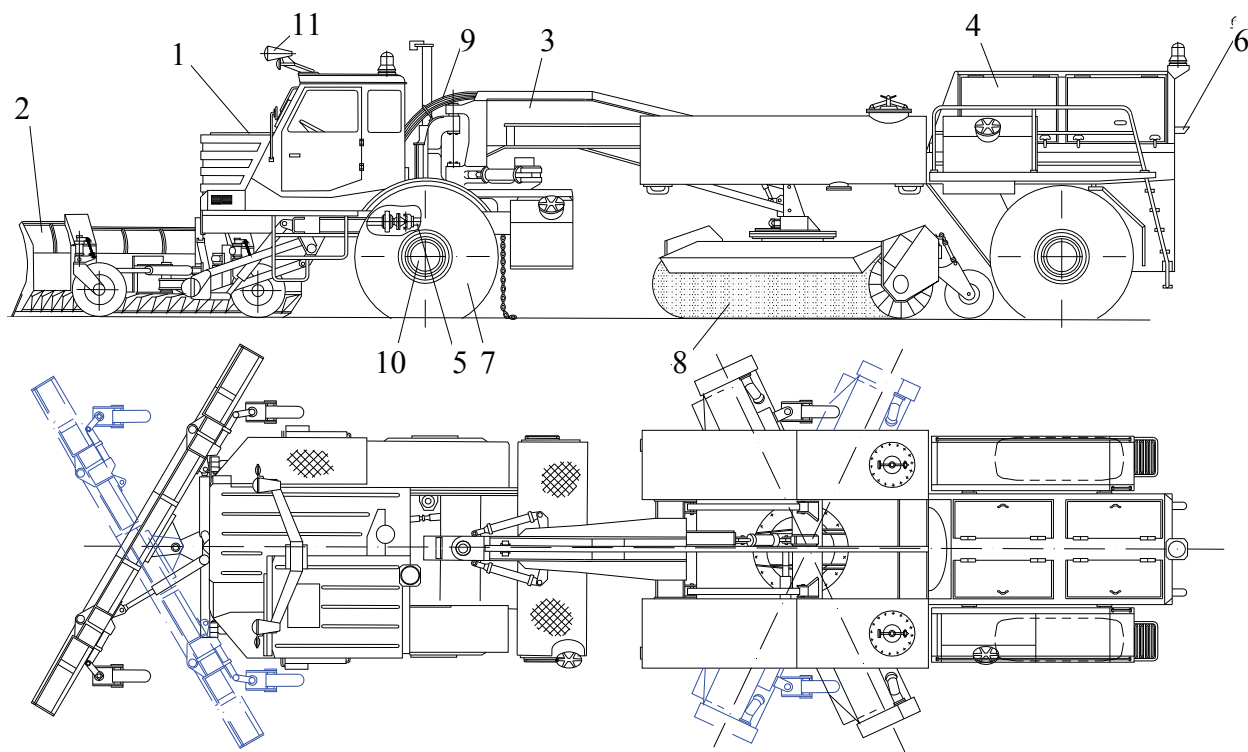


Рис. 7.82. Аэродромная уборочная машина ДЭ-224А-ТО1: 1 – тягач; 2 – отвал; 3 – рама; 4 – облицовка; 5 – установка гидронасосов; 6 – установка силовая; 7 – колесо ведущее; 8 – щетка; 9 – гидросистема; 10 – ось ведущего колеса; 11 – электрооборудование

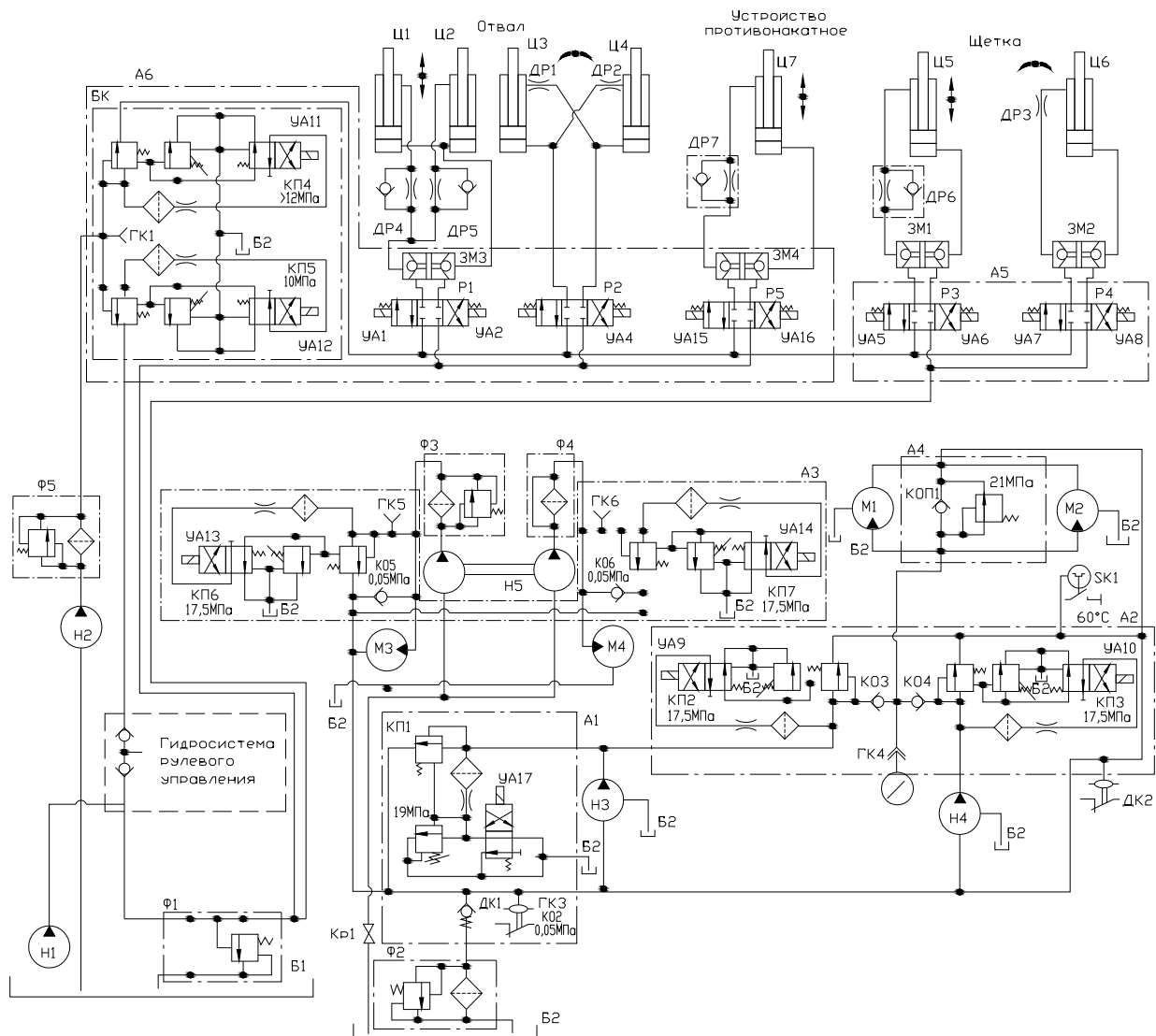


Рис. 7.83. Принципиальная гидравлическая схема аэродромной уборочной машины ДЭ-224А-ТО1

Привод щетки осуществляется гидромоторами типа 310.112.00 от коробки отбора мощности тягача или двигателя ЯМЗ-236 через двухрядные цепные передачи. Щетка установлена на валу с опорами, имеющими двухрядные звездочки.

**Аэродромная уборочная универсальная машина ДЭ-235.** Базовой машиной является одноосный тягач МоАЗ-6442. Полуприцеп соединен с тягачом седельно-сцепным устройством (рис. 7.85). В передней части установлен составной отвал. Он конструктивно не отличается от отвала машины ДЭ-224А. Рама сварной конструкции является основой полуприцепа. На ней размещены: силовая установка, трансмиссия, генератор потока с воздухопроводом, кронштейны для установки задних колес полуприцепа.

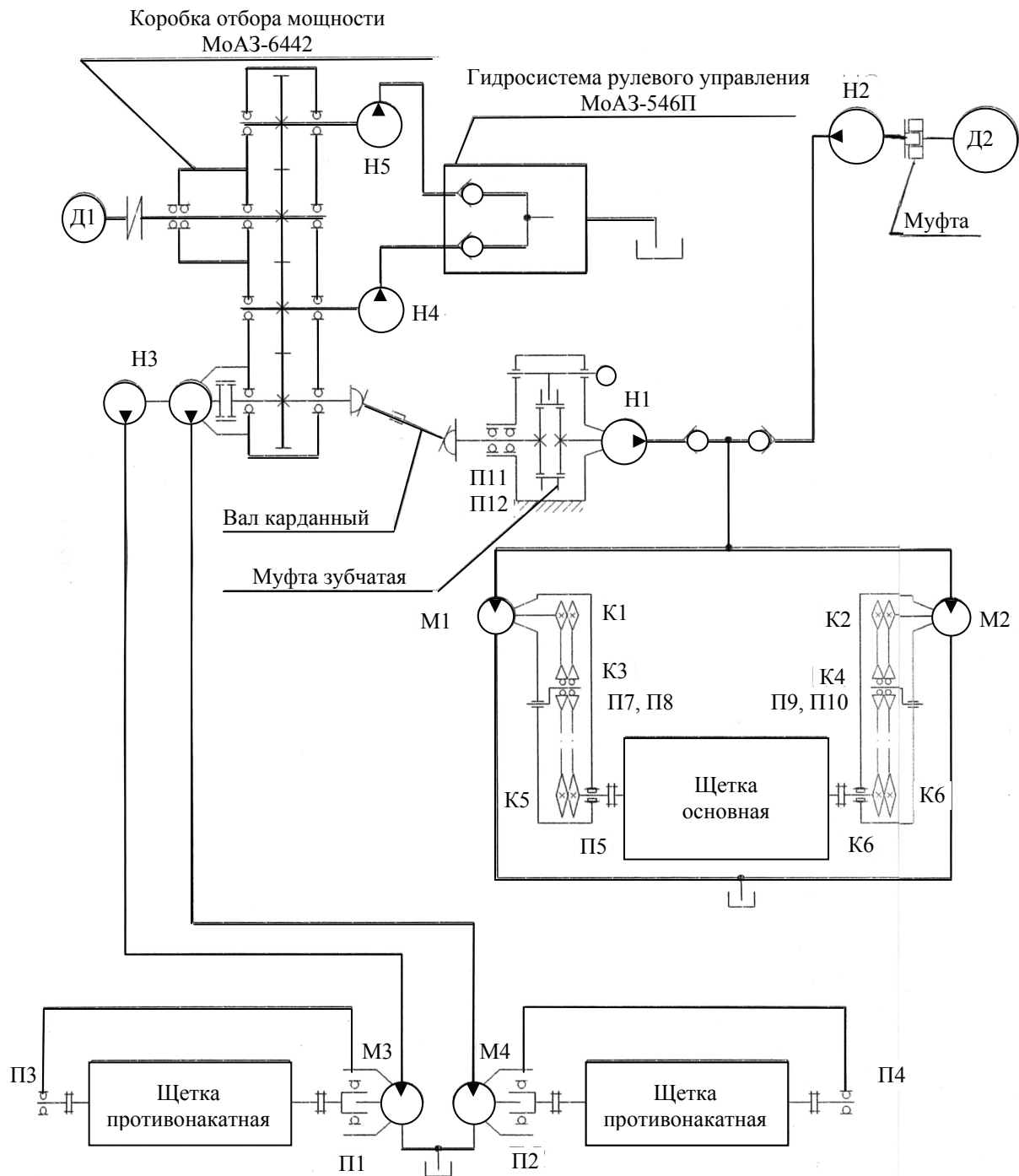


Рис. 7.84. Схема кинематическая принципиальная снегоуборочной машины ДЭ-224А-ТО1: Д1, Д2 – двигатели соответственно ЯМЗ-238, ЯМЗ-236; Н1, Н2 – насос 310.3.160.03; Н3 – насос НШ40-40М-4Л; Н4, Н5 – насос НШ50М-4; М1, М2 – гидромотор 310.3.112.00; М3, М4 – гидромотор 310.3.56.00; К1–К6 – звездочки двухрядные; П1–П12 – подшипники

Основой рамы являются трубы большого диаметра, в которых размещается топливо для авиадвигателя. Задняя поперечина рамы является емкостью для топлива дизельного двигателя. Под передней балкой рамы установлены направляющие для установки и фиксации съемного теплового рабочего органа с авиадвигателем Д-30.

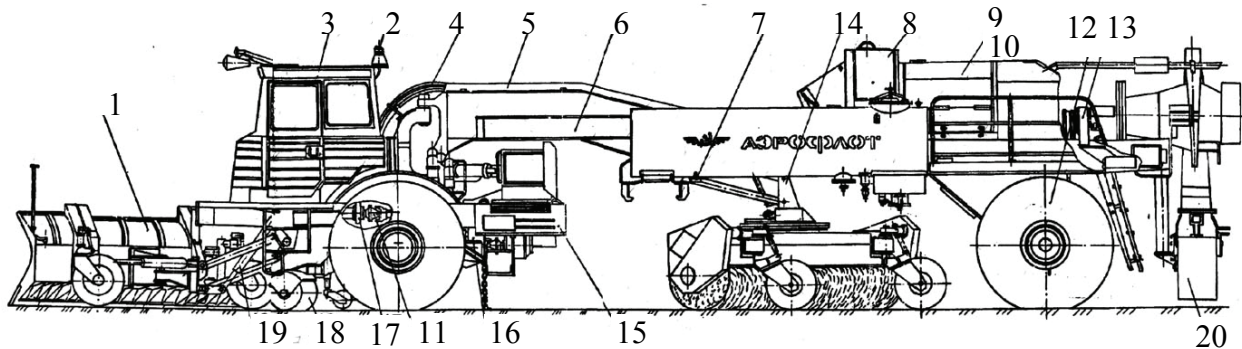


Рис. 7.85. Аэродромная уборочная универсальная машина ДЭ-235: 1 – установка отвала; 2 – электрооборудование; 3 – тягач; 4 – пневмосистема; 5 – балка; 6 – рама; 7 – топливная система; 8 – облицовка; 9 – силовая установка; 10 – редуктор отбора мощности; 11 – вал карданный; 12 – установка колес; 13 – редуктор привода компрессора; 14 – установка щетки; 15 – установка генератора; 16 – привод насоса; 17 – коробка отбора мощности; 18 – установка противонакатного устройства; 19 – гидросистема; 20 – агрегат газоструйный

В задней части машины размещен дизельный двигатель, соединенный с генератором холодного воздуха, на выходе из которого установлен воздухопровод. В качестве генератора холодного воздуха используется компрессор авиационного двигателя ВК-1А с улиткой.

Технические характеристики машины ДЭ-235 приведены в табл. 7.11.

Перед ведущими колесами тягача установлено противонакатное устройство (рис. 7.86) в виде двух щеток, осуществляющих удаление снега перед колесами тягача. Вращение каждой щетки осуществляется гидромотором с помощью одноступенчатой шестеренной передачи. Навеска противонакатного устройства осуществляется с помощью тяг, шарнирно установленных в кронштейнах картера ведущего моста тягача и рамки с колесом. В рабочем положении рамки опираются на колеса. Противонакатное устройство связано с опорной балкой отвала с помощью цепей, обеспечивающих привод всего устройства в рабочее и транспортное положения.

На рис. 7.87 представлена кинематическая схема машины ДЭ-235.

На доработанной коробке отбора мощности тягача (рис. 7.88) установлено два насоса рулевого управления НШ 50У-2 – основной и дополнительный. Дополнительный насос является также насосом привода гидроцилиндров гидросистемы привода щетки и вращения электрогенератора (на схеме не показан). От коробки отбора мощности при помощи карданного вала приводятся насосы привода щетки (рис. 7.89), кроме того, установлен аксиальный насос, который питает два гидромотора противонакатного устройства.

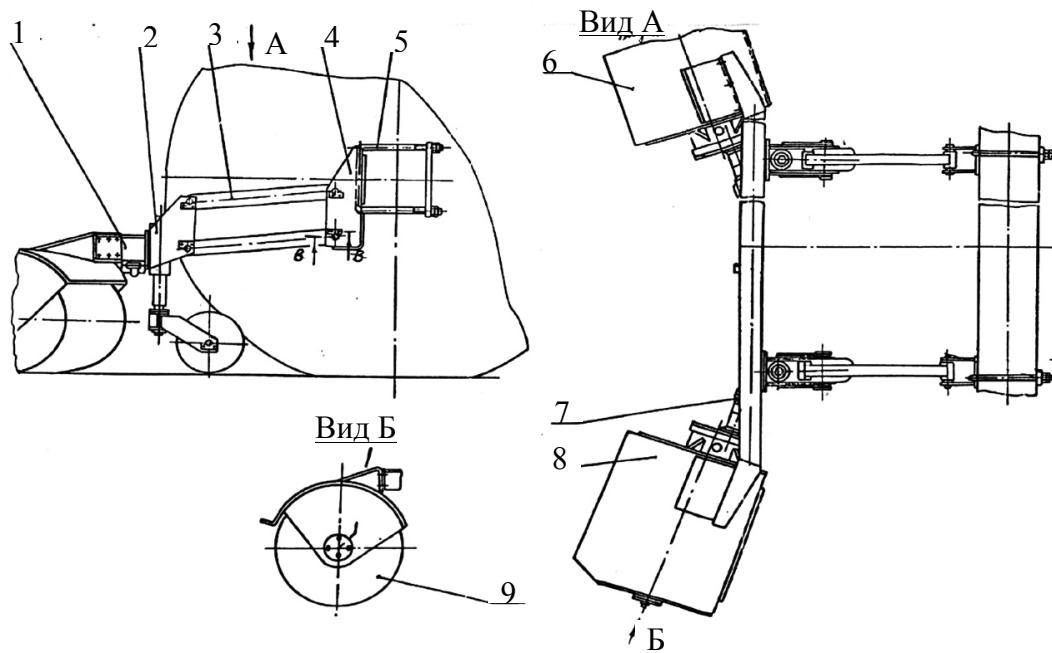


Рис. 7.86. Установка противонакатного устройства: 1 – рама; 2, 4 – кронштейны; 3 – тяга; 5 – стремянка; 6 – кожух; 7 – гидромотор; 8 – корпус; 9 – щетка

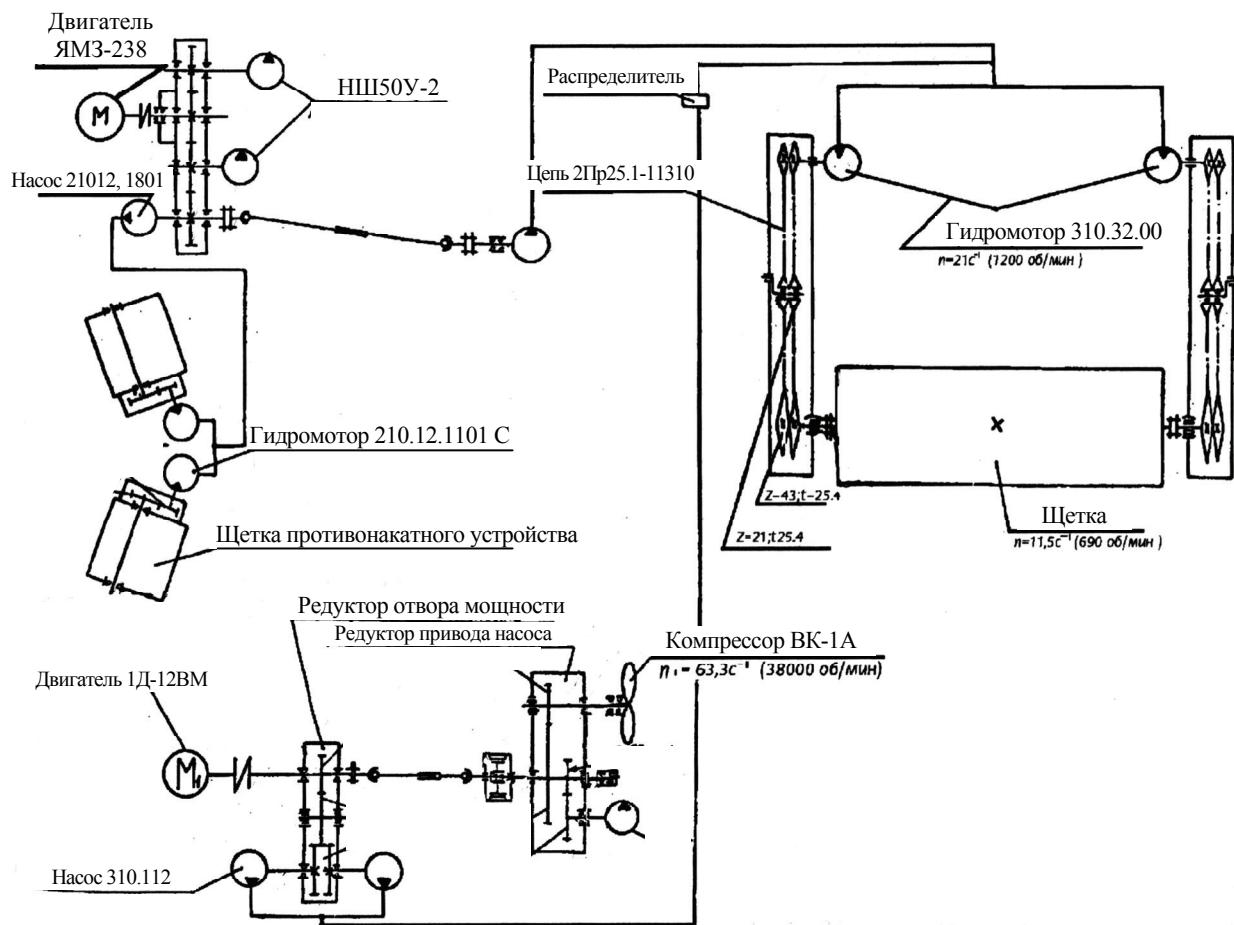


Рис. 7.87. Кинематическая схема машины ДЭ-235



Технические характеристики  
аэродромной уборочной универсальной машины ДЭ-235

Показатели	Значения
Базовая машина	Самоходная, на базе одноосного тягача МоАз-6442, со съемным рабочим органом
Мощность двигателя базового шасси, кВт (л. с.)	165 (225)
Мощность двигателя привода рабочих органов, кВт (л. с.)	294 (400)
Генератор низкотемпературного потока	Компрессор авиадвигателя ВК-1А
Параметры генератора:	
расход воздуха, кг/с	10,9
напор воздушного потока, кПа (мм вод. ст.)	20,8 (2080)
Скорость максимальная рабочая и транспортная, км/ч	44
Щетка:	
диаметр, мм	850–900
частота вращения, с <sup>-1</sup> (об/мин)	8,83–11,3 (530–680)
ширина захвата, мм	4000
Отвал:	
длина в рабочем положении, мм	5410
ширина захвата, мм	4520
Тип привода рабочих органов	Гидравлический
Съемный рабочий орган	Газоструйная установка с авиадвигателем Д-30
Авиадвигатель Д-30	
Параметры на режиме 0,8 номинального:	
тяга максимальная, кг	4000
расход топлива, кг/ч	2100
Конструктивная масса съемного рабочего органа, кг	4100
Эксплуатационная производительность при очистке ВПП:	
минимальная, км <sup>2</sup> /ч (га/ч)	
при очистке от мокрого и слежавшегося снега высотой 1–4 см	0,0735 (7,35)
при очистке от сухого свежевывавшего снега высотой 2–3 см	0,105 (10,5)
при очистке от сухого свежевывавшего снега высотой до 1 см с использованием съемного рабочего органа	0,95 (95)
то же, при сдувании низкотемпературным потоком	0,08 (18)
при удалении гололедных образований толщиной до 5 мм и просушке покрытий при температуре окружающего воздуха от 0 до минус 5 °С	0,0015 (1,5)
Габаритные размеры в транспортном положении, мм:	
длина	15520
ширина	3200
высота	3550
Масса конструктивная без съемного рабочего органа, кг	27800



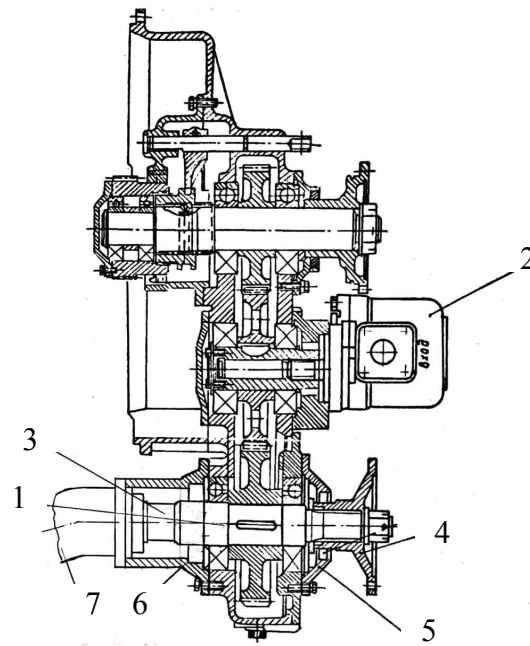


Рис. 7.88. Коробка отбора мощности машины ДЭ-235: 1 – вал ведомый; 2, 7 – гидронасосы; 3 – муфта соединительная; 4 – фланец; 5 – крышка; 6 – стакан

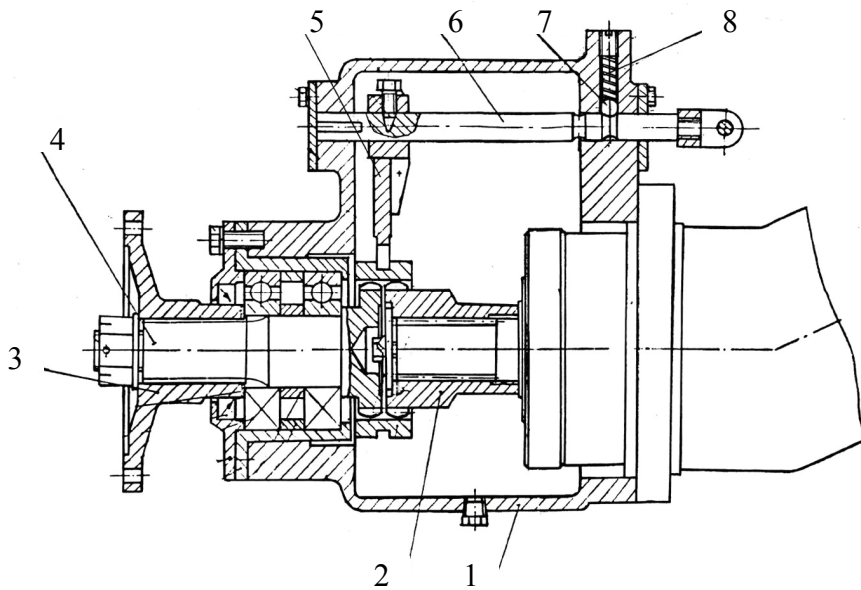


Рис. 7.89. Привод насоса: 1 – корпус; 2 – полумуфта; 3 – фланец; 4 – вал; 5 – вилка; 6 – ось; 7 – шарик; 8 – пружина

От дополнительного двигателя 1Д-12БМ вращение передается редуктору отбора мощности (рис. 7.90), на валу которого установлены два насоса. От первичного вала редуктора отбора мощности вращение при помощи карданного вала передается редуктору привода компрессора (рис. 7.91), причем крутящий момент – при помощи шинно-пневматической муфты.

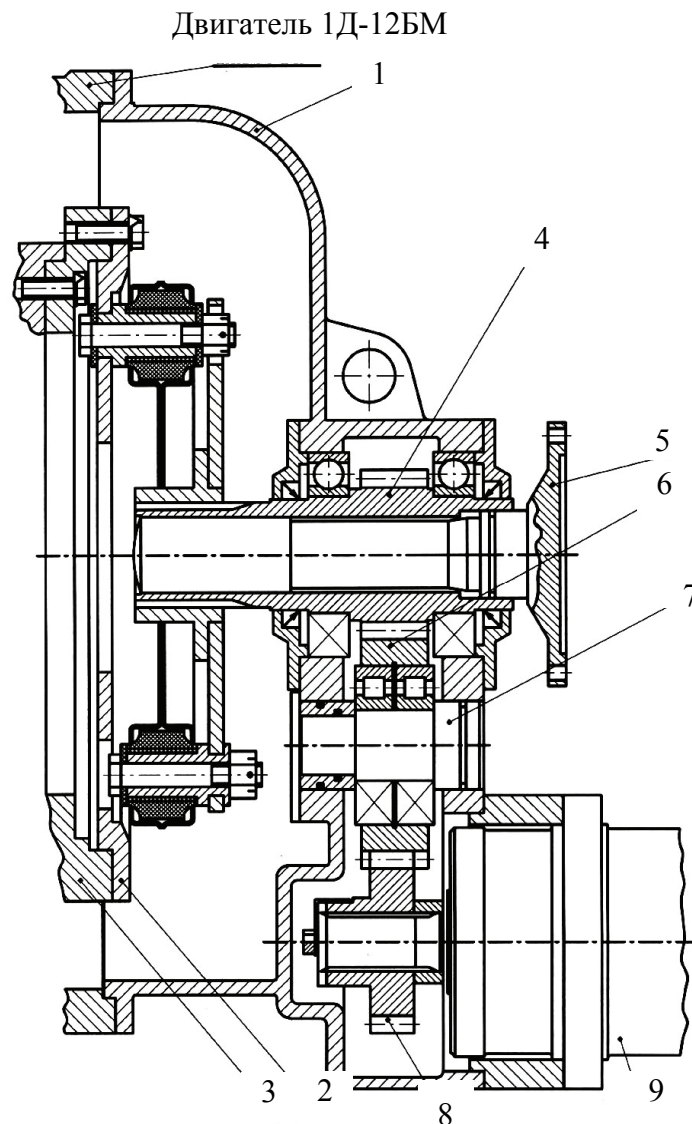


Рис. 7.90. Редуктор отбора мощности: 1 – корпус; 2 – муфта; 3 – переходник;  
4, 6, 8 – шестерни; 5 – фланец; 7 – ось; 9 – насос

Сжатый воздух по пневмоканалам подается в муфту, затем в камеру, закрепленную на внутренней цилиндрической поверхности ведомого барабана муфты, которая установлена на консольном шлицевом конце ведущего вала. На внутренней поверхности камеры укреплены фрикционные накладки. Ведущий барабан с фланцем свободно вращается на подшипниках, и к нему крепится карданная передача привода редуктора. После подачи сжатого воздуха в камеру накладки камеры вступают в контакт с наружной поверхностью ведущего барабана, в результате чего происходит его вращение, а с ним и шестерни, передающей вращение на ведомую вал-шестерню и фланец. Фланец через карданную передачу соединяется с компрессором. Для обеспечения надежной смазки в корпусе редуктора установлен масляный насос.

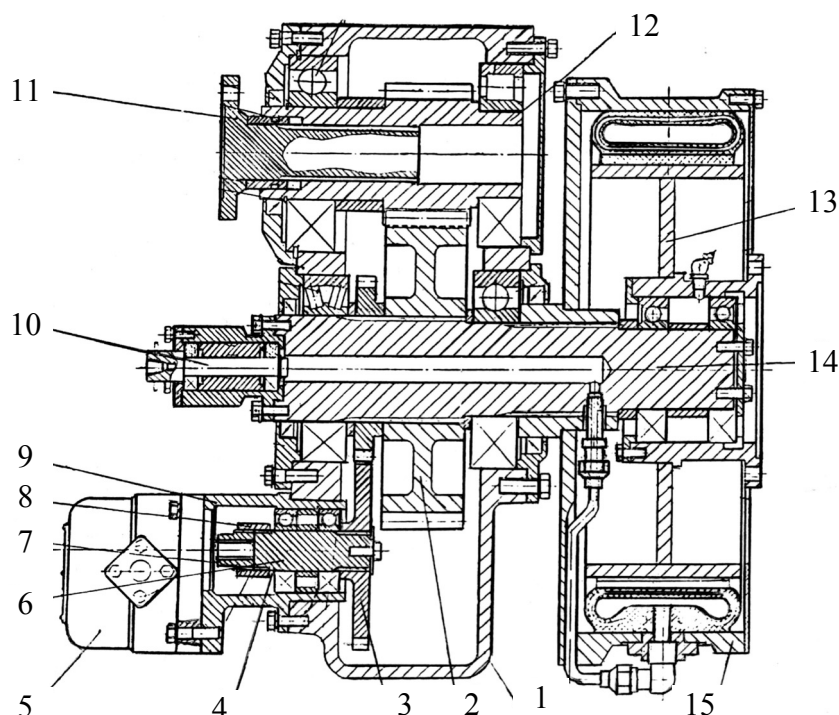


Рис. 7.91. Редуктор привода компрессора машины ДЭ-235: 1 – корпус; 2, 3 – шестерни; 4 – стопорная шайба; 5 – гидронасос; 6 – приводной вал; 7 – втулка; 8, 15 – муфты; 9 – стакан; 10 – штуцер; 11, 13 – фланец; 12 – вал-шестерня; 14 – вал

Пневмосистема смонтирована на базе тормозной системы тягача Мо-АЗ-6442 и питание воздухом осуществляется от регулятора давления пневмосистемы тягача.

Гидросистема машины предназначена для осуществления всех перемещений рабочих органов, привода щеток и генератора, противонакатного устройства, а также для защиты всех приводов машины от перегрузок.

Газоструйный агрегат (рис. 7.92) предназначен для генерирования холодного воздуха и направления его на покрытие в требуемую сторону, имеет компрессор с улиткой и газопроводом. К газопроводу шарнирно крепятся патрубки. В средней части газопровода установлена заслонка, обеспечивающая изменение направления потока воздуха в правый или левый патрубок. Подъем и опускание патрубков осуществляется с помощью гидроцилиндров. При опущении одного из патрубков за счет кинематической связи рычагов и тяг обеспечивается положение заслонки и направление потока воздуха в сторону опущенного патрубка.

Машины типа ДЭ-235 наиболее распространены, и их еще долго будут эксплуатировать в российских аэропортах. Большая часть парка этих машин требует капитального ремонта. При ремонте таких машин возможна замена рабочих органов на более эффективные немецкой фирмы «Шмидт». Снегоуборочные отвалы этой фирмы типа MF-9.3, MF-10.3 шириной 5710 и 6510 соответственно и ЕР-6 являются многосекционными, шарнирно прикреплены к несущей раме. При наезде на препятствие секция поднимается и безаварийно проходит над ним. Удары гасятся гидравлическим амортизатором.

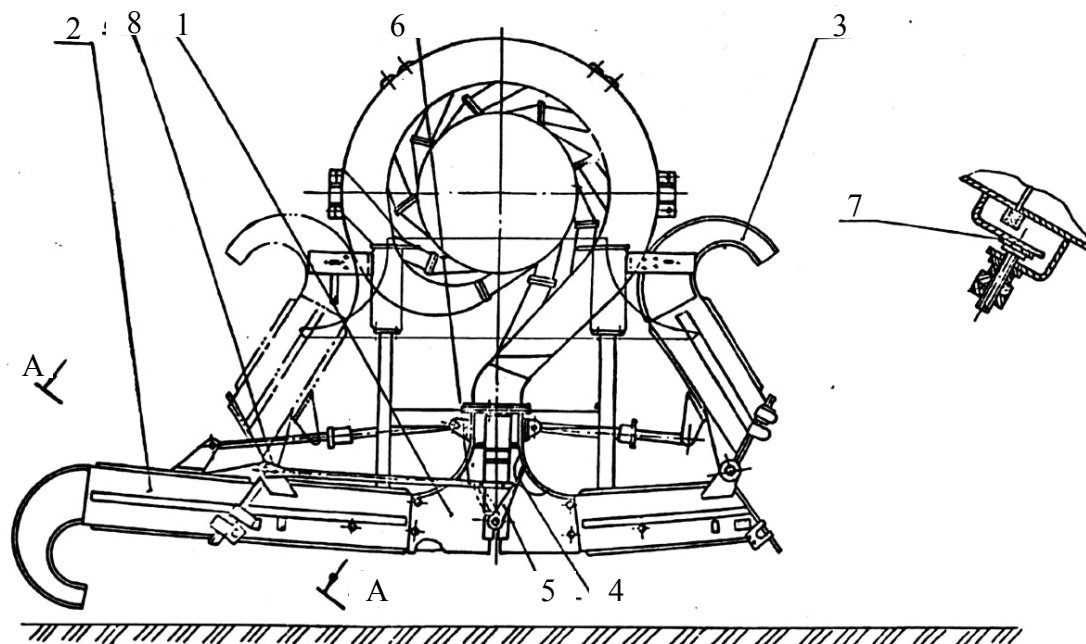


Рис. 7.92. Агрегат газоструйный машины ДЭ-235: 1 – газопровод; 2, 3 – патрубки; 4 – заслонка; 5 – рычаг; 6 – тяга; 7 – шайба

Нож обычно применяют полимерный из износостойкого материала. При встрече с препятствием он упруго деформируется.

Кроме того, в настоящее время выпускается подметально-продувочный агрегат модели RS-200, оборудованный дизелем мощностью 345 л. с., для привода цилиндрической щетки диаметром 0,914 м и шириной 4,16 м. Продувочный вентилятор создает воздушный поток скоростью 142 м/с. Мощность двигателя привода рабочих органов машины ДЭ-235 составляет 400 л. с. Таким образом, мощности двигателя привода рабочих органов достаточно для обеспечения привода агрегата RS-200, и он может быть установлен на машину ДЭ-235 с некоторой доработкой присоединительных узлов.

Компания AEROSPASE Республики Беларусь предлагает аэродромные уборочные машины А-9463 и АС-4000. Техническая характеристика этих машин приведена в табл. 7.12.

Аэродромная уборочная машина А-9463 является скоростным аналогом ДЭ-224 и ДЭ-235 с более широким спектром выполняемых работ. В ней отсутствует тепловой рабочий орган. Машина комплектуется устройством навески снегоочистительных отвалов, позволяющим устанавливать быстро-съемные отвалы различной ширины захвата и назначения. Максимальная ширина захвата – 5 м. На шасси смонтирована выносная рама, на которой размещен дизельный двигатель для привода генератора воздушного потока и насосов привода гидромоторов щеточного ротора (рис. 7.93).

**Аэродромные уборочные машины компании AEROSPASE  
производства Республики Беларусь**

Параметры	Модель	
	А-9463	АС-4000
Базовое шасси	МАЗ-5434	
Мощность двигателя шасси, кВт	184	
Максимальная транспортная скорость, км/ч	68	
Максимальная скорость при снегоочистке, км/ч	50	60
Генератор воздушного потока	Компрессор авиа-двигателя ВК-1А	Отсутствует
Параметры воздушного потока при $t = -25\text{ }^{\circ}\text{C}$ :		
расход воздуха, кг/с	10,9	—
напор, кПа	20,8	—
Привод плужно-щеточного оборудования	Гидравлический	Гидравлический
Двигатель привода рабочих органов:	ТМЗ-8522.10	ЯМЗ-236М2
мощность, кВт	305	132
при частоте, мин <sup>-1</sup>	1700	1800
Щетка:		
диаметр, мм	900	
ширина, мм	5190	
Ширина очистки при угле установки 30°, мм	4000	
Частота вращения щетки, мин <sup>-1</sup>	400–870	200–900
Отвал:		
высота, мм	1280	1200
ширина, мм	5600	
Ширина очистки при угле установки 30°, мм	4600	
Аварийное отключение рабочих органов	Отсутствует	
Производительность, га/ч:		
при очистке от мокрого слежавшегося снега высотой 1–4 см	16	
при очистке сухого свежеснежавшегося снега высотой 2–3 см	До 20	
при очистке сухого свежеснежавшегося снега высотой 1 см	До 30	До 3
Габаритные размеры, не более, мм:	17400	16900
длина	3200	
ширина при снятом отвале	3550	
высота	26100	22500
Полная масса машины, кг		

Генератор воздушного потока оснащен воздуховодами с двумя боковыми патрубками и одним центральным. Боковые патрубки направляют поток воздуха для продувки покрытий от снега холодным воздухом без использования щеточного ротора. Центральный патрубок направляет воздух в прицепное устройство, оснащенное щеточным ротором, для продувки после

прохода щетки, а также в пылесосную приставку, в случае использования машины в варианте пылесосного агрегата к ней стыкуется прицеп пылесосной установки. При необходимости использовать установку для удаления гололеда и продувки горячим воздухом ИВПП, осуществлять разбрызгивание жидких или разбрасывание гранулированных химреагентов выносная рама с агрегатами демонтируется и монтируется оборудование с тепловым рабочим органом (рис.7. 94) или для разбрасывания гранулированных или распыления жидких химреагентов.

Аэродромный снегоочиститель АС 4000 (EURO 2) предназначен для комплексной очистки ИВПП, РД, МС, перронов от снега.

В машине простая и надежная двухконтурная гидросистема, плавная регулировка частоты оборотов щетки для обеспечения стабильного высокого качества уборки, опорных колес щеточного рабочего органа для подъема-опускания щетки, бесступенчатая регулировка угла поворота щетки системой гидроцилиндров, а также предусмотрен аварийный подъем рабочих органов. Для облегчения запуска в холодное время года установлены подогреватели двигателя шасси и дополнительного двигателя «Вебасто» с подогревом масла в гидробаке, козырьки для предохранения воздухозаборника от воздействия неуправляемых воздушных потоков и указатель числа оборотов щетки. Управление рабочими органами осуществляется с пульта управления в кабине тягача.

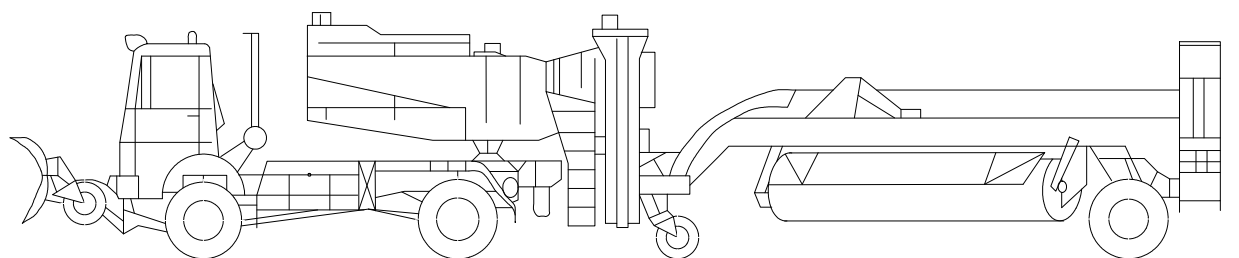


Рис. 7.93. Оборудование с отвалом, прицепным щеточным ротором и силовым агрегатом для привода генератора холодного воздуха

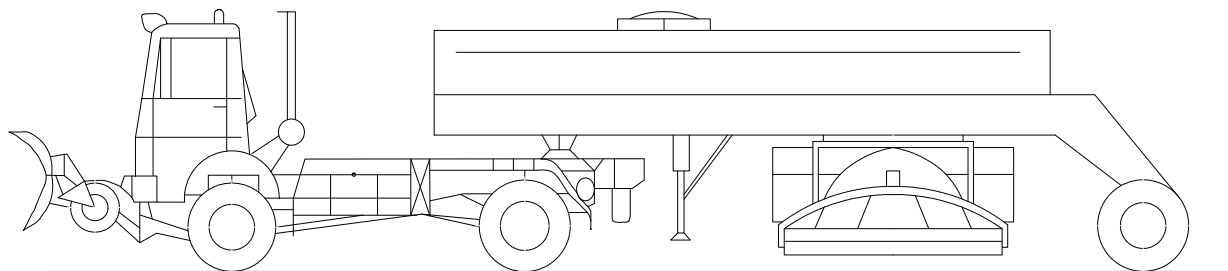


Рис. 7.94. Оборудование с отвалом и тепловым рабочим органом

На кабине установлена светосигнальная система для работы в любое время суток. Предусмотрена возможность работы без прицепного щеточного органа с отвалом разной конфигурации и назначения. Все это позволяет получить максимальную производительность техники. Дополнительно могут включаться системы оснащения шасси машины кондиционером, холодильником, радиостанцией, устанавливаться тормоза АБС, отопитель кабины и бортовой компьютера с видеосистемой контроля за движением, качеством снегоочистки, состоянием рабочих органов и неполадками в системах машины.

### **Контрольные вопросы**

1. Основные составные части аэродромной уборочной машины ДЭ-224А.
2. Отличия аэродромной уборочной машины ДЭ-224А-ТО1 от ДЭ-224А.
3. Тип привода противонакатного устройства машины ДЭ-224А.
4. Какой рабочий орган машины ДЭ-224А-ТО1 используется при уборке снега с грунтовых полос аэродромов и полос безопасности?
5. При какой высоте свежевыпавшего снега в уборке его может участвовать только щетка?
6. Чем отличается аэродромная уборочная машина ДЭ-235 от ДЭ-224А.
7. Объясните устройство пневматической муфты включения-отключения привода компрессора воздушного потока аэродромной уборочной машины ДЭ-235.
8. Какие факторы влияют на дальность отбрасывания снега воздушной струей?
9. Основные технические характеристики машины А-9463.
10. Основные технические характеристики машины АС-4000.

### **7.6. Тепловые машины**

Авиапредприятия эксплуатируют тепловые машины, отличающиеся конструктивным исполнением и разнообразием базовых машин, которые оснащают отработавшими летный срок авиадвигателями. Такие машины еще долго могут работать в наземных условиях. Сменным рабочим оборудованием машины ДЭ-235 является тепловая газоструйная установка, предназначенная для очистки искусственных покрытий аэродромов ото льда, снега, слякоти, пыли, мусора, сдувания воды и просушки покрытий при температуре окружающего воздуха от 40 °С до минус 40 °С.

Тепловая газоструйная установка (рис. 7.95) машины ДЭ-235 представляет собой тележку, на которой подвешен доработанный авиадвигатель Д-30 с воздухозаборником и соплом. При монтаже установку с помощью привода



хода подкатывают под машину ДЭ-235 и крепят под передней балкой рамы машины в специальных направляющих. В транспортном положении тележка буксируется машиной ДЭ-235 или любым транспортным средством, при этом сопло воздухозаборника закрывается чехлом.

Газоструйная установка крепится на раме машины при помощи вала с приточками, который поворачивается и фиксируется рычагом. Для облегчения закатывания газоструйной установки в направляющие машины на раме установки закреплены шесть катков и шесть роликов, которые одновременно корректируют и направление тележки при входе ее в направляющие, и крепление газоструйной установки на машине. В качестве рабочего органа на газоструйной установке смонтирован доработанный авиационный двухконтурный турбореактивный двигатель Д-30. Доработка авиадвигателя Д-30 состояла в снятии сопел высокотемпературного и низкотемпературного контуров, обрезке их до требуемых размеров и последующей установке на двигатель.

Топливная система обеспечивает питание авиадвигателя Д-30 топливом, регулирует количество подаваемого топлива в зависимости от режима работы двигателя, а также обеспечивает работу агрегатов управления узлами двигателя. Топливо из бака при помощи наконечника нижней заправки подается в топливную систему авиадвигателя.

Крепление двигателя Д-30 к направляющей раме осуществляется с помощью кронштейнов, установленных на раме, осях и подкосов, связанных с двигателем (рис. 7.96).

Рама газоструйной установки предназначена для монтажа авиадвигателя Д-30, системы обеспечения авиадвигателя, агрегатов и узлов газоструйной установки. Рама представляет собой пространственную конструкцию, состоящую из верхнего и нижнего поясов, связанных между собой листами полукруглой формы.

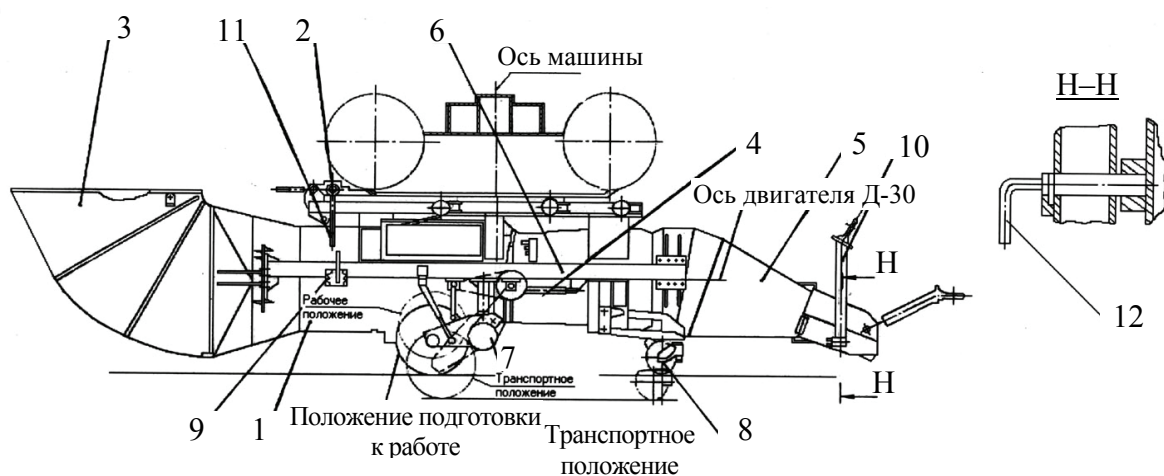


Рис. 7.95. Установка тепловая газоструйная машины ДЭ-235: 1 – двигатель; 2 – фиксатор; 3 – воздухозаборник; 4 – крепление двигателя; 5 – сопло; 6 – рама; 7 – привод хода; 8 – установка колес; 9 – гидросистема; 10 – дышло; 11 – рычаг; 12 – палец фиксатор

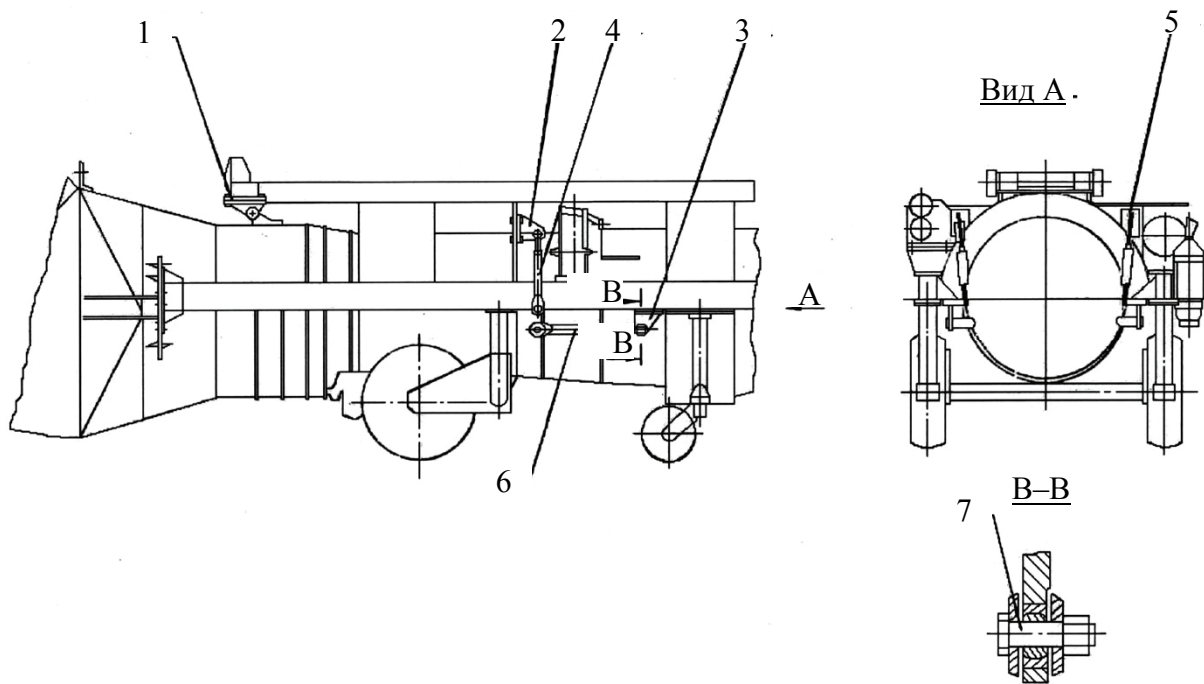


Рис. 7.96. Крепление авиадвигателя на тепловой установке машины ДЭ-235:  
1–3, 5 – кронштейны; 4, 6 – подкосы; 7 – ось

Сопло предназначено для направления на покрытие потока газов, генерируемых авиадвигателем Д-30. Оно обеспечивает разделение высокотемпературного и низкотемпературного потока, при этом высокотемпературный контур располагается в нижней части сопла, а низкотемпературный – над ним.

Воздухозаборник предназначен для формирования потока воздуха при входе в компрессор авиадвигателя, предотвращения попадания посторонних предметов в двигатель. Воздухозаборник при помощи кронштейнов крепится к раме газоструйной установки.

Передние колеса установлены шарнирно на осях. К раме установки колес сварной конструкции приварены проушины для крепления тяг и гидроцилиндров.

Привод хода (рис. 7.97) совместно с установкой передних колес обеспечивает подкатывание тележки при ее установке на машину. Колеса установки привода хода обеспечивают транспортное перемещение тележки в сцепке с транспортным средством или с машиной ДЭ-235.

Привод хода состоит из стоек, на которых шарнирно закреплены вилки с колесами, трех цепных передач, объединенных в цепной редуктор, вала, двух опор с валами, рукоятки и фиксаторов. В транспортном положении штоки гидроцилиндров выдвинуты до конца. Вилки колес при помощи пальцев фиксируются в стойках. Фиксаторы привода колес выводятся из зацепления со звездочками, таким образом отключается привод колес от цепного редуктора, и колеса свободно вращаются на осях в подшипниках.

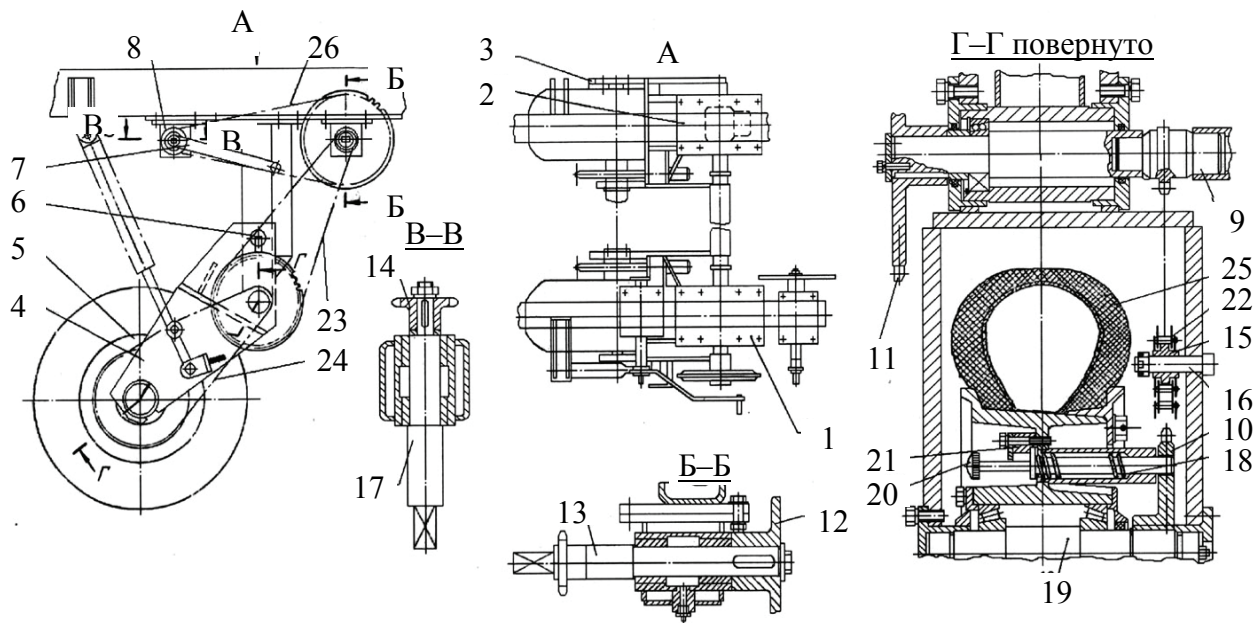


Рис. 7.97. Привод хода тепловой установки машины ДЭ-235: 1, 2 – стойки; 3, 4 – вилки; 5 – ступица; 6 – палец-фиксатор; 7 – рукоятка; 8 – опора; 9, 13, 17 – валы; 10, 11, 12, 14 – звездочки; 15 – ролик; 16, 19 – оси; 18 – пружина; 20 – фиксатор; 21 – упор; 22–24, 26 – цепи; 25 – шина в сборе

Подкатывание тепловой газоструйной установки под машину ДЭ-235 происходит своим ходом за счет вращения колес привода хода при помощи цепных передач. Фиксатор выводится из отверстий в стойке, и колеса при помощи гидроцилиндров устанавливаются на требуемой высоте. Фиксатор привода вращения колеса вводится в зацепление со звездочкой. Рукоятка устанавливается на один из валов. Вращение при помощи рукоятки и цепных передач передается на вал, который на подшипниках закреплен в стойках, и оба колеса, в результате чего происходит движение тележки.

Гидросистема съемного рабочего органа предназначена для подъема и опускания колес газоструйной установки.

Рабочая жидкость из гидробака через ручной гидронасос поступает к гидрораспределителям и гидроцилиндрам. В магистралях питающих поршневые полости гидроцилиндров установлены дроссели.

Противопожарная система служит для предотвращения ликвидации пожара при его возникновении. Противопожарная система состоит из пиропатрона и огнетушителя ОС-8М-2, закрепленного при помощи кронштейна на левой балке рамы газоструйной установки и соединенного с помощью трубопровода и штуцера с системой пожаротушения двигателя Д-30.

**Тепловая машина ТМ-59МГ** предназначена для удаления гололедных образований с искусственных аэродромных покрытий. Машина представляет

собой легкий колесный тягач с установленным спереди рабочим органом – реактивным двигателем ВК-1А, снабженным специальным насадком для направления потока горячих газов на очищаемое покрытие.

Технические характеристики ранее выпускаемых тепловых машин приведены в табл. 7.13, тепловой машины ТМ-59МГ – в табл. 7.14.

Тепловая машина ТМ-59МГ (рис. 7.98, 7.99) состоит из следующих составных частей: шасси, рабочего органа, гидросистемы, топливной системы, управления двигателем ВК-1А, установки отопителя, огнетушителя и заземления, электрооборудования и дополнительного оборудования.

Кинематическая схема машины показана на рис. 7.100.

Таблица 7.13

Технические характеристики тепловых газоструйных машин

Показатели	Модель машины			
	ТМГ-3	АГМ-1	ВМ-63	ВМ-Д20
Базовое шасси	Урал-375Е	КрАЗ-214Б	КрАЗ-221	КрАЗ-258
Газотурбинный двигатель	ВК-1А	АИ-20	ВК-1А	Д-20П
Производительность, м <sup>3</sup> /с:				
свежевыпавший снег	–	–	139	167
пыль и мусор	–	–	≤ 440	–
лед	≤ 1,92	≤ 2,78	≤ 1,92	–
Емкость баков для топлива, м <sup>3</sup>	3	8	3	2
Расход топлива, кг/с	≤ 0,278	≤ 0,208	≤ 0,278	–
Габариты машины, м:				
длина	8,0	12,15	9,66	8,0
ширина	2,6	2,65	3,1	3,3
высота	3,4	3,07	2,92	2,5
Масса машины, кг	14800	–	31500	13350

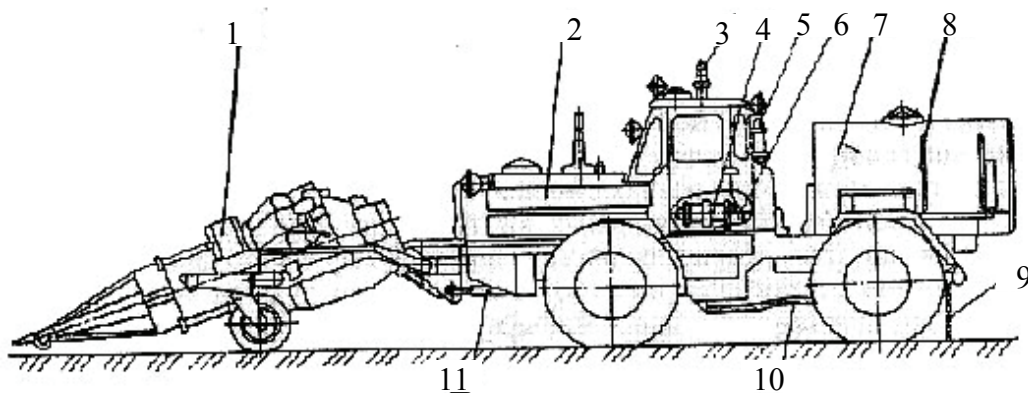


Рис. 7.98. Тепловая машина ТМ-59МГ – рабочее положение: 1 – рабочий орган; 2 – шасси; 3 – электрооборудование; 4 – установка отопителя; 5 – установка огнетушителя; 6 – управление двигателем ВК-1А; 7 – топливная система; 8 – облицовка; 9 – установка заземления; 10 – оборудование дополнительное; 11 – гидросистема



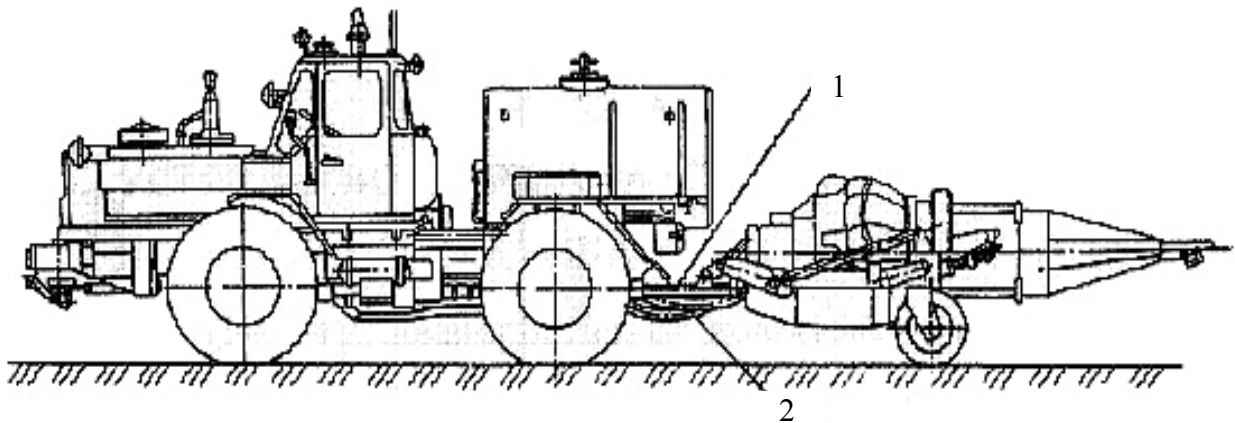


Рис. 7.99. Тепловая машина ТМ-59МГ – транспортное положение:  
1 – сцепное устройство; 2 – трос буксирный

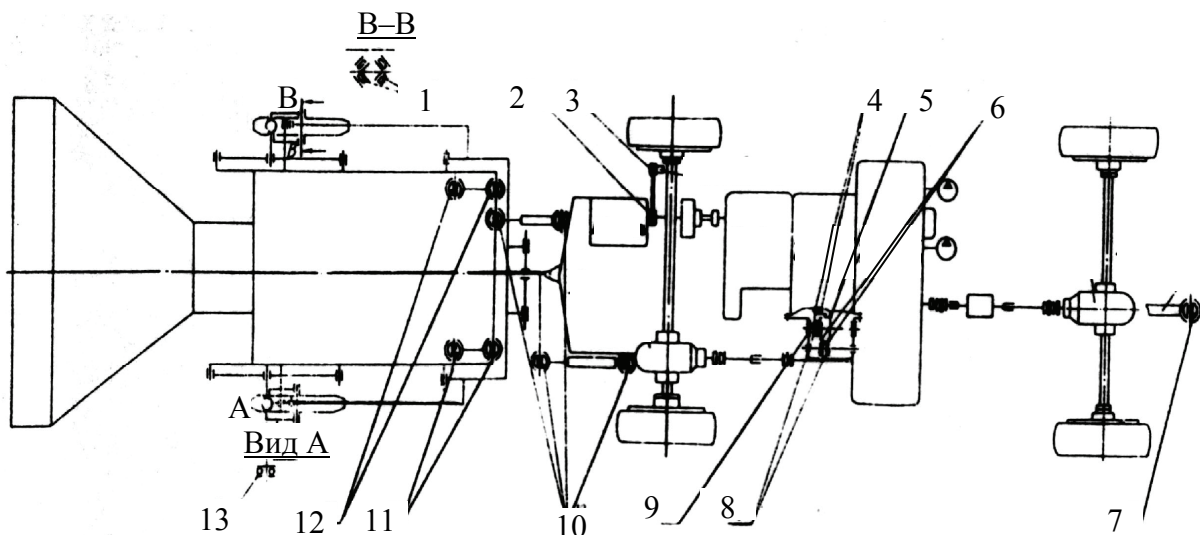


Рис. 7.100. Кинематическая схема машины ТМ-59МГ: 1, 7–13 – подшипники;  
2, 3 – шкивы; 4, 6 – блоки шестерен; 5 – шестерня

Шасси (рис. 7.101) является колесный тягач Т-155 с некоторой доработкой.

В передней части тягача установлены кронштейны и проушины для крепления гидроцилиндров поворота и подъема рабочего органа, а также поворотный кронштейн для шарнирного соединения рабочего органа с тягачом.

Для получения необходимых рабочих скоростей машины на тягаче выполнена доработка ходоуменьшителя (рис. 7.102), заключающаяся в замене крышки ходоуменьшителя на корпус и установке шестерен.

Технические характеристики тепловой машины ТМ-59МГ

Показатель	Значение
Базовая машина	Т-155
Рабочий орган	Реактивный двигатель ВК-1А
Оборудование для специальных работ	Комплект дополнительного оборудования
База шасси, мм	2860
Колея передних и задних колес, мм	1860
Мощность двигателя тягача, кВт (л. с.)	121,3 (165)
Наименьшее расстояние от опорной поверхности до нижней точки в транспортном положении при задней сцепке, мм	300
Колея опорных колес рабочего органа, мм	1780
Нагрузки на мосты в снаряженном состоянии, кг:	
в рабочем положении:	
передний	5830
задний	5985
в транспортном положении при задней сцепке (заправка емкости до 2500 л):	
передний	5320
задний	6235
Нагрузка на опорные колеса, кг:	
в рабочем положении	2070
в транспортном положении при задней сцепке	1870
Вместимость топливной емкости для работы теплового агрегата, л	3000
Возимый запас топлива при задней сцепке, л	2500
Наименьший радиус поворота по наружной кромке насадка, мм	10000
Угол въезда (рабочий орган спереди), град	17
Угол съезда (рабочий орган сзади), град	20
Производительность при температуре от 0 до минус 5 °С при толщине гололедных образований до 5 мм, км <sup>2</sup> /ч (га/ч)	0,01(1,0)
Угол поворота двигателя ВК-1А в горизонтальной плоскости, град	±45
Угол установки двигателя к горизонту, град:	
вниз	При запуске 2,5 При работе 20
вверх при установке кронштейнов	12
Угол наклона насадка к кронштейну, град	20
Управление рабочим органом дроссельное и стоп-кранами двигателя ВК-1А и перекрывающим краном топливной системы	Рычажно-тросовое

Показатель	Значение
Запас хода по топливу, км, не менее	500
Скорость передвижения, км/ч:	
рабочая	От 0,2 до 3,0 (6 ступеней)
транспортная при задней сцепке	До 40
транспортная при передней сцепке	До 17,3
Расход топлива двигателем ВК-1А, л/ч:	
при 7000 об/мин турбины	750
при 9000 об/мин турбины	960
Ток	Постоянный
Номинальное напряжение, В:	
электрооборудования шасси	12
авиадвигателя ВК-1А	24
Максимальное давление в гидросистеме, МПа (кг/см <sup>2</sup> )	15–16 (150–160)
Габаритные размеры, мм:	
рабочее положение	
длина	10950
ширина	2550
высота с антенной радиостанции	3225
транспортное положение:	
длина	11370
ширина	2550
высота с антенной радиостанции	3225
Масса конструктивная, кг	11500

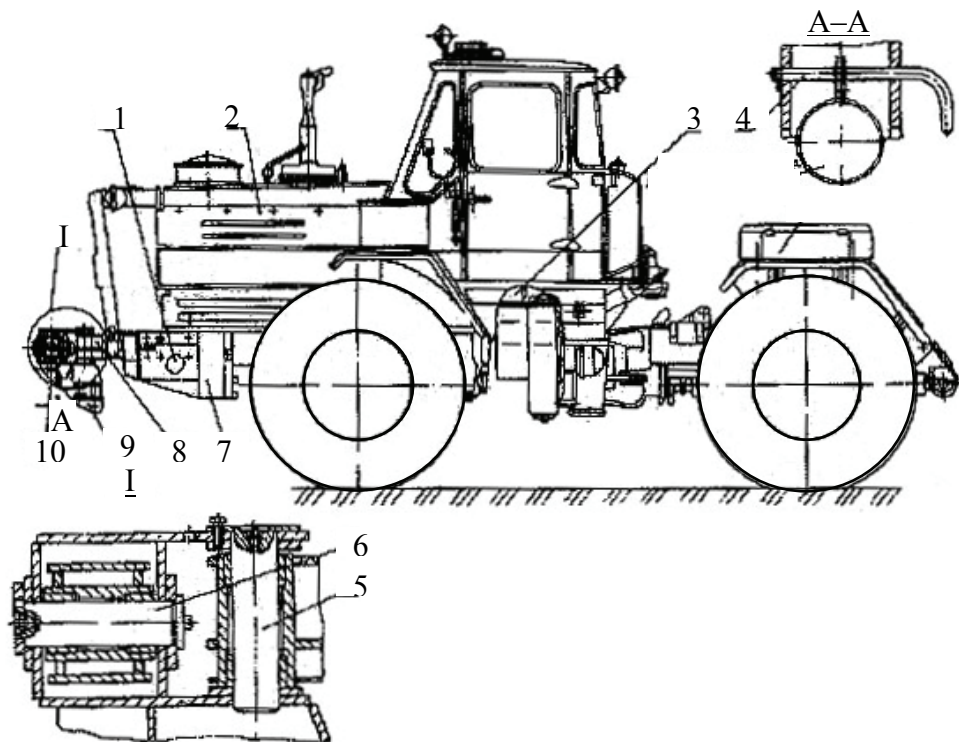


Рис. 7.101. Шасси тепловой машины ТМ-59МГ: 1, 7–9 – кронштейны; 2 – тягач Т-155; 3 – ходоуменьшитель; 4–6 – пальцы; 10 – балка



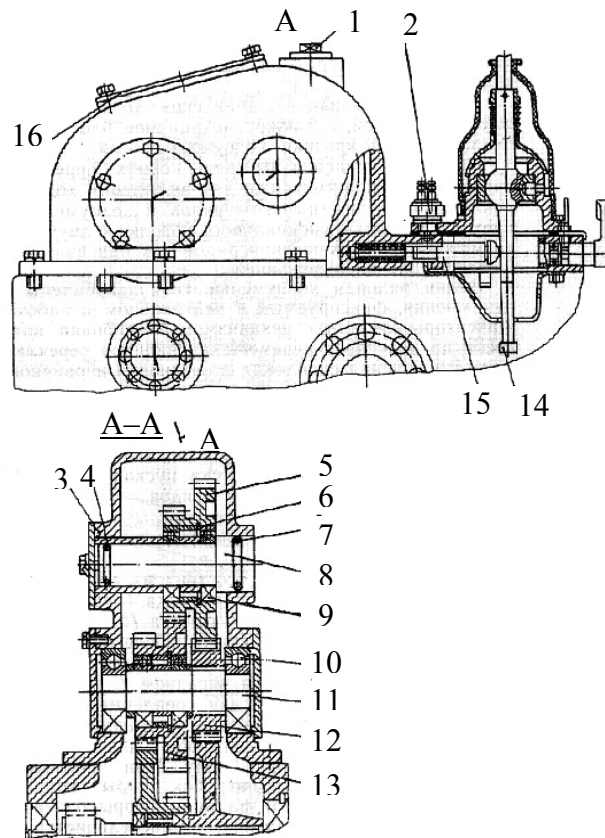


Рис. 7.102. Крышка ходоуменьшителя машины ТМ-59МГ: 1 – пробка; 2 – выключатель; 3 – корпус; 4, 6, 7 – кольцо; 5, 13 – блок шестерен; 8 – ось; 9, 10 – подшипники; 11 – вал; 12 – шестерня; 14 – рычаг переключения; 15 – ограничитель; 16 – крышка

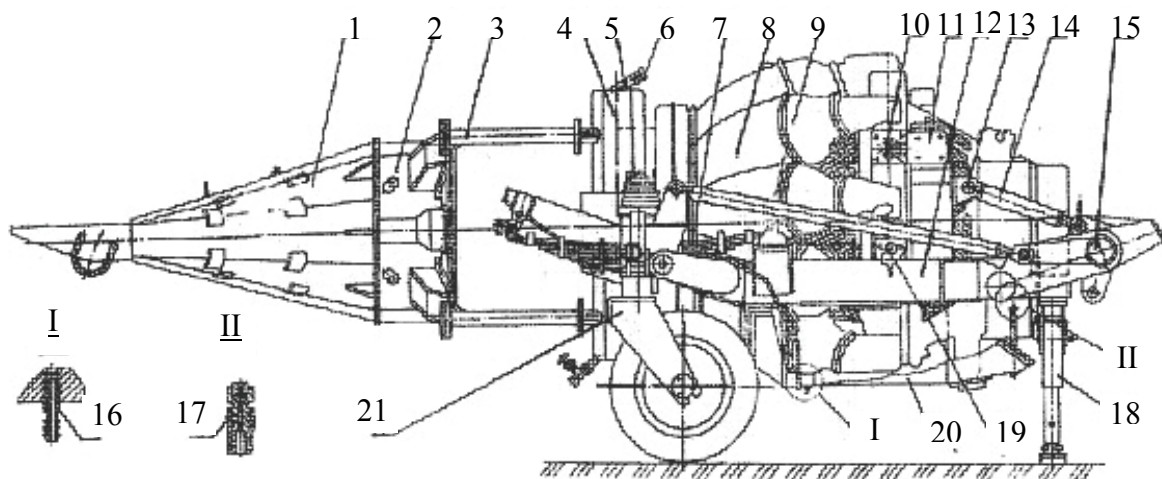


Рис. 7.103. Рабочий орган машины ТМ-59МГ: 1 – насадок; 2, 3 – труба; 4, 18 – опора; 5 – патрубок; 6 – колпак; 7 – установка рессор; 8 – двигатель ВК-1А; 9, 14 – тяга; 10, 19 – болт; 11 – кронштейн; 12 – рама; 13 – палец; 15 – рычаг; 16 – штуцер; 17 – рукав; 20 – кожух; 21 – установка колес

Рабочий орган (рис. 7.103) состоит из двигателя ВК-1А, рамы, опоры с трубами, насадка, установки колес и рессор, тяг, рычага, опоры и кожуха.

Основной составной частью рабочего органа является рама, на которой крепят: двигатель, колеса и рессоры, опоры с трубами и насадком, рычаг.

Колеса (рис. 7.104) состоят из двух рояльных колес, закрепленных при помощи пальцев в кронштейнах рамы. Их оси соединяются с вилками при помощи стаканов. Цилиндрические части вилок находятся во втулках кронштейнов, которые дают возможность вилкам с колесами вращаться вокруг оси. Втулка кронштейна снабжена сверху и снизу уплотнениями, которые поджимаются крышками. Цилиндрические части вилок через упорные подшипники соединяются с проушинами рессор через опоры, серьги и оси. Опоры стянуты с вилками стяжками. Колеса устанавливают в двух положениях: рабочем, с возможностью поворота вокруг оси, смещенной относительно центра качения колес; транспортном, зафиксированном кронштейном и флажком, без поворота вокруг оси в направлении по ходу движения.

Шина с помощью обода, кольца бортового, кольца замочного и прижимов смонтирована на ступице. Ступица посредством конических подшипников установлена на оси, закрепленной в стаканах вилки колеса.

Установка рессор (рис. 7.105) включает две рессоры, установленные на пальцах через серьгу в переднем кронштейне рамы и палец в заднем кронштейне. Рессоры через накладки и кронштейны связаны серьгами с цилиндрическими частями вилок колес.

В кабине тягача установлен отопитель, состоящий из радиатора и вентилятора. Горячая вода из системы охлаждения двигателя подается в радиатор. Воздух, нагнетаемый вентилятором, проходя через радиатор, нагревается и поступает в кабину.

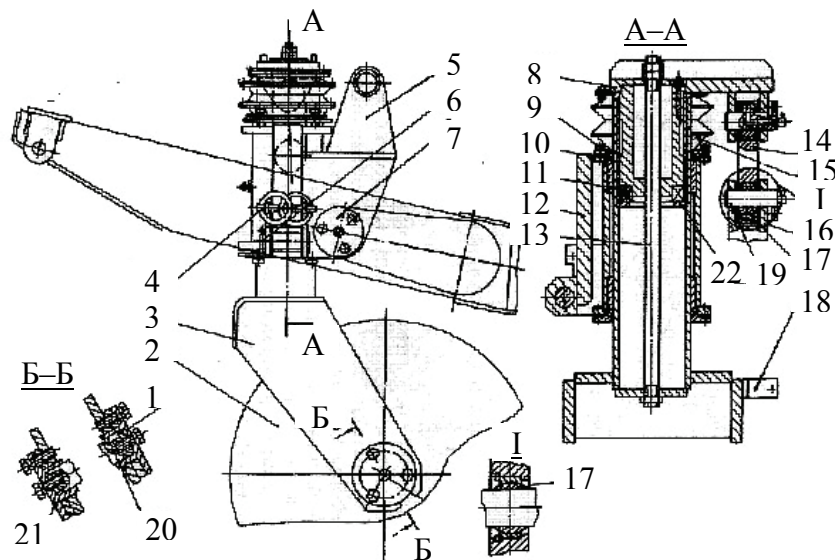


Рис. 7.104. Установка колес теплового рабочего органа машины ТМ-59МГ: 1 – стакан; 2 – колесо; 3 – вилка колеса; 4 – фиксатор; 5, 16, 18 – кронштейн; 6, 19 – ось; 7 – палец; 8 – опора; 9 – крышка; 10 – уплотнение; 11, 17 – подшипник; 12 – пластина; 13 – стяжка; 14 – серьга; 15 – кожух; 20 – шпонка; 21 – стакан; 22 – втулка

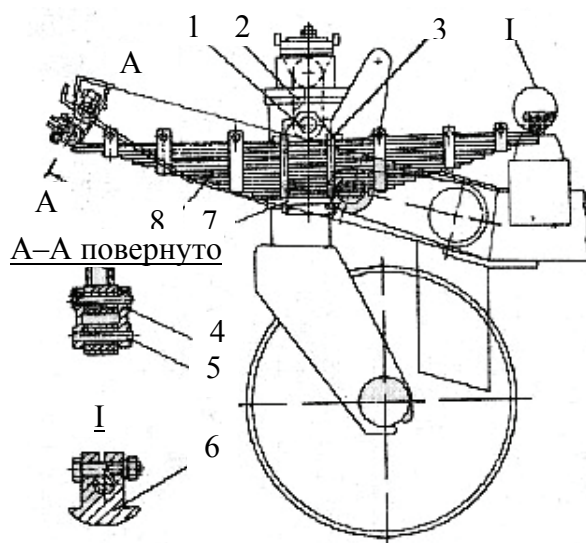


Рис. 7.105. Установка рессор теплового рабочего органа машины ТМ-59МГ:  
1, 6 – кронштейн; 2, 4 – серьга; 3 – стремянка; 5 – палец; 7 – накладка; 8 – рессора

Гидросистема ТМ-59МГ предназначена для обеспечения подъема-опускания и поворота в горизонтальной плоскости рабочего органа машины.

Топливная система – для подачи топлива к форсункам двигателя ВК-1А и размещения возимого запаса топлива. В топливную систему входят: емкость, перекрывной кран, рукава и трубопроводы, вентиль запорный, а также узлы топливной системы на двигателе ВК-1А.

**Машина ТМГ-3А-01.** Северодвинским заводом дорожных машин выпускается тепловая противогололедная машина ТМГ-3А-01. Специальное оборудование смонтировано на автомобильном шасси Урал-43203-1012-10, тепловой рабочий орган установлен впереди машины. Вместимость топливной емкости не менее 6500 л. Расход топлива двигателем ВК-1А 1000–1200 кг/ч. Производительность машины при удалении гололедных образований толщиной до 5 мм и температуре окружающего воздуха до минус 5 °С – 10000 м<sup>2</sup>/ч.

Рабочий орган установлен такой же, как и у машины ТМ-59МГ, и таким образом, что он может поворачиваться вокруг оси на раме навески, шарнирно связанной с передней рамой тягача. Рабочий орган опирается на два ролевых колеса. Поворот рабочего органа, а также его подъем и опускание в транспортное положение и наоборот осуществляются гидроцилиндрами. На раме тягача установлена емкость топливной системы реактивного двигателя.

Управление рабочим органом, гидросистемой и движением тягача осуществляется из кабины машины. В кабине установлена радиостанция для связи оператора с командно-диспетчерским пунктом.

Принцип работы машины основан на использовании потока горячих газов, выходящих из сопла реактивного двигателя с высоким скоростным напором. При воздействии газового потока на обледенелое покрытие происходит расплавление льда с частичным испарением и сдувание образовавшейся воды в сторону. При положительной температуре или температуре близкой к 0 °С, когда сцепление льда с покрытием уменьшается, удаление льда может происходить путем отрыва его от поверхности без расплавления.

### Контрольные вопросы

1. Объясните устройство привода хода теплового рабочего органа машины ДЭ-235.
2. Поясните устройство противопожарной системы теплового рабочего органа машины ДЭ-235.
3. Назовите основные узлы тепловой машины ТМ-59МГ.

### 7.7. Распределители технологических материалов

Эти машины предназначены для распределения по поверхности аэродромного и дорожного покрытия (во время борьбы с гололедом и снегоочистки) гранулированных специальных или жидких реагентов.

В настоящее время выпускают два типа машин: для гранулированных реагентов, засыпаемых в специальный кузов, и для жидких реагентов, заливаемых в цистерну.

Наиболее распространенными машинами для распределения гранулированных реагентов являются специальные (рис. 7.106) и комбинированные (рис. 7.107), оснащенные дополнительно плужно-щеточным оборудованием.

Оборудование распределителя КО-104А состоит из кузова, скребкового транспортера, разбрасывающего диска, гидросистемы и механизмов привода.

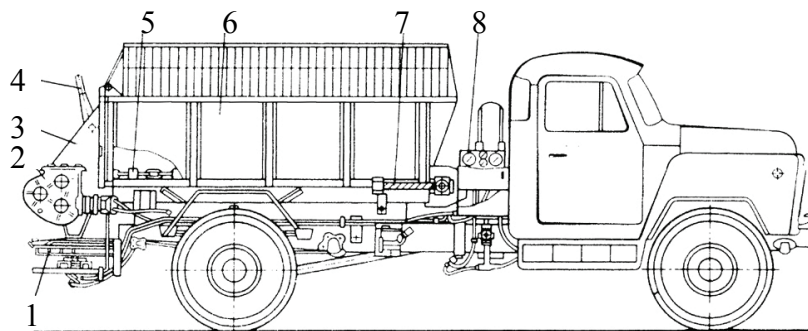


Рис. 7.106. Машина-распределитель технологических материалов КО-104А: 1 – разбрасывающий диск; 2 – редуктор привода транспортера; 3 – бункер; 4 – рычаг управления шибером; 5 – скребковый транспортер; 6 – кузов; 7 – натяжная станция транспортера; 8 – пульт управления

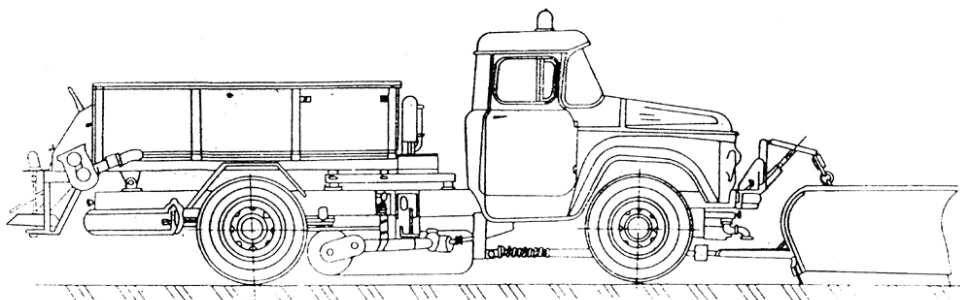


Рис. 7.107. Комбинированная машина КО-713 с разбрасывающим и плужно-щеточным оборудованием

Таблица 7.15

## Технические характеристики распределительных машин

Показатели	КО-104А	КО-105	КДМ-130	КО-802	КО-713
Базовое шасси	ГАЗ-53А	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	КамАЗ-53213	ЗИЛ-431412
Вместимость кузова, м <sup>3</sup>	2,2	2,7	3,25	6,5	3
Ширина обрабатываемой полосы, м	7	7	6,5–8,5	8	4–9
Плотность посыпки реагентами, кг/м <sup>2</sup>	0,015–0,035	0,015–0,035	0,025–0,15	0,015–0,035	0,01–0,035
Рабочая скорость, км/ч	15–25	15–25	6–30	18–20	20–25
Масса, кг:					
машины	4050	5000	5180	10500	5180
оборудования	1350	1400	1250	3500	1400
Габаритные размеры, м:					
длина	6,5	8,8	9,45	10,3	—
ширина	2,22	2,3	2,79	3,0	—
высота	2,24	2,4	2,75	3,1	—

Основные технические характеристики распределительных машин приведены в табл. 7.15.

На раме автомобиля закреплен бункер, который направляет на разбрасывающий диск технологический материал, поступающий из кузова. Окно, размещенное в заднем борту, предназначено для прохода верхней ветви транспорта, а также для дополнительного регулирования количества материала, поступающего на диск. Окно прикрывается шибером, управляемым с помощью рычага вручную.

В бункере и в передней части кузова установлены ведущий и ведомый валы транспорта с приводными звездочками. Верхняя ветвь транспортера движется по днищу кузова, перемещая материал, нижняя ветвь – под днищем кузова над надрамником. Цепь транспортера якорного типа с приваренными к ее звеньям скребками. Нужно положение цепи транспорта достигается с помощью натяжного устройства. Натяжение цепи в необходимых пределах достигается спиральными пружинами, которые регулируются гайкой резьбовых штоков.

Гидросистема (рис. 7.108) состоит из маслобака, гидронасосов, гидромоторов, дросселей, измерительных приборов и трубопроводов. Гидросистема включает в себя две самостоятельные линии, обеспечивающие привод транспортера и разбрасывающего диска. Для их привода используют гидронасос, питающий гидромоторы. Каждая из этих линий снабжена дросселем, с помощью которого регулируется скорость движения транспортера и частота вращения диска. Привод масляных насосов осуществляется от двигателя базового шасси с помощью коробки отбора мощности, установленной с правой стороны коробки передач. Кроме того, от коробки отбора мощности



осуществляется привод щетки и масляного насоса. Для увеличения крутящего момента и снижения частоты вращения гидромотор привода транспортера установлен перед редуктором, выходной вал которого соединен с ведомым валом транспортера.

Машина работает следующим образом. В зависимости от свойств технологических материалов и плотности их распределения устанавливают с помощью дросселя скорость движения транспортера и поступательную скорость машины. При движении транспортера скребки, двигаясь по дну кузова, увлекают некоторую часть материала и сбрасывают его в бункер. Плотность распределения корректируют регулируемым положением шибера. За счет снижения скорости движения транспортера и увеличения скорости движения машины происходит уменьшение плотности обработки. С помощью второго дросселя устанавливают частоту вращения гидромотора привода разбрасывающего диска, влияющую на ширину обрабатываемой полосы.

Машина КО-105 по конструкции отличается от машины КО-104 наличием плужно-щеточного снегоочистительного оборудования, объемом кузова и конструкцией механизмов привода рабочих органов (рис. 7.109). От коробки перемены передач крутящий момент передается раздаточному редуктору, верхний вал которого служит для привода насоса и редуктора насосов. Выходной вал редуктора насосов приводит во вращение два масляных насоса, обеспечивающих привод гидромотора транспортера и гидромотора разбрасывающего диска.

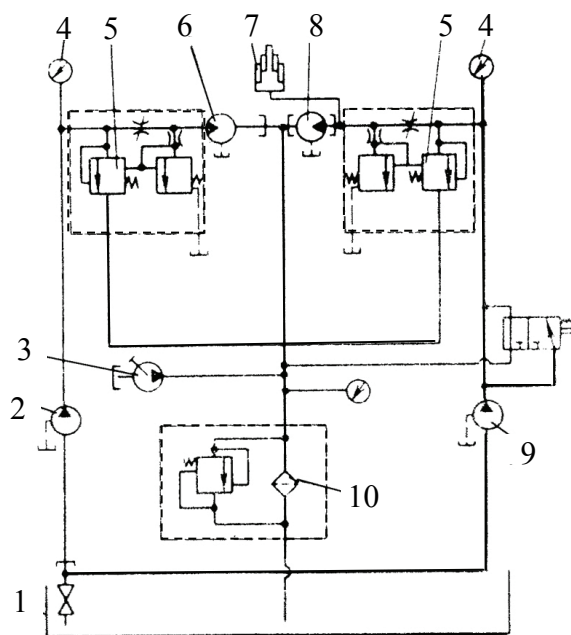


Рис. 7.108. Гидравлическая схема машины КО-104А: 1 – масляный бак; 2 – гидронасос привода транспортера; 3 – ручной насос; 4 – манометр; 5 – дроссель; 6 – гидромотор привода транспортера; 7 – гидроподъемник; 8 – гидромотор привода разбрасывающего диска; 9 – гидронасос разбрасывающего диска; 10 – фильтр

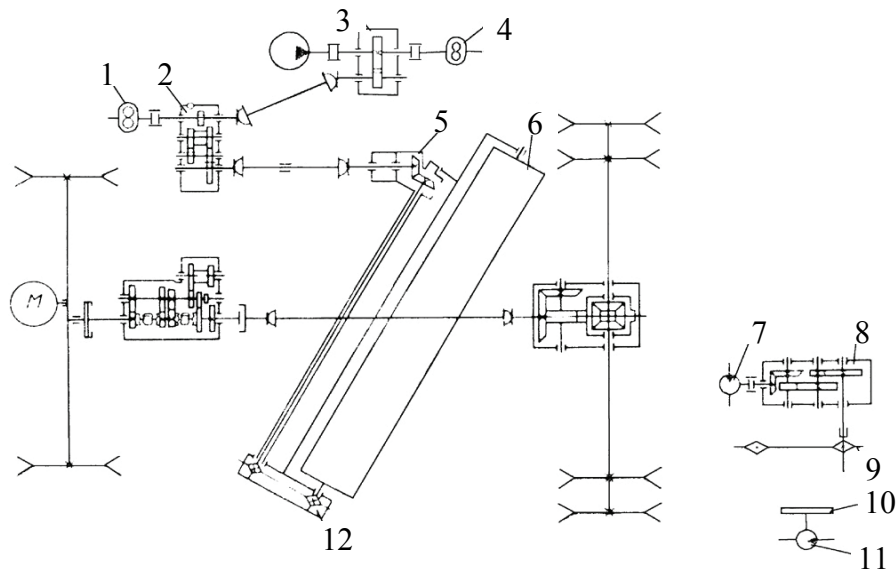


Рис. 7.109. Кинематическая схема машины КО-105: 1, 4 – шестеренный гидронасос; 2 – раздаточная коробка; 3 – редуктор насосов; 5 – конический редуктор; 6 – цилиндрическая щетка; 7 – гидромотор привода транспортера; 8 – редуктор транспортера; 9 – скребковый транспортер; 10 – разбрасывающий диск; 11 – гидромотор привода разбрасывающего диска; 12 – цепная передача привода щетки

Основное отличие машины КДМ-130А от ранее приведенных состоит в конструкции привода транспортера и разбрасывающего диска.

Отличительной особенностью машины КО-802 является исполнение кузова распределителя, который для разгрузки в правую сторону может принимать наклонное положение. Это позволяет использовать машину в качестве самосвала для перевозки снега и технологических материалов.

Кузов разбрасывателя машины КО-713-02 представляет собой сварную цельнометаллическую конструкцию. Форма кузова обеспечивает постоянную подачу технологического материала на транспортер.

К задней стенки кузова крепится шиберная заслонка, регулирующая подачу технологического материала. Для отсеивания крупных фракций технологического материала имеется сепаратор, установленный над лотком. Над разбрасывающим диском установлен отражатель, препятствующий вылету технологических материалов от удара лопатками выше зоны безопасного полета частиц.

Цепной транспортер представляет собой сварную калиброванную цепь, к которой приварены стальные скребки.

Разбрасывающий рабочий орган представляет собой диск диаметром 490 мм с закрепленными на нем лопатками и ступицей. Диск установлен на опоре с двумя шариковыми подшипниками. Крутящий момент на диск передается через вал от гидромотора, закрепленного на кронштейне рамы разбрасывающего механизма.



В состав гидромеханической трансмиссии для привода транспортера и разбрасывающего диска входят: коробка раздаточная, карданный вал, редуктор раздаточный, редуктор привода транспортера, ведущий и ведомые валы транспортера с натяжным устройством, гидросистема разбрасывающего оборудования. Раздаточная коробка РК-12Д представляет собой шестеренный редуктор с двумя валами отбора мощности (рис. 7.110) для привода рабочих органов машины. Раздаточная коробка смонтирована в чугунном корпусе и крепится к коробке перемены передач автомобиля с правой стороны по ходу машины.

Включение в работу агрегатов машины производится рычагами из кабины водителя. В раздаточной коробке машины с поливочно-моечным оборудованием верхнего вала нет.

При помощи карданных валов крутящий момент от раздаточной коробки РК-12Д передается раздаточному редуктору разбрасывающего оборудования (верхний вал) и редуктору привода щетки или водяному насосу поливочно-моечного оборудования (нижний вал).

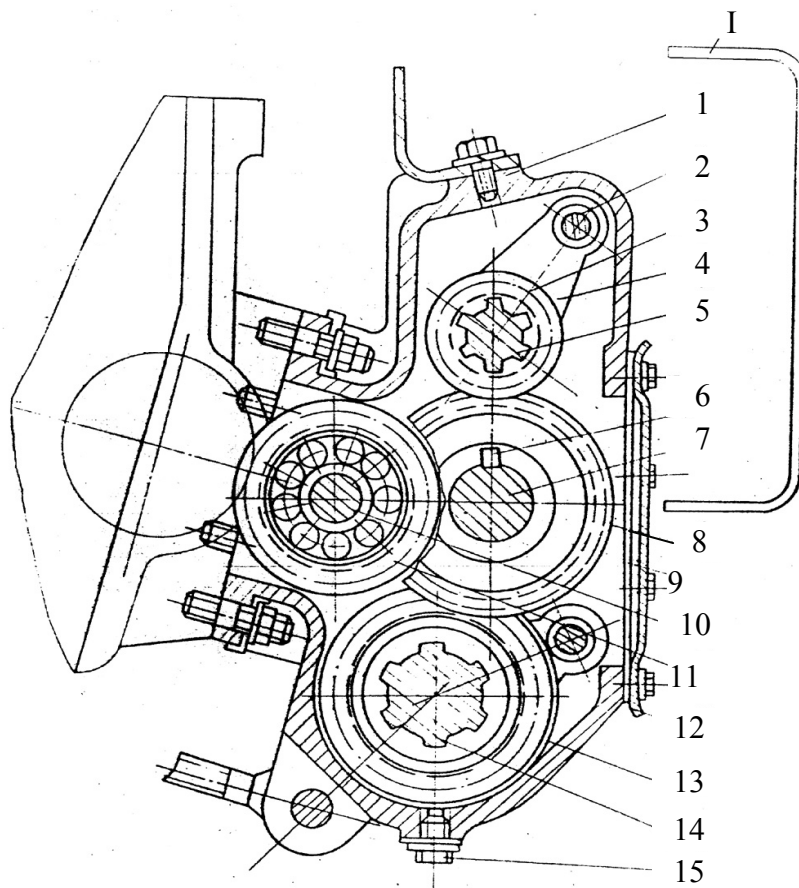


Рис. 7.110. Раздаточная коробка РК-12Д: 1 – корпус; 2 – шток; 3 – шестерня; 4 – вилка; 5 – вал привода редуктора раздаточного и насоса НШ10-3; 6 – шпонка; 7 – вал блока шестеренок; 8 – блок шестеренок; 9 – прокладка; 10 – ось; 11 – шестерня; 12 – крышка; 13 – шестерня; 14 – вал привода редуктора щетки или редуктора водяного насоса; 15 – пробка; I – лонжерон шасси ЗИЛ

Редуктор раздаточный (рис. 7.111) крепится стремлянками к лонжеронам рамы шасси. В литом чугунном корпусе на шлицевых валах смонтированы две цилиндрические шестерни. Валы вращаются в шариковых подшипниках. К корпусу редуктора прикреплен аксиально-поршневой насос. Вал насоса входит в зацепление с внутренними шлицами выходного вала редуктора.

Во внутренние шлицы второго конца выходного вала редуктора входит вал шестеренного насоса НШ-32У-2-Л, который через переходник крепится к корпусу редуктора.

Включение насосов производится через шестерню, установленную на входном валу, вращение которому передается карданным валом с верхнего вала раздаточной коробки.

Редуктор привода транспортера (рис. 7.112) крепится на кронштейне, приваренном сзади справа к кузову.

Крутящий момент редуктору передается гидромотором через зубчатую муфту.

Цепь транспортера натянута на ведущей звездочке и натяжном ролике. Натяжение цепного транспортера осуществляется двумя пружинами, поджимаемыми гайками, установленными на направляющих.

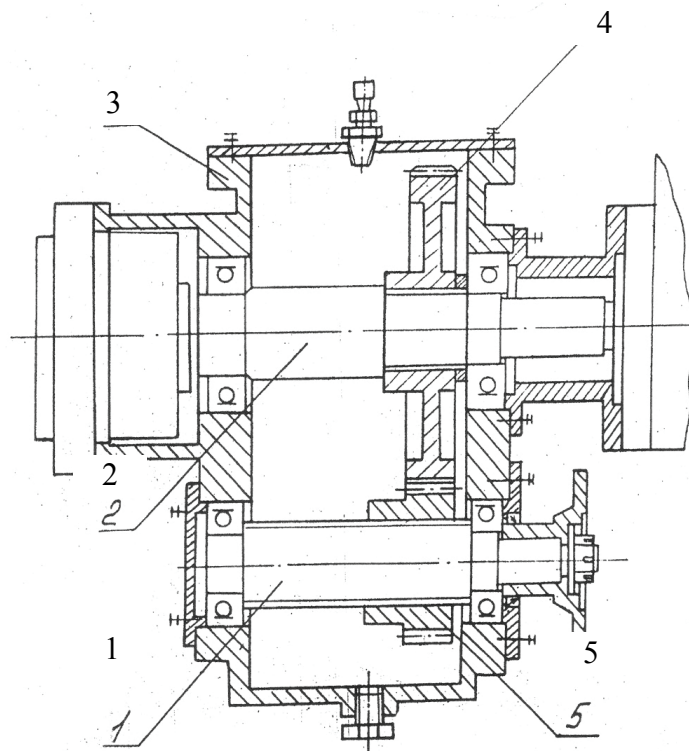


Рис. 7.111. Ре-

1, 2 – шлицевые валы; 3 – корпус;  
4, 5 – цилиндрические шестерни

дуктор раздаточный:

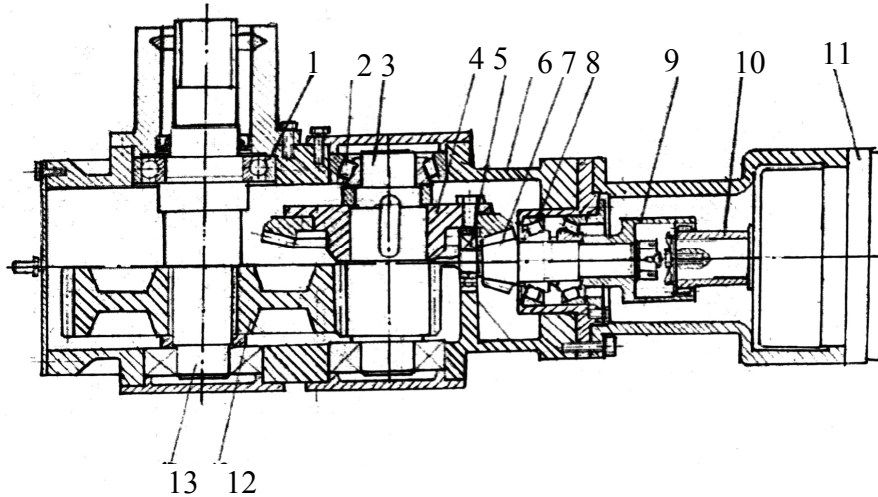


Рис. 7.112. Редуктор привода транспортера: 1 – подшипник; 2 – подшипник; 3 – вал; 4 – шестерня коническая; 5 – подшипник; 6 – корпус; 7 – вал-шестерня; 8 – подшипник; 9 – муфта; 10 – муфта зубчатая; 11 – гидромотор; 12 – шестерня; 13 – вал

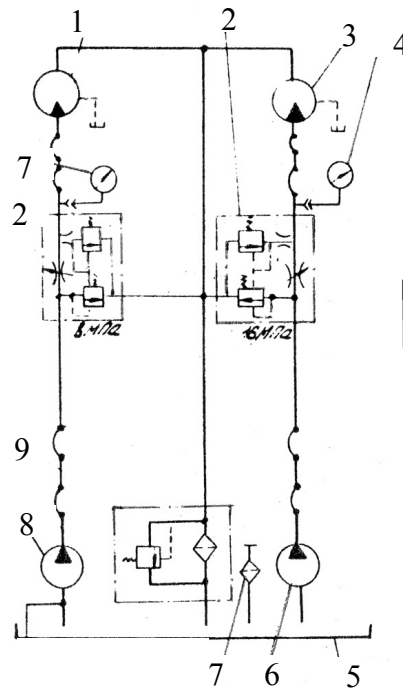


Рис. 7.113. Схема гидросистемы разбрасывающего оборудования: 1 – гидромотор привода разбрасывающего диска; 2 – регулятор потока; 3 – гидромотор редуктора привода транспортера; 4 – манометр; 5 – маслобак; 6 – насос; 7 – фильтр сетчатый; 8 – насос НШ-32У-2А; 9 – фильтр линейный

Гидросистема разбрасывающего оборудования (рис. 7.113) служит для привода в действие транспортера и разбрасывающего диска.

Гидросистема состоит из маслобака, установленного на кузове, насоса гидромотора привода транспортера, насоса гидромотора привода разбрасывающего диска, двух регуляторов потока, регулирующих частоту вращения гидромоторов, линейного фильтра, трубопроводов. Регуляторы потока имеют предохранительные клапаны для регулировки давления в системе.

Предохранительный клапан гидросистемы привода транспортера регулируется на давление 15–16 МПа, а гидросистемы привода диска – на давление 7–8 МПа.

Машина комбинированная КО-822 и ее модификации предназначены для поддержания аэродромных покрытий различного назначения в эксплуатационном состоянии, как в летних, так и зимних условиях.

Навесным оборудованием модификаций этих машин являются две разбрызгивающие каретки, установленные сзади машины. Каретки разворачиваются на  $90^\circ$  каждая относительно продольной оси машины при переводе из транспортного положения в рабочее. Нижняя труба несущей рамы каретки является напорным трубопроводом, вдоль которого установлены форсунки, разбрызгивающие жидкий реагент. Ширина обрабатываемой полосы 12–15,8 м в зависимости от модификации машины.

#### ***Расчет машин для распределения технологических материалов.***

Движение частицы реагента на вращающемся диске весьма сложное, поэтому обычно ограничиваются анализом заключительного этапа движения, когда частичка встречается с ребром диска и, перемещаясь вдоль него, отбрасывается им. Ребра на диске могут быть расположены радиально или с отклонением от этого положения вперед или назад. При движении частицы вдоль ребра на нее действуют силы центробежные, трения и тяжести. Для расчета составляют дифференциальное уравнение движения частицы вдоль ребра диска.

Режим работы дискового разбрасывателя и его параметры устанавливаются [10, 19] на основании анализа движения частиц по диску (рис. 7.114) и в воздухе (рис. 7.115) до момента контакта с покрытием. Для обеспечения движения частиц к периферии диска они должны поступать на диск не ближе чем  $r'' = r(1,1 - 1,2)$ . Определив зону подачи частиц на диск, можно использовать выражение  $\theta = \omega t$  для определения угла  $\theta$  разгрузки и установить направление слета частиц, поступающих на диск. Из приведенной схемы (рис. 7.114) наиболее близкие к оси диска частицы 1 и 2 при повороте диска на угол  $\theta$  переместятся к периферии и покинут его.

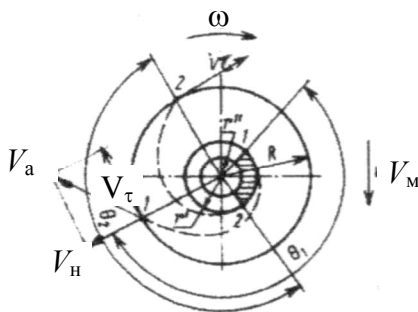


Рис. 7.114. Схема подачи материала на диск

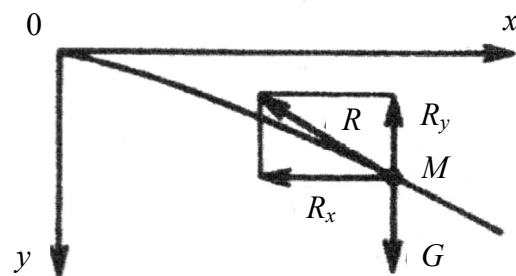


Рис. 7.115. Схема сил, действующих на частицу при ее движении в воздухе

Для определения ширины обрабатываемой полосы по известной высоте расположения диска от поверхности покрытия и другим параметрам движения частицы в воздухе вычисляют расстояние от диска до встречи частицы с покрытием.

Угол разгрузки  $\theta$  определяют по следующим формулам:  
для радиального расположения ребра

$$\theta = \frac{1}{K-f} \ln \frac{2KR}{r_0(K+f)}, \quad (7.51)$$

где  $f$  – коэффициент трения материала о поверхность диска;  $R$  – радиус диска, м;  $r_0$  – радиус ступицы диска, м;

$$K = \sqrt{f+1}; \quad (7.52)$$

при отклонении ребра назад

$$\theta_n = \frac{1}{K-f} \ln \frac{2K(R_1 + K_1)}{r_0(K+f)(\cos \varphi_0 + f \sin \varphi_0)}, \quad (7.53)$$

где  $\varphi_0$  – угол отклонения ребра на диске от радиального направления, град;

$$R_1 = \sqrt{R^2 - r_0^2 \sin^2 \varphi_0} - r_0 \cos \varphi_0, \quad (7.54)$$

$$K_1 = r_0 f \sin \varphi_0 + \frac{gf}{\omega^2}, \quad (7.55)$$

где  $\omega$  – угловая скорость диска, рад/с;

при отклонении ребра вперед

$$\theta_b = \frac{1}{K-f} \ln \frac{2K(R_1 - K_1)}{r_0(K+f)(\cos \varphi_0 - f \sin \varphi_0)}. \quad (7.56)$$

Абсолютная скорость, с которой частица материала сойдет с диска:

$$V_a = R\omega \sqrt{(n-f)^2 + 1}, \quad (7.57)$$

где  $n = \sqrt{1+f^2}$ .

Когда частица сойдет с диска, кроме скорости  $V_a$  она будет обладать скоростью машины  $V_m$ , и относительно покрытия ее полная скорость будет  $V = V_a + V_m$ . Частица движется в воздухе с начальной скоростью  $V$  под действием силы тяжести  $G$  и силы сопротивления воздуха  $R$ , см. рис. 7.115.

Это движение характеризуется уравнениями:

расстояние от диска до встречи частицы с покрытием, м:

$$x = \frac{1}{k_1} \ln k_1 V \left( t + \frac{1}{k_1 V} \right), \quad (7.58)$$

координата, характеризующая расстояние диска над покрытием, м:

$$y = \frac{1}{k_1} \ln \frac{e^{t\sqrt{gk_1}} + e^{-t\sqrt{gk_1}}}{2}, \quad (7.59)$$

где  $V$  – начальная скорость движения частиц, м/с;  $t$  – продолжительность полета частиц в воздухе, с;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$$k_1 = c\rho F / (2m), \quad (7.60)$$

где  $c$  – коэффициент сопротивления движению частицы в воздухе;  $\rho$  – плотность воздуха, кг/м<sup>3</sup>;  $F$  – площадь проекции частицы на плоскость, нормальную к направлению движения частицы, м<sup>2</sup>;  $m$  – масса частицы, кг.

При работе распределителя мощность расходуется [6, 15] на привод механизмов подачи материала из кузова машины к диску и привод вращения самого разбрасывающего диска.

Обычно для подачи материала из кузова применяют скребковый транспортер, сила,  $H$ , сопротивления движения цепи которого

$$W = (q'_n f'_n + q_k f_k + q''_n f''_n) Lk, \quad (7.61)$$

где  $q'_n$  – нагрузка от материала, перемещаемого транспортером, Н/м;  $f'_n$  – коэффициент трения материала о сталь ( $f'_n = 0,5$ );  $q_k$  – нагрузка от самого транспортера, Н/м;  $f_k$  – коэффициент сопротивления движению транспортера ( $f_k = 0,12-0,25$ );  $q''_n$  – нагрузка от неподвижного материала, размещенного над перемещаемым материалом, Н/м;  $f''_n$  – коэффициент внутреннего трения материала ( $f''_n = 1,0$ );  $L$  – длина скребкового транспортера, м;  $k$  – коэффициент, учитывающий сопротивление в подшипниках звездочек и от перегиба цепи ( $k = 1,25$ ).

Сила, Н, сопротивления движения цепи при смерзании материала в кузове

$$W_1 = n_c b h_c k_{cm}, \quad (7.62)$$

где  $n_c$  – число скребков верхней ветви транспортера;  $b$  – ширина скребка, м;  $h_c$  – высота скребка, м;  $k_{cm}$  – предел прочности смерзающего материала, Па.

Мощность, кВт, необходимая для привода транспортера:

$$N_T = W_1 V_T / (1000 \eta_1), \quad (7.63)$$

где  $V_T$  – скорость скребкового транспортера, м/с;  $\eta_1$  – КПД передачи от двигателя к транспортеру.

Для привода распределительного диска необходима мощность, кВт, для сообщения материалу скорости отбрасывания и преодоления сил трения при движении материала по диску:

$$N_g = \frac{m' \omega^2 R^2 \left[ 1 + (K - f)^2 + 2f(K - f)(1 - r_1^2 / R^2) \right]}{2000 \eta_2}, \quad (7.64)$$

где  $m'$  – масса материала, поступающего на диск в единицу времени, кг/с;

$$m' = q' B V_M, \quad (7.65)$$

где  $q'$  – плотность распределения материала, кг/м<sup>2</sup>;  $B$  – ширина обрабатываемой полосы, м;  $V_M$  – скорость машины, м/с;

$$r_1 = \frac{(r' + r'')}{2}, \quad (7.66)$$

где  $r'$  – радиус вала разбрасывающего диска, м;  $r''$  – радиус ступицы диска, м;  $\eta_2$  – КПД передачи от двигателя к диску.

При движении машины возникает сопротивление качению колес и рельефу дороги, при этом необходимая мощность

$$N_n = G_M (f_{\text{кач}} + i) \cdot \frac{V_M}{1000 \eta}, \quad (7.67)$$

где  $G_M$  – вес машины, полностью загруженной материалом, Н;  $f_{\text{кач}}$  – коэффициент сопротивления перекачиванию ( $f_{\text{кач}} = 0,02$ );  $i$  – уклон пути (для дорог  $i = 0,07-0,09$ ; для аэродромов  $i = 0,0125-0,020$ );  $\eta$  – КПД механизмов кинематической цепи от двигателя к ведущим колесам машины.



Общая мощность, кВт, необходимая для работы распределителя:

$$\sum N = N_T + N_g + N_n, \quad (7.68)$$

Техническая производительность, м<sup>2</sup>/ч, машины для распределения технологических материалов

$$П_{\text{тех}} = 3600BV_M. \quad (7.69)$$

Эксплуатационная производительность, м<sup>2</sup>/ч, зависит от времени, затраченного на рассыпку материала, загрузку бункера материалом, времени пробега машины от места работы до склада и обратно и др. [10]:

$$П_э = \frac{3600VK_3\gamma K_{\text{и}}}{q_p T_{\text{ц}}}, \quad (7.70)$$

где  $V$  – вместимость бункера, м<sup>3</sup>;  $K_3$  – коэффициент заполнения бункера материалом;  $\gamma$  – объемная масса материала, кг/м<sup>3</sup>;  $q_p$  – норма и плотность распределения гранулированного материала, кг/м<sup>2</sup>;  $K_{\text{и}}$  – коэффициент использования машины по времени ( $K_{\text{и}} = 0,9\text{--}0,95$ );  $T_{\text{ц}}$  – продолжительность рабочего цикла, с;

$$T_{\text{ц}} = T_p + T_{\text{тр}} + T_{\text{п}} + T_{\text{п.з}}, \quad (7.71)$$

где  $T_p$  – продолжительность распределения материалов, с;  $T_{\text{тр}}$  – продолжительность пробега машины от места работы к складу материалов и обратно, с;  $T_{\text{п}}$  – продолжительность погрузки материала в бункер, с;  $T_{\text{п.з}}$  – продолжительность подготовительно-заключительной операции, с.

### Контрольные вопросы

1. Назовите способы распределения реагентов против обледенения ВПП.
2. Какое оборудование установлено на машинах для распределения гранулированных и жидких реагентов?
3. Какие нагрузки возникают на цепи транспортера подачи гранулированных реагентов в рабочем режиме?
4. Какие факторы влияют на эксплуатационную производительность машин для распределения гранулированных реагентов?

## 7.8. Машины для погрузки снега

### 7.8.1. Снегопогрузчики непрерывного действия

Машины предназначены для погрузки снега и сыпучих материалов из валов, куч в транспортные средства при очистке рулежных дорожек, мест стоянки воздушных судов, перрона, приангарных площадей, подъездных путей к аэродромам.

В зависимости от конструкций рабочего органа различают снегопогрузчики непрерывного действия с лаповым и фрезерным питателем, а также циклического действия – одноковшовые фронтальные погрузчики.

Технические характеристики машин непрерывного действия для погрузки снега и сыпучих материалов приведены в табл. 7.16, а одноковшовых фронтальных пневмоколесных погрузчиков – в табл. 7.17.

Таблица 7.16

Технические характеристики машин непрерывного действия  
для погрузки снега и сыпучих материалов

Параметры	Модель				
	Д-566	КО-203	КО-206А	КО-205	ТМ-1А
Базовое шасси	Специальное			МТЗ-80/82	Специальное
Номинальная мощность двигателя, кВт	36,8	85,6	45,6	55,2	44
Тип транспортера	Скребковый			Ленточный	Многоковшовый
Ширина захвата, м	2,64	2,35	2,6	2,3	2,45
Высота погрузки, м	3,6	3,8	3,8	3	3,5
Габаритные размеры, мм:					
длина	9120	9000	9900	9200	8550
ширина	2800	2490	2800	2700	2865
высота	3140	2860	3300	3200	3750
Масса машины, кг	6600	4800	6000	5700	7760

Таблица 7.17

Технические характеристики  
одноковшовых фронтальных пневмоколесных погрузчиков

Параметры	Модель				
	ТО-6А	ТО-30	ТО-18А	ТО-25	ТО-21-1
1	2	3	4	5	6
Базовое шасси	Специальное	Специальное с шарнирно сочлененной рамой		Трактор Т-150 с доработкой	Специальное с шарнирно сочлененной рамой
Грузоподъемность, т	2	2,2	3	3	15 ±1,5
Вместимость основного ковша, м³	1	1,1	1,5	1,5	7,65
Ширина режущей кромки ковша, мм	2335	2400 ±50	2550 ±50	2500	4170 ±10
Наибольшая высота разгрузки, мм	2700	2700	2700	2760	4200

1	2	3	4	5	6
Вылет кромки ковша при наибольшей высоте разгрузки, мм	700	700	1050	1075	1850
Наибольший угол разгрузки, град	50	50	50	53	50
Двигатель:					
модель	СМД-14НГ	Д-240	А-01МК	СМД-62	В2-ТК-С5
мощность, кВт	59	55	99	122	405
Радиус поворота по наружной кромке ковша, м	6,3	5,05 ±0,1	5,95 ±0,2	6,5	10
Угол поворота полупрам, град	–	±40	±35	–	±37
База, мм	2150	2450	2740	2860	–
Колея, мм	1840	1840	1927	1860	–
Обозначение шин	14,00–20	14,00–20 или 15,5–25	20,5–25	21,3–24	37,5–39
Скорость движения, км/ч:					
вперед	5,9; 10,8; 20; 35	6,14; 11,11; 20,55; 35	7,2; 13,12; 24,4; 44,3	До 30,4	До 30,8
назад	6; 20	6,27; 21,22	7,41; 25,2	До 11	До 20,6
Габаритные размеры, мм:					
длина	5790 ±40	6230 ±100	7100 ±150	7100	12530
ширина	2335 ±30	2400 ±50	2550 ±50	2550	4170
высота	2900 ±30	3290 ±50	3550 ±100	3015	5010
Масса, кг	7100	7500	10550	10100	7500

**Машина Д-566** (рис. 7.116) состоит из базового шасси специальной конструкции и рабочего оборудования, включающего питатель лапового типа, скребковый транспортер, гидравлическую систему и механизм привода. Оба моста являются ведущими, задний – управляемый. Кинематическая схема показана на рис. 7.117. Вращение от двигателя Д-50 через коробку передач, выходной вал которого соединен с раздаточной коробкой, осуществляющей привод обоих мостов, передается на ведущие колеса. На коробке передач установлен ходоуменьшитель с гидравлическим приводом. Привод скребкового транспортера и редукторов привода лап осуществляется от коробки передач с помощью карданной передачи.

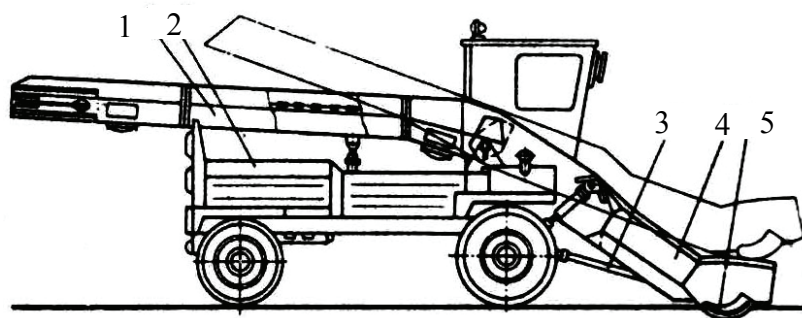


Рис. 7.116. Снегопогрузчик Д-566: 1 – стрела с транспортером; 2 – двигатель; 3 – трансмиссия; 4 – лопата; 5 – опорные лыжи

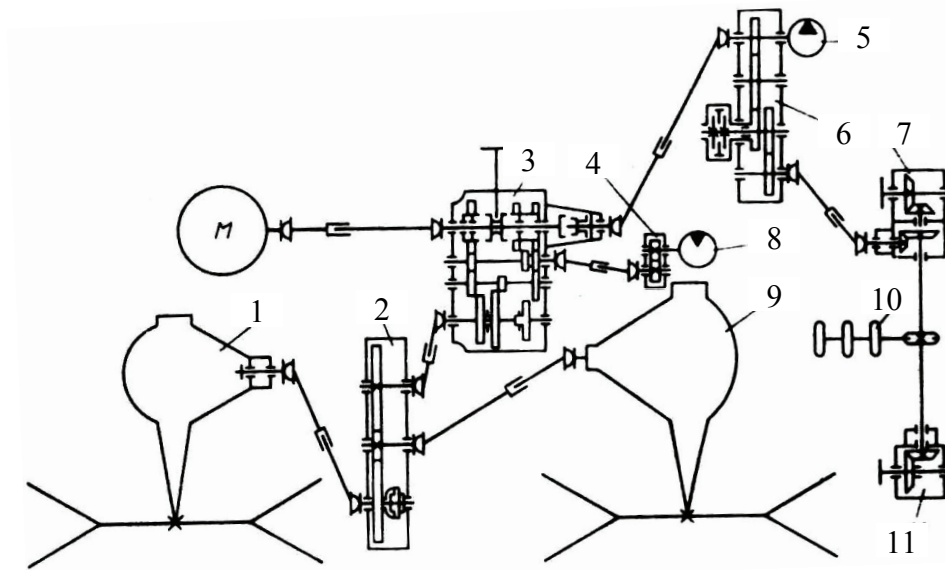


Рис. 7.117. Кинематическая схема снегопогрузчика Д-566: 1, 9 – задний и передний мосты; 2 – раздаточная коробка; 3 – коробка передач; 4 – редуктор ходоуменьшителя; 5 – гидронасос; 6 – раздаточный редуктор; 7 – главный редуктор; 8 – гидромотор ходоуменьшителя; 10 – скребковый транспортер; 11 – редуктор привода правой лапы

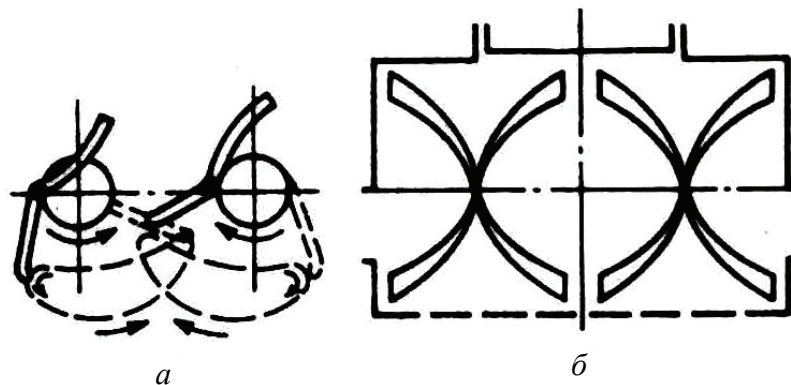


Рис. 7.118. Схемы рабочих органов снегопогрузчиков непрерывного действия: а – лапового типа; б – фрезерного типа

Работу пневмосистемы обеспечивает компрессор с приводом от базового двигателя. Пневматическая система используется для торможения, включения заднего моста, управления редуктором отбора мощности и муфтой предельного момента, расположенной в раздаточном редукторе.

Специальное оборудование машины состоит из лопаты, подвешенной шарнирно спереди машины и стрелы. Лопата представляет собой раму сварной конструкции, облицованную листами. В передней части лопата оборудована ножом, подрезающим вал снега, а также опорными колесами или лыжами. В средней части лопаты размещены две загребавшие лапы (рис. 7.118, а), привод движения которых осуществляется от главного редуктора привода транспортера. Между лапами на лопате расположена передняя часть скребкового транспортера.

Гидросистема предназначена для передвижения машины при погрузке снега, а также для подъема и опускания лопаты и стрелы транспортера.

Машина работает следующим образом: с помощью гидроцилиндров лопата опускается в исходное положение, а стрела транспортера поднимается в верхнее положение для погрузки снега; при врезании лопаты в вал снега машина передвигается на пониженной рабочей скорости; поочередным движением лап некоторый объем снега отделяется и подается к середине лопаты на скребковый транспортер; транспортер перемещает снег в заднюю часть машины и сбрасывает его в кузов автомобиля.

Специальное оборудование машин КО-203, КО-206А и Д-566 различается только конструктивным исполнением отдельных узлов и агрегатов.

Рабочее оборудование снегопогрузчиков с фрезерным питателем (рис. 7.118, б) состоит из симметрично расположенных относительно оси машины двухзаходных фрез ленточного типа с правым и левым направлением спирали, благодаря этому срезаемый лопастями фрез снег подается к центру машины на ленточный конвейер или роторный метатель, а затем в кузов автомобиля.

**Многоковшовый погрузчик ТМ-1А** (рис. 7.119) предназначен для погрузки снега и сыпучих материалов (гранулированных реагентов), применяемых при содержании аэродромов и подъездных дорог. Погрузчик является самоходной машиной с двумя ведущими мостами и состоит из силовой установки, коробки передач, раздаточной коробки, рамы, элеватора, редуктора отбора мощности, конвейера, механизма подъема и поворота конвейера, электрооборудования, пневмо- и гидросистемы.

Силовая установка погрузчика состоит из двигателя Д-242 и его систем. От двигателя (рис. 7.120) через муфту сцепления крутящий момент передается на коробку передач. Коробка перемены передач осуществляет передачу крутящего момента тем же узлам, что в машины Д-566.

Рабочим органом погрузчика является многоковшовый цепной элеватор (рис. 7.121) со шнековым питателем и ленточный конвейер. Элеватор состоит из рамы, в нижней части которой установлена (на валу) ведомая звездочка и шнек, а в верхней части – ведущая звездочка, приводящая в движение ковшовую цепь. Шнек состоит из трубы с приваренными к ней стойками и спиралями, образующими винтовую поверхность с левой и правой навивками. К спиралям крепятся ножи. Положение шнеков регулируется и изменяется при подъеме и опускании элеватора с помощью гидроцилиндров. Шнек может опускаться ниже уровня передних колес на 35 мм и подниматься выше их уровня на 350–400 мм. На корпусе редуктора отбора мощности, осуществляющего привод элеватора, установлена дисковая муфта предельного момента для предохранения привода от перегрузок.

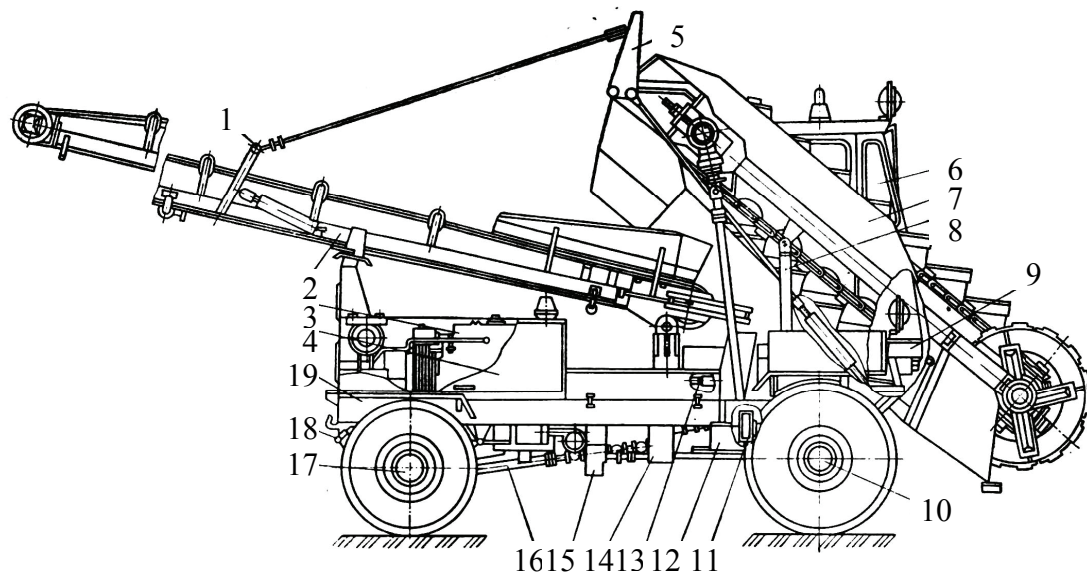


Рис. 7.119. Общий вид погрузчика ТМ-1А: 1 – механизм подъема конвейера; 2 – конвейер; 3 – силовая установка; 4 – облицовка; 5 – выравниватель; 6 – кабина; 7 – элеватор; 8 – опорная рамка; 9 – рабочее место; 10 – передний мост; 11 – ходоуменьшитель; 12 – редуктор отбора мощности; 13 – механизм поворота конвейера; 14 – коробка передач; 15 – раздаточная коробка; 16 – карданный вал; 17 – задний мост; 18 – задняя подвеска; 19 – рама

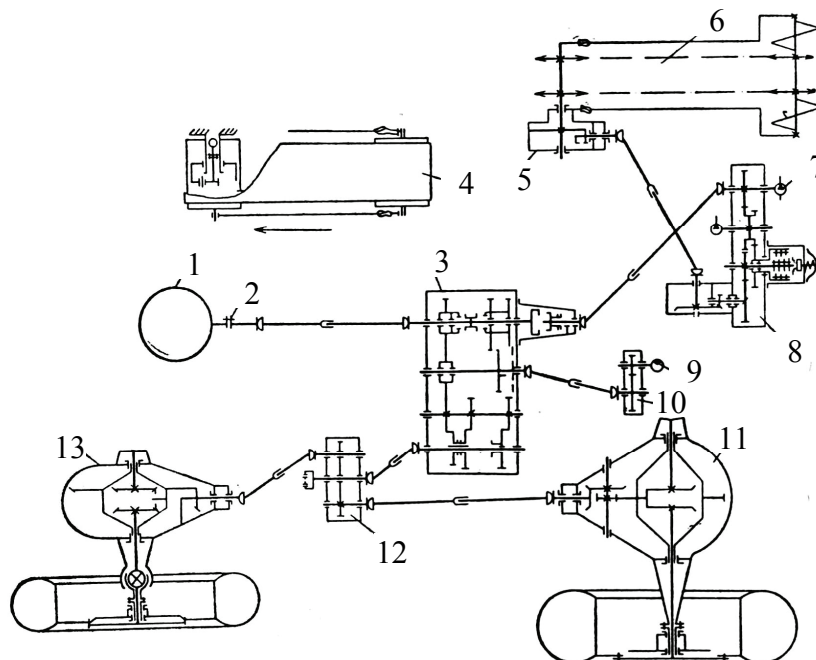


Рис. 7.120. Кинематическая схема погрузчика ТМ-1А: 1 – двигатель; 2 – муфта сцепления; 3 – коробка передач; 4 – конвейер; 5 – привод элеватора; 6 – элеватор; 7 – насос; 8 – редуктор отбора мощности; 9 – гидравлический двигатель; 10 – ходоуменьшитель; 11 – передний мост; 12 – раздаточная коробка; 13 – задний мост

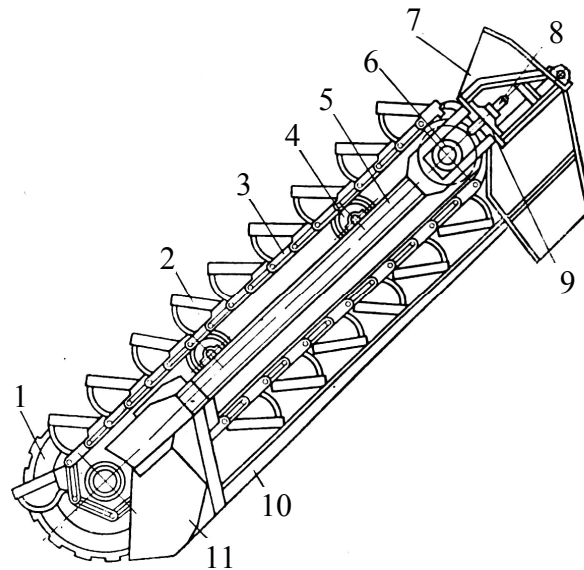


Рис. 7.121. Элеватор машины ТМ-1А: 1 – шнек; 2 – ковш; 3 – ковшовая цепь; 4 – поддерживающий ролик; 5 – рама; 6 – вал привода; 7 – оголовок; 8 – натяжной винт; 9 – брус; 10 – лоток; 11 – скребок

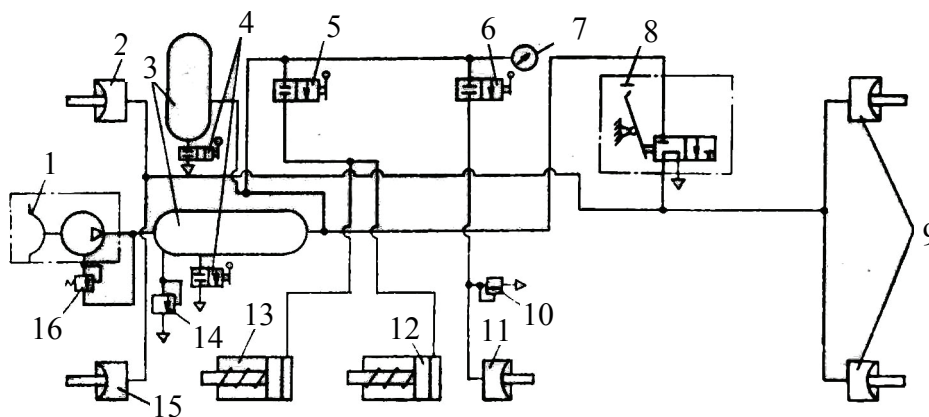


Рис. 7.122. Пневматическая схема погрузчика ТМ-1А: 1 – компрессор; 2, 9, 15 – тормозные камеры; 3 – воздушные баллоны; 4 – сливные краны; 5, 6 – краны управления; 7 – манометр; 8 – тормозной кран; 10, 14 – предохранительный клапан; 11 – камера муфты предельного момента; 12 – пневмоцилиндр коробки передач; 13 – пневмоцилиндр раздаточной коробки; 16 – регулятор давления

Пневматическая система машины (рис. 7.122) служит для привода ножного тормоза, включения и выключения заднего моста, редуктора отбора мощности, муфты предельного момента привода элеватора. Погрузчик снабжен рабочими тормозами, действующими на все колеса машины, и стояночным, действующим на трансмиссию. Стояночный тормоз колодочного типа установлен на раздаточной коробке и управляется рычагом, расположенным в кабине машиниста.



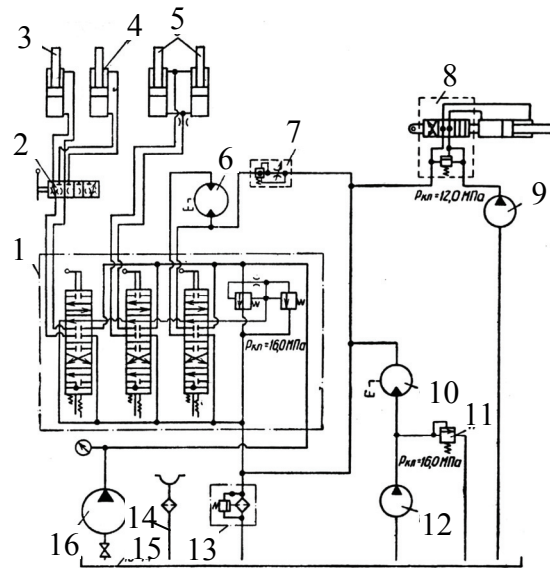


Рис. 7.123. Гидравлическая схема погрузчика ТМ-1А: 1 – распределитель; 2 – распределительный кран; 3 – гидроцилиндр поворота конвейера; 4 – гидроцилиндр подъема конвейера; 5 – гидроцилиндры элеватора; 6 – гидромотор привода ходоуменьшителя; 7 – дроссель с регулятором; 8 – распределитель гидроусилителя; 9, 12, 16 – шестеренные насосы; 10 – гидромотор привода конвейера; 11 – предохранительный клапан; 13 – фильтр; 14 – заливная горловина; 15 – бак

Гидравлическая система погрузчика (рис. 7.123) обеспечивает подъем-опускание элеватора, подъем-опускание и поворот конвейера, работу гидромотора привода конвейера и ходоуменьшителя, а также гидроусилителя рулевого управления. Она имеет два контура: один для привода ходоуменьшителя и управления рабочими органами, другой – для привода конвейера.

Вырезание снега из забоя и перемещение его к транспортеру осуществляется фрезерным питателем. Преимущество фрезерного питателя по сравнению со шнековым заключается в его способности разрабатывать плотный, слежавшийся или смерзшийся снег.

Расчет мощности привода фрезерного питателя приведен в разд. 7.4.1.

## 7.8.2. Одноковшовые фронтальные погрузчики

**Одноковшовый фронтальный пневмоколесный погрузчик ТО-6А** имеет: дизельную силовую установку, гидромеханическую трансмиссию, два ведущих моста, ходовую часть, независимый отбор мощности на привод рабочего оборудования, гидравлическое управление и пневматические тормоза.

Трансмиссия (рис. 7.124) погрузчика состоит из редуктора отбора мощности, гидромеханической коробки передач, карданной передачи, ведущих мостов. Редуктор отбора мощности предназначен для независимого отбора мощности на приводах насосов рабочего оборудования.

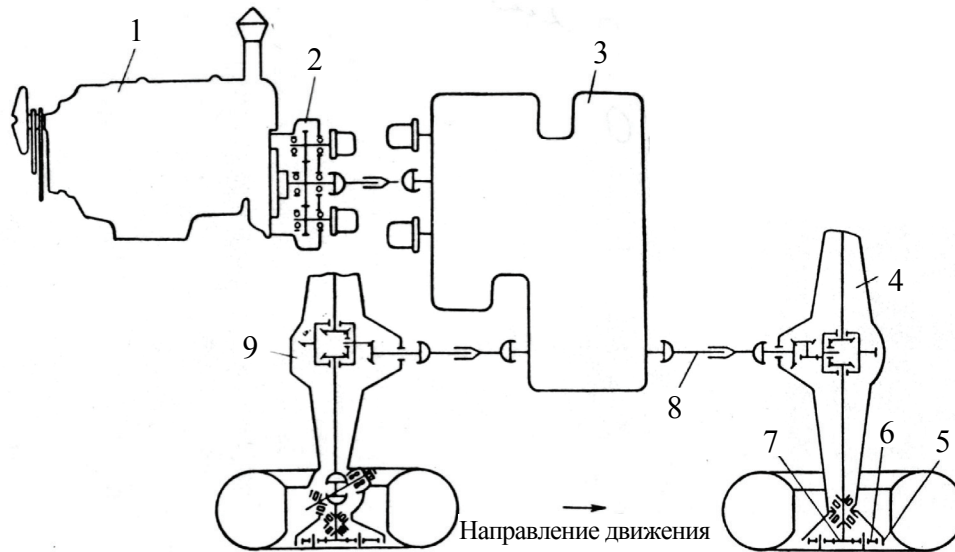


Рис. 7.124. Кинематическая схема погрузчика ТО-6А: 1 – двигатель; 2 – редуктор; 3 – коробка передач; 4 – передний мост; 5 – венцовая шестерня; 6 – сателлит; 7 – солнечная шестерня; 8 – карданный вал; 9 – задний ведущий мост

Гидромеханическая коробка передач предназначена для преобразования крутящего момента, передаваемого от двигателя к ведущим колесам погрузчика. Гидротрансформатор автоматически регулирует скорость погрузчика в зависимости от сопротивления на ведущих колесах или режущей кромке рабочего органа. Механическая часть коробки передач состоит из трех редукторов: основного редуктора с механическим переключением диапазонов и двух коробок отбора мощности на ведущие мосты погрузчика. Переключение передач переднего и заднего хода внутри каждого диапазона основного редуктора осуществляется фрикционными муфтами.

Гидротрансформатор, основной редуктор и коробки отбора мощности вместе с основными деталями и агрегатами гидросистемы коробки передач объединены в один узел, установленный на раме на трех быстросъемных резиновых опорах.

Основной редуктор двухпозиционный четырехступенчатый с реверсом на две передачи. Переключение диапазонов осуществляется с помощью зубчатой муфты, расположенной на выходном валу.

Гидросистема коробки передач регулирует питание маслом гидротрансформатора и фрикционных, включает передачи в зависимости от положения рычагов управления коробки и левой тормозной педали, обеспечивает смазку подшипников, шестерен, дисков фрикционных муфт и других трущихся поверхностей, отвод тепла от деталей коробки, а также очистку и охлаждение.

Рама погрузчика сварная, состоит из двух продольных балок – лонжеронов, связанных между собой четырьмя поперечинами, порталом и каркасом. На портал навешено рабочее оборудование погрузчика. Рабочее оборудование (рис. 7.125) состоит из рабочего органа, рычажной системы привода рабочего оборудования. Рычажная система погрузчика состоит из стрелы, рычага приво-

да и тяги. Стрела верхним концом шарнирно закреплена на портале, к нижнему концу шарнирно крепится рабочий орган. К балке стрелы шарнирно крепится рычаг поворота ковша, нижний конец которого через тягу шарнирно связан с рабочим органом. Подъем и опускание стрелы вместе с ковшом производится гидроцилиндрами подъема, поворот ковша – гидроцилиндром поворота.

Гидросистема рабочего оборудования (рис. 7.126) обеспечивает подачу рабочей жидкости в полости гидроцилиндров привода рабочего оборудования в зависимости от положения рычагов управления распределителя, а также очистку и охлаждение масла.

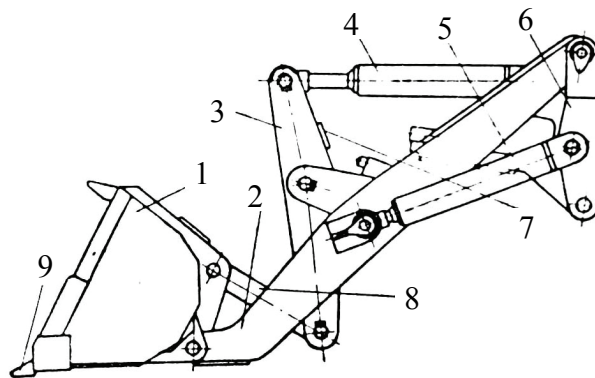


Рис. 7.125. Рабочее оборудование погрузчика ТО-6А: 1 – ковш; 2 – стрела; 3 – рычаг; 4 – гидроцилиндр поворота ковша; 5 – гидроцилиндр подъема и опускания стрелы; 6 – кронштейн; 7 – упор; 8 – тяга; 9 – зуб

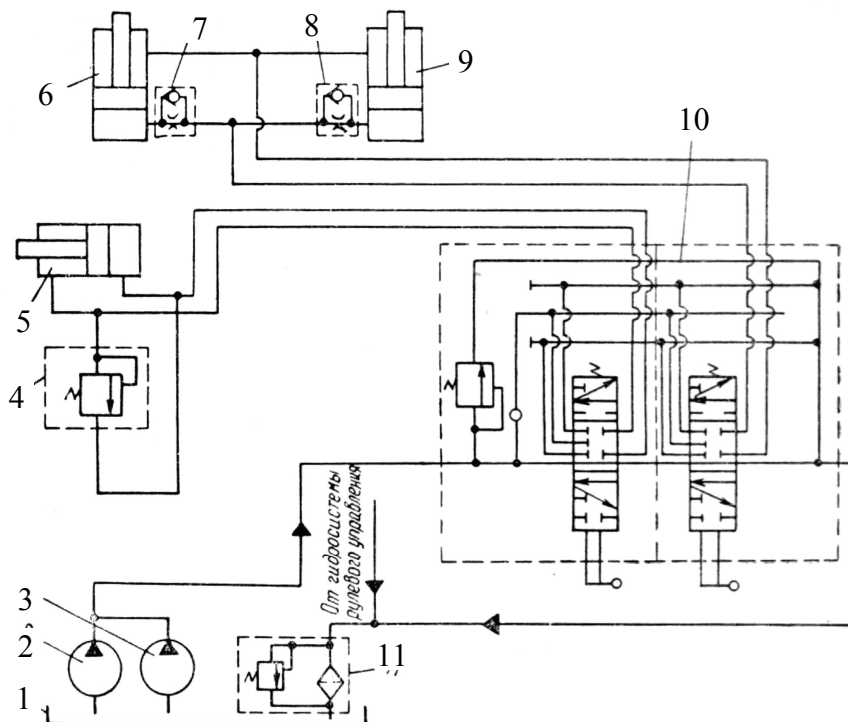


Рис. 7.126. Гидравлическая схема рабочего оборудования погрузчика ТО-6А: 1 – бак; 2, 3 – насосы; 4 – разгрузочный клапан; 5 – гидроцилиндр поворота ковша; 6, 9 – гидроцилиндры подъема стрелы; 7, 8 – замедлительные клапаны; 10 – гидрораспределители; 11 – фильтр

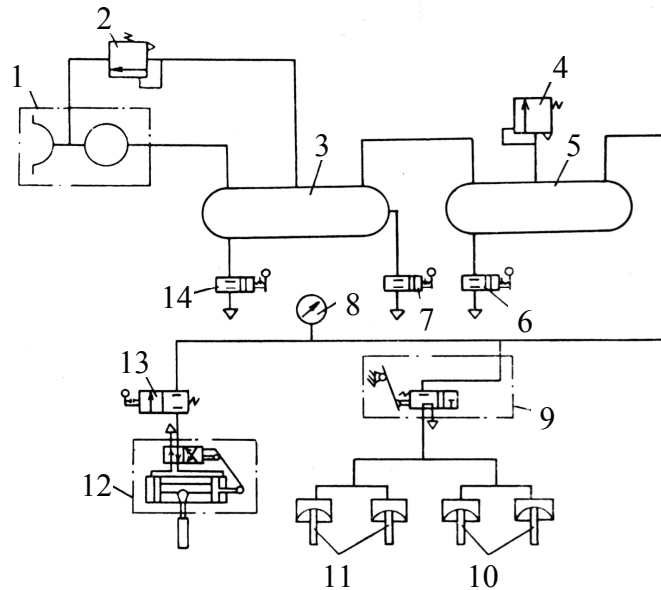


Рис. 7.127. Пневматическая схема погрузчика ТО-6А: 1 – компрессор; 2 – регулятор давления; 3, 5 – воздушные баллоны; 4 – предохранительный клапан; 6, 14 – сливные краны; 7, 13 – краны отбора воздуха; 8 – манометр; 9 – тормозной кран; 10, 11 – тормозные камеры; 12 – стеклоочиститель

На погрузчике установлено рулевое управление с гидроусилителем, позволяющее поворачивать задние управляемые колеса.

Погрузчик оборудован двумя видами тормозов: рабочим колодочного типа и стояночным центральным тормозом. Рабочий тормоз предназначен для торможения движущегося погрузчика и состоит из четырех колесных тормозов, пневматического привода управления тормозным краном и разобщительным клапаном коробки передач. Стояночный тормоз имеет механический привод.

Колеса погрузчика оснащены двухколодочными тормозами, действующими на тормозные барабаны, установленные на ступицах колес.

Погрузчик оборудован однопроводной системой пневматического привода колесных тормозов (рис. 7.127), состоящей из компрессора, регулятора давления, двух воздушных баллонов, предохранительного клапана, манометра и трубопроводов. В пневмосистему погрузчика, кроме того, входит стеклоочиститель, включаемый воздушным краном. На одном из ресиверов имеется кран отбора воздуха.

Система электрооборудования погрузчика однопроводная напряжением 12 В. Источниками тока являются генератор с регулятором и аккумуляторная батарея.

**Погрузчик ТО-30** (рис. 7.128) представляет собой самоходную пневмоколесную машину с шарнирно сочлененной рамой. На раме монтируют: силовую установку, трансмиссию, кабину с органами управления и контроля, погрузочное оборудование и его гидросистему, электросистему, пневмосистему, рулевое управление с гидроприводом.

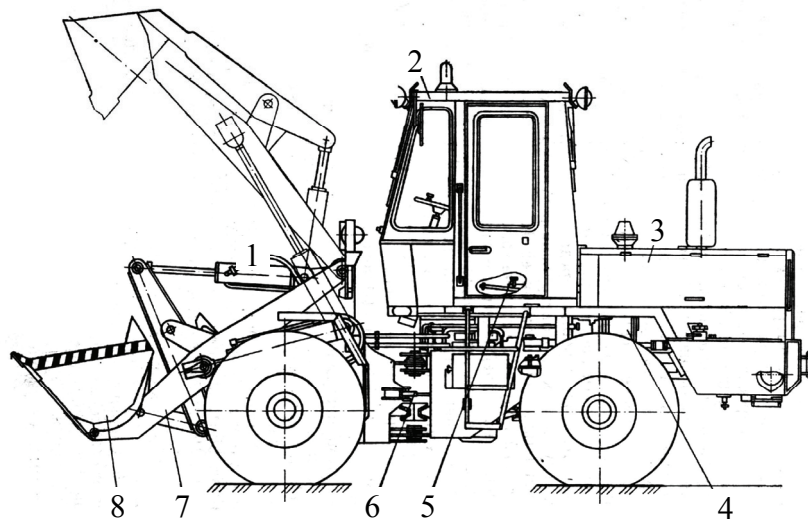


Рис. 7.128. Общий вид погрузчика ТО-30: 1 – гидроцилиндр; 2 – кабина; 3 – силовая установка; 4 – редуктор отбора мощности; 5 – рулевое управление; 6 – рама; 7 – стрела; 8 – ковш

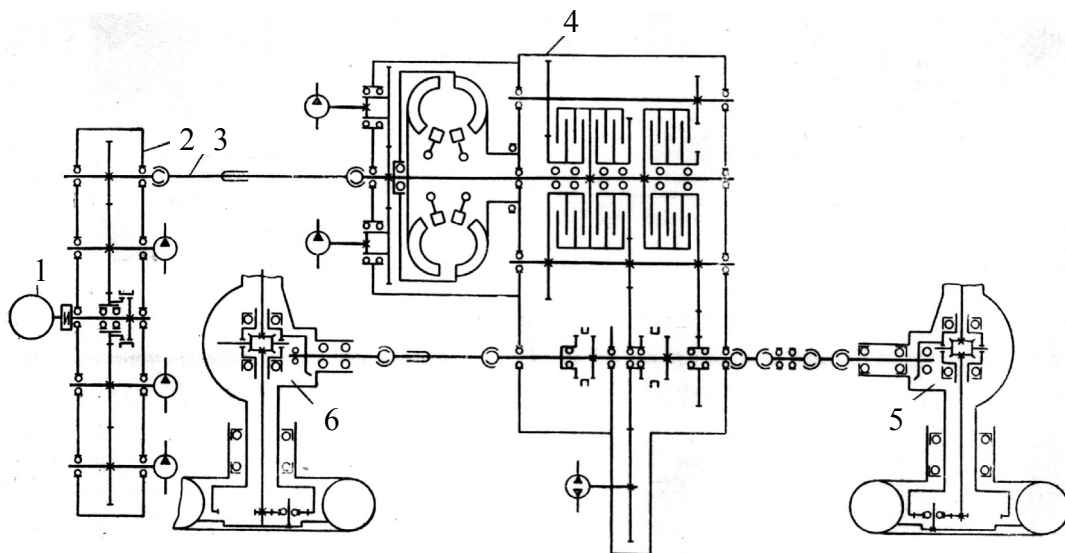


Рис. 7.129. Кинематическая схема погрузчика ТО-30: 1 – двигатель; 2 – редуктор отбора мощности; 3 – карданный вал; 4 – коробка передач; 5 – передний ведущий мост; 6 – задний ведущий мост

Силовая установка состоит из двигателя и редуктора отбора мощности, от которого осуществляется привод насосов рабочего оборудования и рулевого управления, а также передается крутящий момент к гидромеханической коробке передач (рис. 7.129), а от нее на два ведущих моста. Передний мост жестко крепится к передней полураме погрузчика, а задний установлен на балансирной рамке задней полурамы погрузчика и может качаться относительно продольной оси погрузчика, в результате чего улучшаются тягово-сцепные качества машины.

Пневмосистема погрузчика служит для привода рабочей тормозной системы. Стояночная тормозная система действует на выходной вал переднего ведущего моста.



Навеска рабочего оборудования подобна конструктивной схеме, показанной на рис. 7.125. Этой схеме соответствует навеска большинства ковшей фронтальных погрузчиков.

Гидросистема погрузчика включает в себя питание гидромеханической коробки передач и рабочего оборудования. Гидросистема рабочего оборудования (рис. 7.130) предназначена для привода и управления перемещением стрелы и ковша при выполнении рабочих операций. Она имеет: бак для рабочей жидкости, два шестеренных колеса, распределитель, гидроцилиндр поворота ковша, два цилиндра (подъема и опускания стрелы), замедлительные клапаны, предохранительный блок, обратный клапан, фильтр, трубопроводы. Заправка системы осуществляется ручным поршневым насосом через фильтр и обратный клапан.

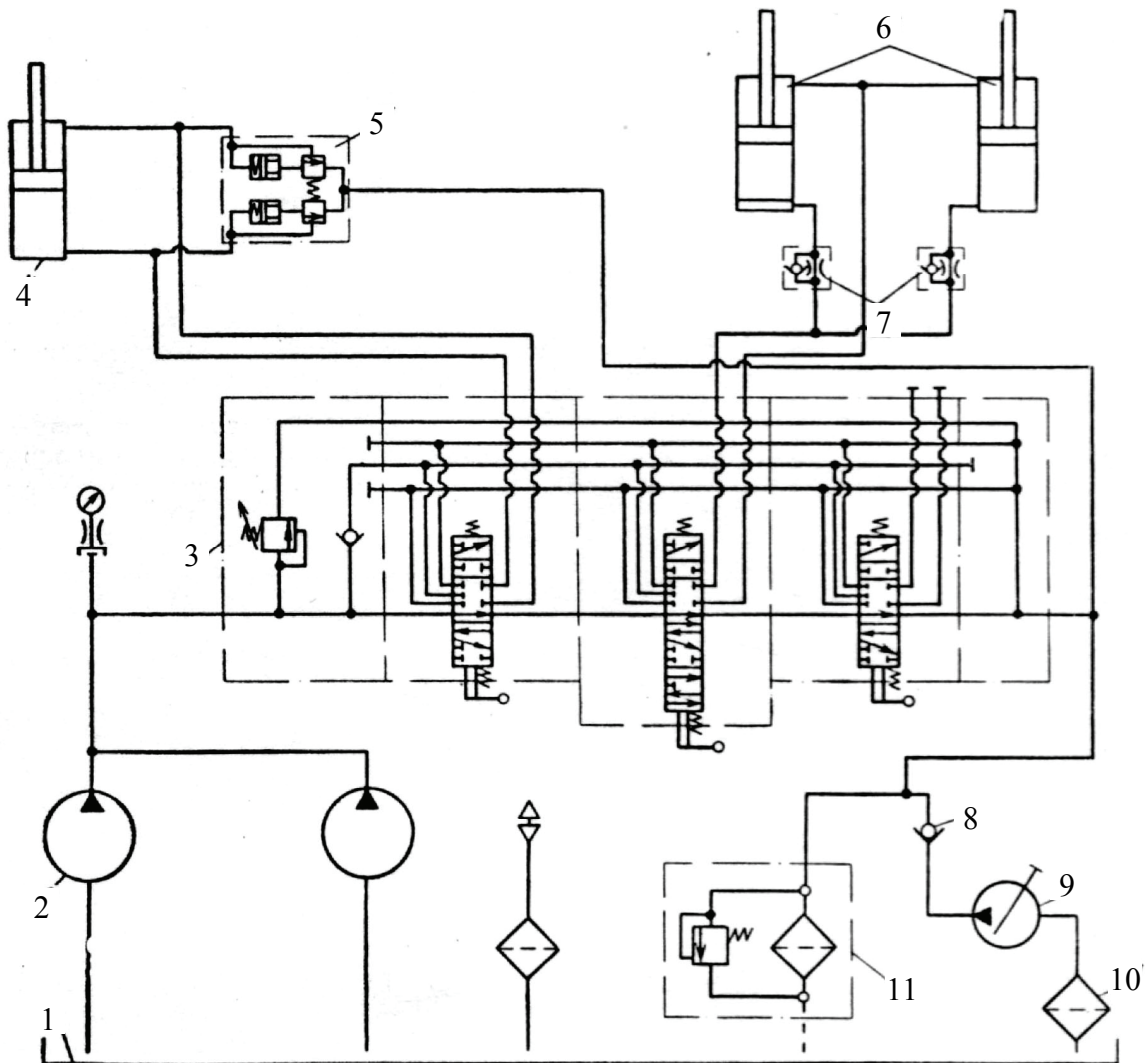


Рис. 7.130. Гидравлическая схема погрузчика ТО-30: 1 – бак; 2 – насос; 3 – гидрораспределитель; 4 – гидроцилиндр поворота ковша; 5 – предохранительный блок; 6 – гидроцилиндры подъема стрелы; 7 – замедлительные клапаны; 8 – обратный клапан; 9 – ручной насос; 10, 11 – фильтры

Рулевое управление погрузчика гидравлическое со следящей гидравлической обратной связью. Оно состоит из гидравлического руля (рис. 7.131) и гидроцилиндров, с помощью которых происходит поворот полурам относительно друг друга.

Гидросистема рулевого управления состоит из основного шестеренного насоса, установленного на редукторе отбора мощности и аварийного аксиально-поршневого насоса-гидромотора, привод которого осуществляется от выходного вала коробки передач, обратного клапана, трубопроводов и рукавов.

**Одноковшовый фронтальный погрузчик ТО-18А** (рис. 7.132) изготавливается на специальном колесном шасси с сочлененной рамой и имеет силовую установку, гидромеханическую трансмиссию, два ведущих моста.

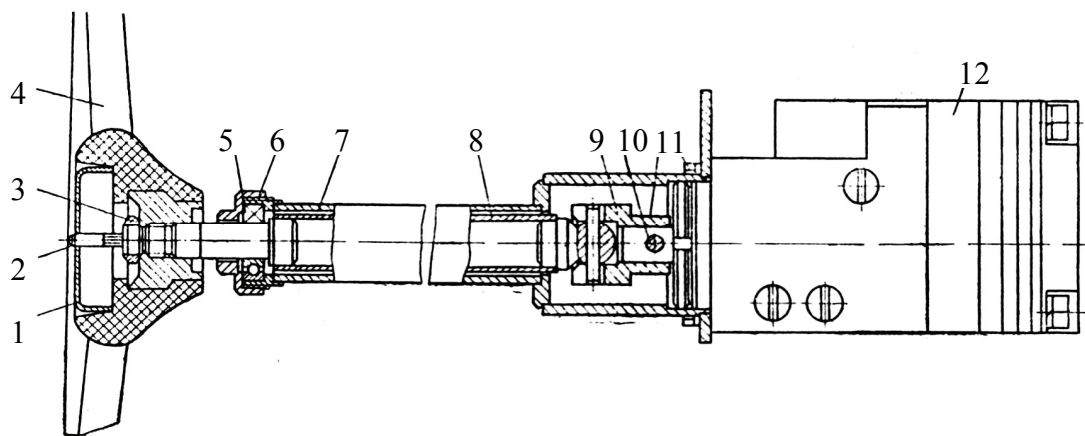


Рис. 7.131. Гидравлический руль погрузчика ТО-30: 1, 6 – крышка; 2 – винт; 3 – гайка; 4 – колесо; 5 – подшипник; 7 – колонка; 8 – вал; 9 – полумуфта; 10 – штифт; 11 – болт; 12 – гидравлический руль

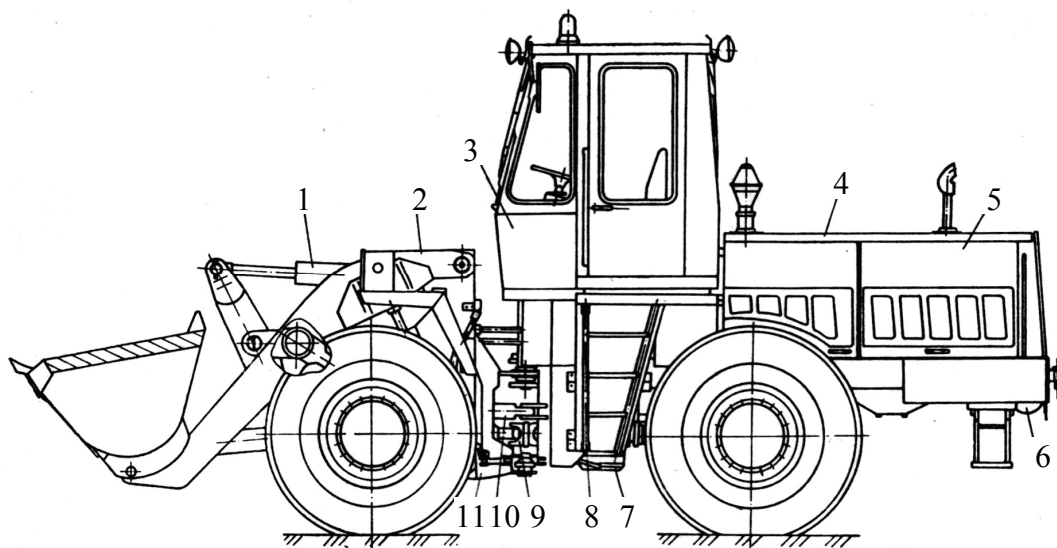


Рис. 7.132. Погрузчик ТО-18Б: 1 – гидросистема рабочего оборудования; 2 – рабочее оборудование; 3 – кабина; 4 – облицовка; 5 – силовая установка; 6 – пневмосистема; 7 – установка гидромеханической передачи; 8 – гидросистема коробки передач; 9 – карданный вал; 10 – гидросистема рулевого управления; 11 – рама



Силовая установка состоит из дизельного двигателя и редуктора отбора мощности, установленного на двигателе. Крутящий момент от двигателя (рис. 7.133) через редуктор отбора мощности и карданный вал передается на гидромеханическую коробку передач и на ведущие мосты погрузчика.

Колесный редуктор планетарный одноступенчатый с неподвижной коронной шестерней и тремя сателлитами.

Подвеска заднего моста обеспечивает его качание вместе с балансирующей рамкой в плоскости, перпендикулярной движению погрузчика, что позволяет разгрузить раму машины от поперечных нагрузок (в случае наезда на препятствие или при передвижении по мягкому грунту и т. д.). Для ограничения угла поворота балансирующей рамки и снижения динамических нагрузок в конце поворота на рамке установлены резиновые буфера.

Рама погрузчика (рис. 7.134) состоит из двух полурам: передней и задней. Шарнирное соединение полурам выполнено с помощью двух соосных вертикальных шарниров. Радиальные нагрузки передаются шарнирными подшипниками. Применение шарнирных подшипников позволяет компенсировать некоторую неточность изготовления сварных конструкций полурам.

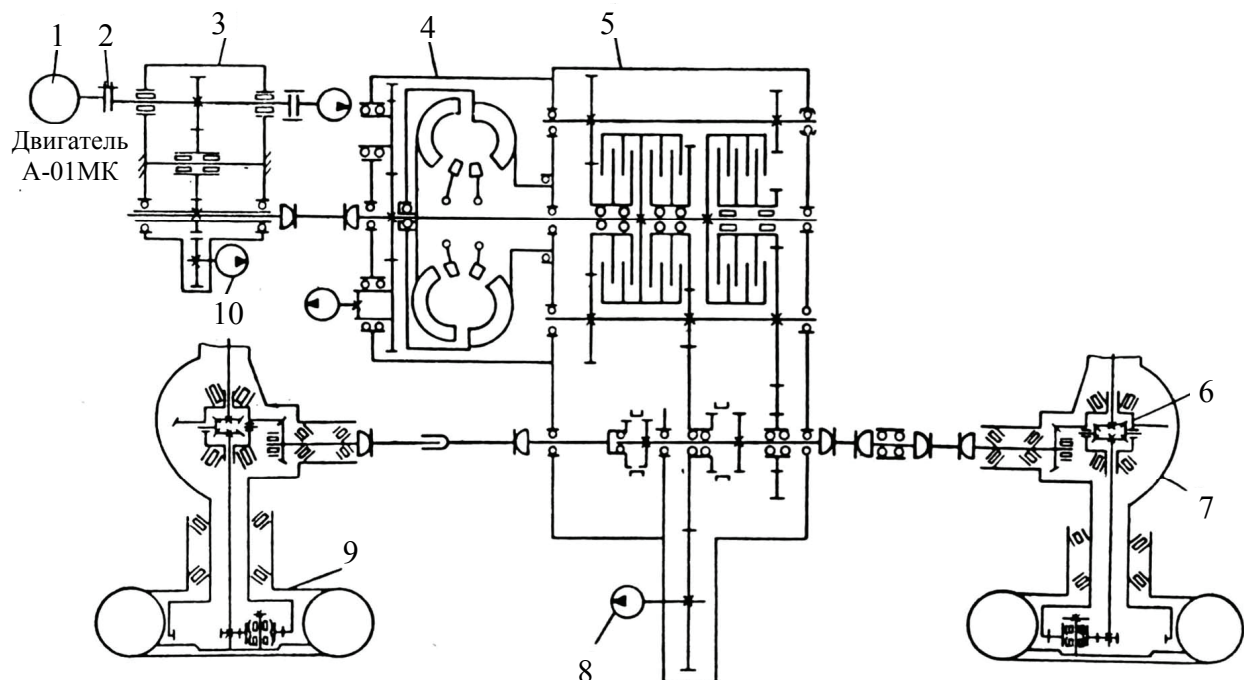


Рис. 7.133. Кинематическая схема погрузчика ТО-18А: 1 – двигатель; 2 – демпфер; 3 – редуктор отбора мощности; 4 – гидротрансформатор; 5 – коробка передач; 6 – главная передача; 7 – передний мост; 8 – аварийный насос; 9 – задний мост; 10 – насос гидросистемы рабочего оборудования

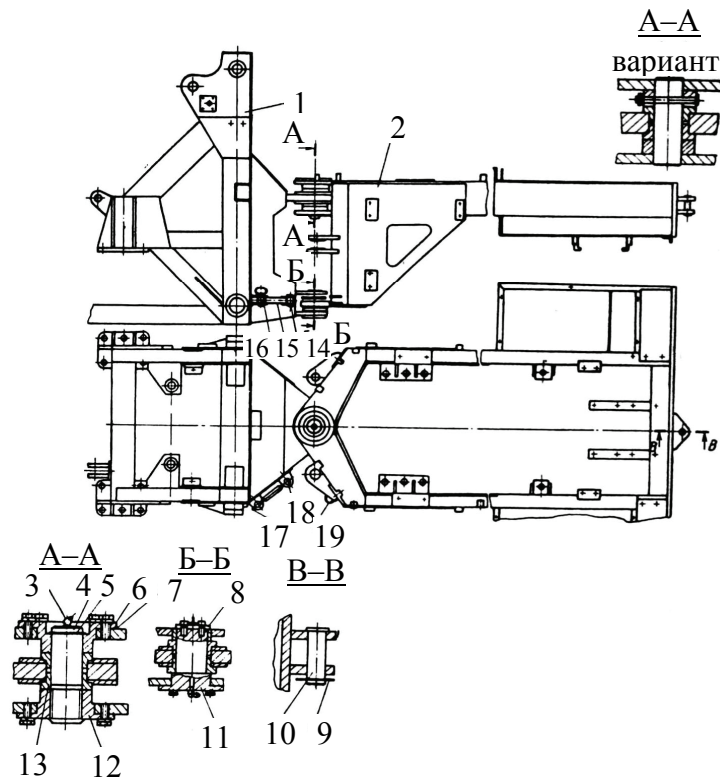


Рис. 7.134. Рама погрузчика ТО-18А: 1, 2 – полурамы; 3 – масленка; 4, 10, 11, 14, 16, 17 – пальцы; 5 – кольцо; 6, 12 – стаканы; 7 – прокладка; 8 – шайба; 9 – шплинт; 13, 15 – втулки; 18 – ось; 19 – проушина

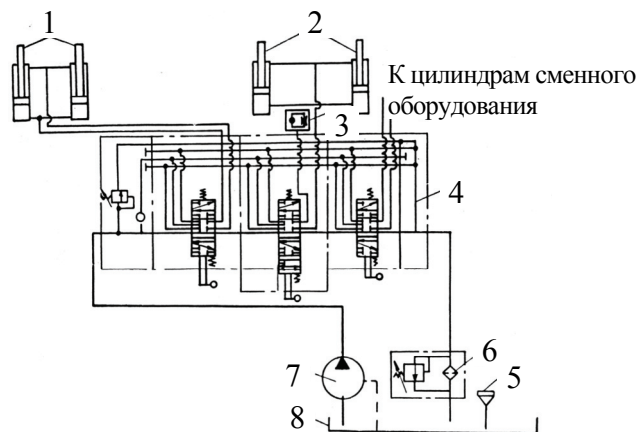


Рис. 7.135. Гидравлическая схема привода рабочего оборудования погрузчика ТО-18А: 1 – гидроцилиндры поворота ковша; 2 – гидроцилиндры подъема стрелы; 3 – замедлительный клапан; 4 – гидрораспределитель; 5 – заливной фильтр; 6 – линейный фильтр; 7 – насос; 8 – бак

Рулевое управление погрузчика гидравлическое со следящей гидравлической обратной связью состоит из гидроруля и исполнительного органа (гидроцилиндров, поворачивающих одну полураму относительно другой). Гидросистема рулевого управления включает в себя насосы (основной шестеренный и аварийный аксиально-поршневой), предохранительный клапан, трубопроводы и рукава высокого давления. Гидробак общий с гидросистемой погрузочного оборудования (рис. 7.135).

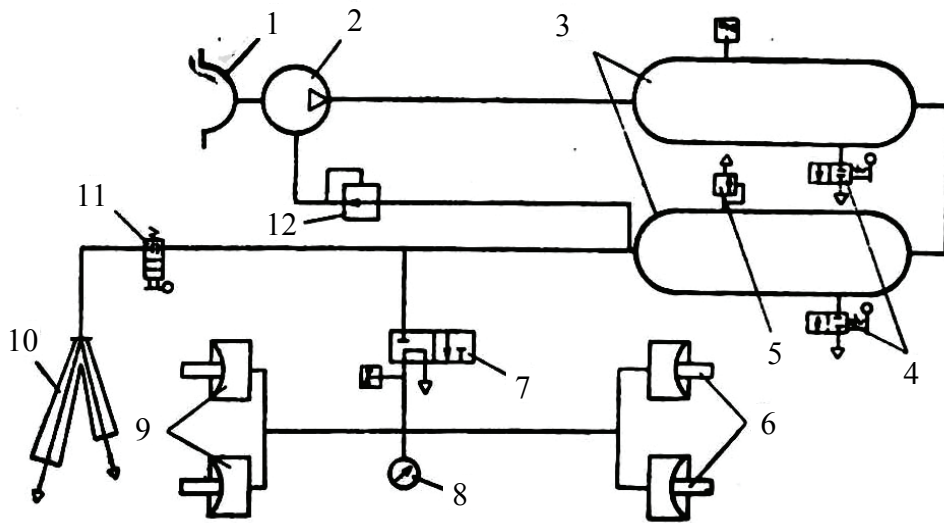


Рис. 7.136. Пневматическая система погрузчика ТО-18А: 1 – воздушный фильтр; 2 – компрессор; 3 – воздушные баллоны; 4 – сливные краны; 5 – предохранительный клапан; 6, 9 – тормозные камеры; 7 – тормозной кран; 8 – манометр; 10 – пневмосигнал; 11 – выключатель пневмосигнала; 12 – регулятор давления

Пневматическая система погрузчика ТО-18А (рис. 7.136) служит для привода рабочего тормоза, включения пневмосигнала, накачивания шин и обдувки машины во время чистки и мойки.

Погрузчик оборудован двумя системами колодочных тормозов: рабочим тормозом (колесным с пневматическим приводом) и стояночным, действующим на трансмиссию. Рабочий тормоз предназначен для торможения движущегося погрузчика. Стояночный тормоз имеет механический привод и предназначен для затормаживания погрузчика на стоянках и кратковременно при аварийном выходе из строя рабочих тормозов. Рабочие тормоза имеют пневматический привод. Две тормозные педали, установленные в кабине водителя, через систему тяг воздействуют на тормозной кран пневматического привода. Тормозные педали установлены на общей оси и соединены между собой таким образом, что при нажатии на правую педаль левая остается неподвижной, а при нажатии на левую педаль срабатывают сразу обе педали. Левая педаль через тягу связана с разобщительным клапаном гидромеханической коробки передач, правая – с тормозным краном. Для возврата педалей в исходное положение предусмотрены оттяжные пружины. Тормоза колес – колодочные. Стояночный тормоз тоже колодочный, установлен на редукторе, закрепленном с левой стороны к картеру коробки передач.

Электрооборудование погрузчика предназначено для электростатерного запуска пускового двигателя, освещения дороги, участка работ, рабочих органов, кабины и щитка приборов в темное время суток, а также для привода вентилятора, обогревателя кабины, предпускового подогревателя. Приборы электрооборудования погрузчика соединены по однопроводной схеме.

**Одноковшовый фронтальный погрузчик ТО-25** изготавливают на базе трактора Т-150, в котором доработаны некоторые узлы. В трансмиссии вместо муфты сцепления и механической коробки передач установлена гидромеханическая коробка передач.

Кабина трактора повернута на  $180^\circ$  и доработана для установки рулевого механизма.

На передней части рамы трактора установлены кабина, гидромеханическая коробка передач, рулевой механизм.

Мосты трактора повернуты на  $180^\circ$  для обеспечения согласования работы с гидромеханической коробкой передач.

На задней части рамы трактора установлен портал, к которому с помощью пальцев крепится погрузочное оборудование, полностью унифицированное с погрузчиком ТО-18А. В качестве основного рабочего органа применен ковш вместимостью  $1,5 \text{ м}^3$ , оснащенный зубьями. Режущие кромки ковша наплавлены износостойкими материалами. С помощью регулируемых раскосов осуществляется наклон портала. Это позволяет выбрать оптимальные углы загрузки и разгрузки для различных материалов.

Привод гидротрансформатора осуществляется через редуктор отбора мощности с помощью карданного вала (рис. 7.137). Редуктор отбора мощности используют для привода насосов погрузочного оборудования и рулевого управления. Мосты трактора доработаны.

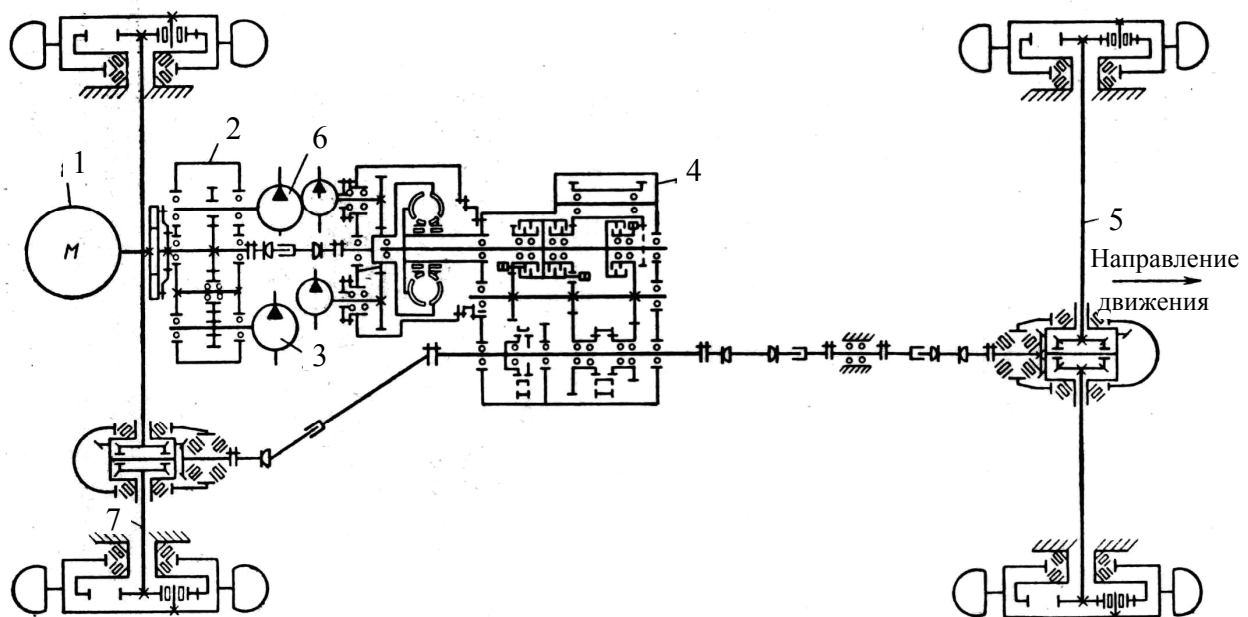


Рис. 7.137. Кинематическая схема погрузчика ТО-25: 1 – двигатель; 2 – редуктор отбора мощности; 3 – насос рулевого управления; 4 – гидромеханическая коробка передач; 5 – передний мост; 6 – насос погрузочного оборудования; 7 – задний мост

Погрузчик имеет три независимые гидросистемы: рабочего оборудования; коробки передач (рис. 7.138); рулевого управления (на базовом тракторе). С помощью гидросистемы коробки передач осуществляется переключение передач в зависимости от положения рычагов управления. Пневматическая система предназначена для управления работой тормозов и стеклоочистителя.

В кабине трактора установлены рулевая колонка и рычаги управления коробкой передач, рабочим оборудованием и тормозами.

**Одноковшовый фронтальный погрузчик ТО-21-1** представляет собой самоходную машину на специальном двухосном шасси со всеми ведущими колесами.

Силовая установка состоит из дизельного двигателя, его систем (охлаждения, пуска, питания, смазки) и коробки отбора мощности.

Коробка отбора мощности предназначена для независимого отбора мощности на привод насосов рабочего оборудования и рулевого управления, передачи крутящего момента на привод хода. От коробки отбора мощности (рис. 7.139) крутящий момент передается на гидромеханическую коробку передач, которая обеспечивает три скорости движения вперед и три – назад. Гидромеханическая передача установлена на задней части погрузчика на резиновых амортизаторах. Она обеспечивает бесступенчатое изменение скорости движения в пределах каждой передачи, а также переключение передач под нагрузкой без снижения оборотов двигателя.

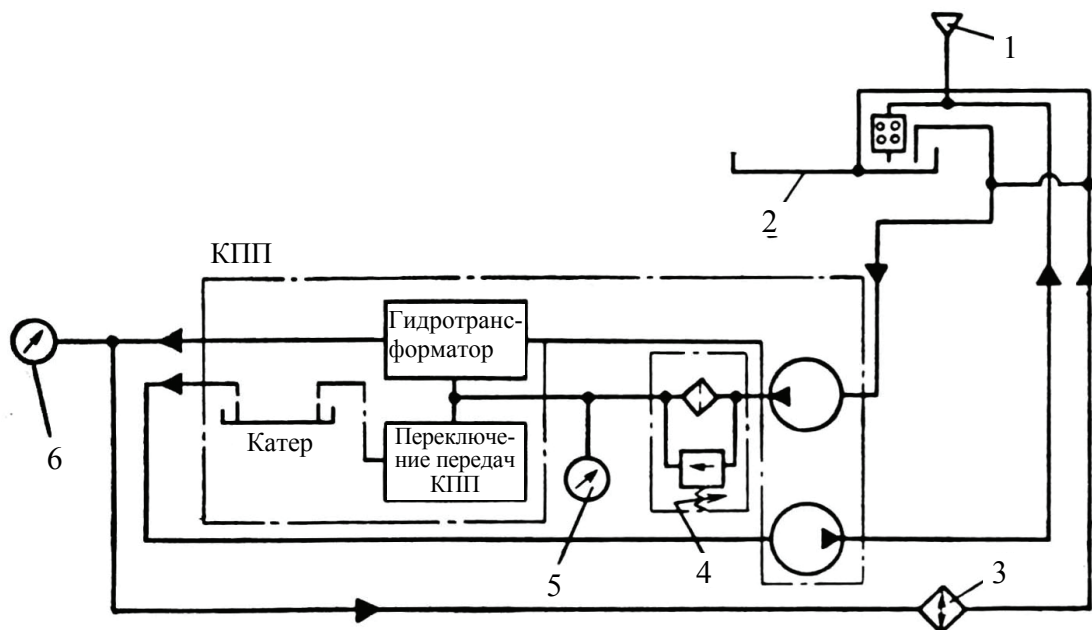


Рис. 7.138. Гидравлическая схема коробки передач погрузчика ТО-25:  
1 – заливная горловина; 2 – бак; 3 – теплообменник; 4 – фильтр; 5, 6 – манометры



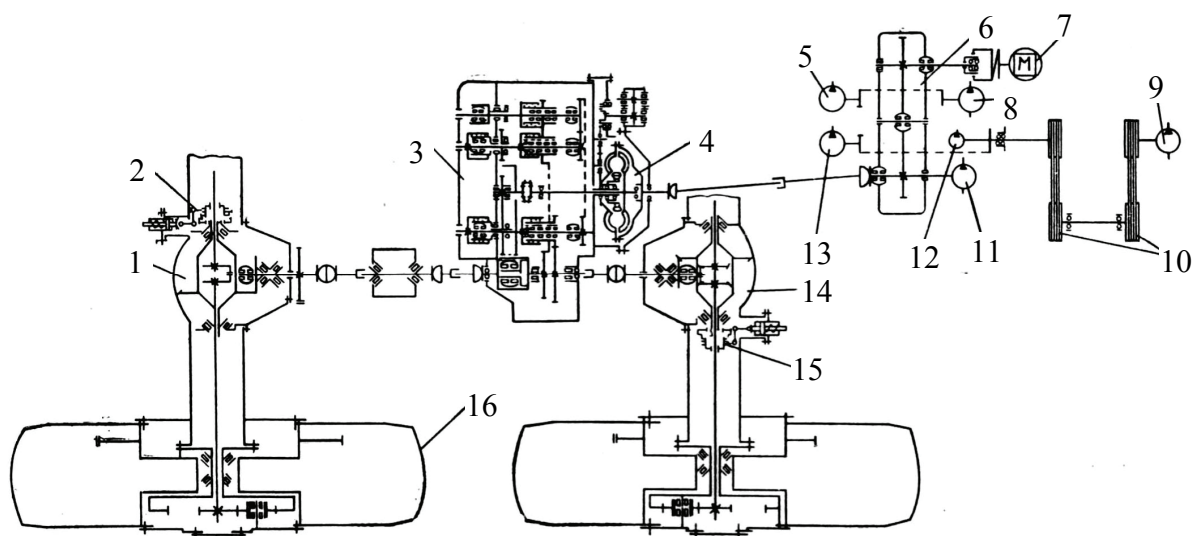


Рис. 7.139. Кинематическая схема погрузчика ТО-21-1: 1 – передний мост; 2 – привод блокировки дифференциала; 3 – гидромеханическая коробка передач; 4 – гидротрансформатор; 5 – гидронасос привода рулевого управления; 6 – коробка отбора мощности; 7 – двигатель; 8 – гидронасос привода рабочего оборудования; 9 – компрессор; 10 – клиноременные передачи; 11 – гидронасос привода тормозной системы; 12 – гидронасос управления золотниками; 13 – гидронасос привода рабочего оборудования; 14 – задний мост; 15 – привод блокировки дифференциала; 16 – колесо

От коробки передач крутящий момент передается на два ведущих моста. Передний мост жестко крепится к раме погрузчика. Задний мост установлен на балансирной рамке и может качаться относительно продольной оси погрузчика, что обеспечивает преодоление погрузчиком препятствия высотой до 540 мм без отрыва колес от опорной поверхности.

Тормозная система погрузчика (колодочного типа) включает рабочую тормозную систему, действующую на все колеса, и стояночную, действующую на входной вал переднего ведущего моста. Стояночная тормозная система выполняет функцию аварийной при отказе рабочей тормозной системы.

С помощью пневмосистемы осуществляют управление выключением стояночного тормоза, блокировку дифференциалов переднего и заднего мостов, открытие и закрытие жалюзи, а также включение пневмосигнала и наполнение гидропневмоаккумулятора.

Рама погрузчика шарнирно сочлененная, состоит из двух полурам: передней и задней. На передней полураме погрузчика установлено рабочее оборудование, включающее ковш, рычажную и гидравлическую систему привода рабочего оборудования. Рабочий орган погрузчика – ковш, представляет собой сварную конструкцию со съемными зубьями. Поверхности рабочих кромок и зубьев покрыты твердым износостойким сплавом. Рычажная система погрузчика состоит из стрелы, рычагов и тяг. Она предназначена для поворота ковша и обеспечения возможности поступательного перемещения ковша при подъеме или опускании стрелы.

Гидросистема погрузчика (рис. 7.140) включает гидросистемы базового шасси и рабочего оборудования. В гидросистеме погрузчика установлены аксиально-поршневые нерегулируемые насосы, предохранительно-разгрузочные клапаны. Питание линии управления осуществляется от индивидуального шибберного насоса. Для обеспечения возможности опускания рабочих органов при неработающем двигателе в линии управления установлен гидропневматический аккумулятор, подключенный к ресиверу пневмосистемы погрузчика. В гидросистеме также установлен замедлительный клапан для торможения процесса опускания стрелы погрузчика с грузом.

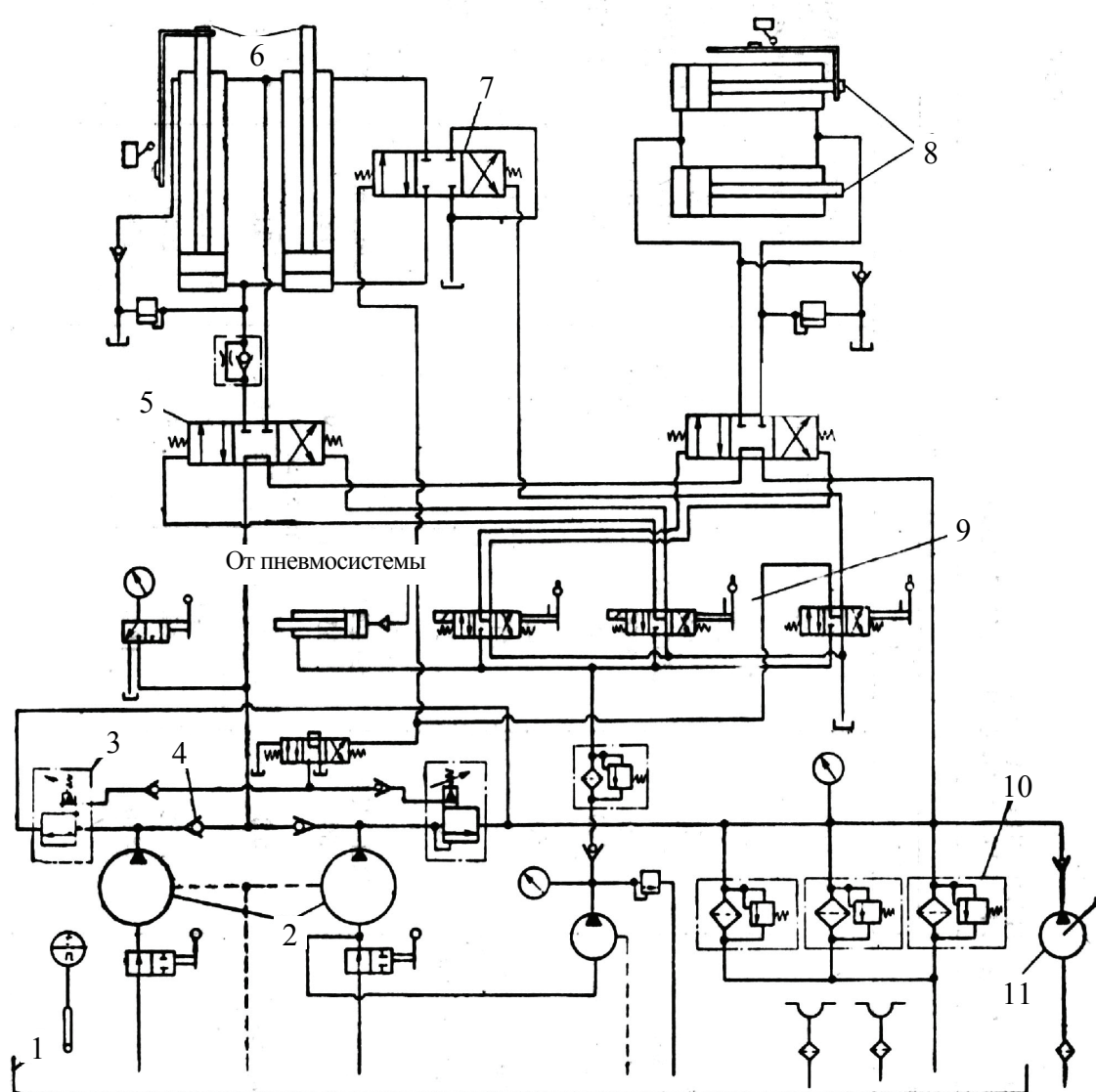


Рис. 7.140. Гидравлическая схема погрузчика ТО-21-1: 1 – гидробак; 2 – насосы; 3 – предохранительный клапан; 4 – обратный клапан; 5, 7 – гидрораспределители; 6 – гидроцилиндры подъема стрелы; 8 – гидроцилиндры поворота ковша; 9 – блок распределителей системы управления рабочим оборудованием; 10 – блок фильтров; 11 – ручной насос



### 7.8.3. Расчет снегопогрузчиков лапового типа

При воздействии лап питателя на снег и его перемещении часть сопротивлений преодолевается за счет мощности, развиваемой двигателем и передаваемой с помощью коробки отбора мощности на рабочий орган.

Сила сопротивления, Н, резанию объема снега лапами питателя

$$W_1 = Sh_{\text{ср}}K_{\text{ср}}, \quad (7.72)$$

где  $S$  – ширина полосы, срезаемой лапой за один ход, м;  $h_{\text{ср}}$  – средняя высота снега, срезаемого лапой, м;  $K_{\text{ср}}$  – коэффициент сопротивления снега резанию, Па.

Сила сопротивления, Н, возникающая при перемещении срезаемого объема снега по поверхности лопаты:

$$W_2 = m_{\text{с}}g(f_2 \cos \gamma + \sin \gamma), \quad (7.73)$$

где  $m_{\text{с}}$  – масса срезаемого и перемещаемого к транспортеру снега за рабочий ход лапы, кг;

$$m_{\text{с}} = Sh_{\text{ср}}B\rho_{\text{с}}/2, \quad (7.74)$$

где  $B$  – ширина погружаемого вала, м;  $\rho_{\text{с}}$  – плотность снега, кг/м<sup>3</sup>;  $g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;  $f_2$  – коэффициент внутреннего трения снега;  $\gamma$  – угол наклона лопаты к покрытию, град.

При работе транспортера возникают следующие силы сопротивления.

Сила сопротивления, Н, при перемещении снега транспортером

$$W_3 = f_1 m_{\text{сн}} g \cos \beta, \quad (7.75)$$

где  $f_1$  – коэффициент трения снега о поверхность лопаты;  $m_{\text{сн}}$  – масса снега, находящегося на транспортере, кг;  $\beta$  – угол наклона транспортера к поверхности покрытия.

Сила сопротивления, Н, при подъеме снега транспортером

$$W_4 = m_{\text{сн}} g \sin \beta. \quad (7.76)$$

Сила сопротивления, Н, возникающая при движении транспортера:

$$W_5 = m_{\text{тр}} f g \cos \beta, \quad (7.77)$$

где  $m_{\text{тр}}$  – масса транспортера, кг;  $f$  – коэффициент сопротивления движению транспортера.

Сила сопротивления врезанию,  $H$ , ножа лопаты в вал снега

$$W_6 = BK_{\text{ср}} h'_{\text{ср}}, \quad (7.78)$$

где  $h'_{\text{ср}}$  – средняя высота слоя снега, срезаемого ножом лопаты, м.

Сила сопротивления,  $H$ , возникающая при перемещении лопаты:

$$W_7 = m_{\text{л}} g (f_3 + i), \quad (7.79)$$

где  $m_{\text{л}}$  – масса лопаты, приходящаяся на покрытие, кг;  $f_3$  – коэффициент трения металла о покрытие;  $i$  – уклон покрытия.

Сила сопротивления,  $H$ , перемещению машины

$$W_8 = (m_{\text{м}} + m_{\text{л}}) g (f_{\text{кач}} + i), \quad (7.80)$$

где  $m_{\text{м}}$  – масса машины, кг.

Суммарная мощность, кВт, необходимая для обеспечения работы снегопогрузчика, складывается из мощности  $N_1$  привода лап и транспортера и мощности  $N_2$ , необходимой для привода ведущих колес машины:

$$N_{\Sigma} = N_1 + N_2, \quad (7.81)$$

$$N_1 = 2A_{\text{п}} n / (1000 \eta_1) + (W_3 + W_4 + W_5) V_1 \varepsilon / (1000 \eta_2), \quad (7.82)$$

где

$$A_{\text{п}} = (0,5 W_1 B + W_2 L_1) k_{\text{д}},$$

где  $L_1$  – длина пути перемещения снега лапой к транспортеру после срезания, м;  $k_{\text{д}}$  – коэффициент, учитывающий действие динамических нагрузок ( $k_{\text{д}} = 1,6-1,7$ );  $n$  – частота вращения питателя (лап), об/с;  $V_1$  – скорость транспортера, м/с;  $\varepsilon$  – коэффициент, характеризующий сопротивление в подшипниках звездочек цепи транспортера ( $\varepsilon = 1,25$ );  $\eta_1$  – КПД трансмиссии от двигателя к питателю;  $\eta_2$  – КПД трансмиссии от двигателя к транспортеру;

$$N_2 = (W_6 + W_7 + W_8) V_{\text{м}} / (1000 \eta), \quad (7.83)$$

где  $V_{\text{м}}$  – скорость машины, м/с;  $\eta$  – КПД передачи от двигателя к ведущим колесам.

#### 7.8.4. Тяговый расчет снегопогрузчиков

Тяговое усилие, необходимое для работы снегопогрузчика, должно быть меньше сил сцепления ведущих колес с покрытием:

$$W_{\Sigma} = (W_6 + W_7 + W_8) < G_{\text{сц}} \varphi, \quad (7.84)$$

где  $W_{\Sigma}$  – суммарное сопротивление врезанию рабочего органа в снежный массив и перемещению его и машины по покрытию, Н;  $G_{\text{сц}}$  – сцепной вес машины, Н;  $\varphi$  – коэффициент сцепления колес с покрытием.

Момент от реакции  $R$ , возникающей на лапе при срезании объема снега, должен восприниматься боковыми силами сцепления колес с покрытием (рис.7.141).

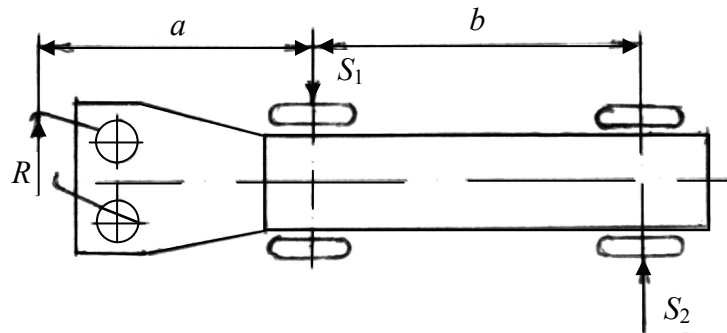


Рис. 7.141. Схема действия боковых сил на снегопогрузчик лапового типа

Устойчивость машины относительно оси задних колес

$$R(a + b) < S_1 b < R_1 \varphi'_{\text{сц}}, \quad (7.85)$$

где  $R_1$  – нагрузка на переднюю ось, Н;  $\varphi'_{\text{сц}}$  – коэффициент бокового сцепления [ $\varphi'_{\text{сц}} = (0,6-1,0)\varphi_{\text{сц}}$ ].

Устойчивость машины относительно оси передних колес, Н:

$$Ra < S_2 b < R_2 \varphi'_{\text{сц}}, \quad (7.86)$$

где  $R_2$  – нагрузка на заднюю ось, Н.

### Контрольные вопросы

1. Назовите различия снегопогрузчиков непрерывного действия в зависимости от конструкции рабочего органа.
2. Назовите основные узлы лаповых и фрезерных погрузчиков.
3. Из каких составных частей складывается суммарная мощность, необходимая для обеспечения работы лапового снегопогрузчика?
4. В чем заключается особенность тягового расчета лаповых погрузчиков?
5. Назовите основные узлы фронтальных погрузчиков.
6. Объясните устройство рабочего органа фронтальных погрузчиков.

### 7.9. Оборудование для оценки состояния фрикционных свойств покрытия

Сцепление колес воздушных судов резко уменьшается и длина пробега значительно увеличивается при мокрой поверхности, наличии на покрытии снега, льда, слякоти. Вследствие этого может произойти выкатывание воздушного судна за пределы ВПП. Для оценки условий торможения и состояния поверхности покрытия используют величину коэффициента сцепления, равную отношению силы сцепления к нормальной нагрузке на колесо.

Оценка условий торможения выполняется [26] с помощью специальных приборов – деселерометров. Принцип работы деселерометра основан на фиксации максимального отклонения маятника при торможении транспортного средства. Применяемый на отечественных аэродромах деселерометр модели 1155М (рис. 7.142) – это переносной малогабаритный прибор, закрепленный с помощью присосов на лобовое стекло автомобиля так, чтобы ось маятника располагалась горизонтально, а плоскость его качания была в плоскости движения автомобиля.

С помощью винтов фиксации деселерометр устанавливается в положение, при котором вертикальная осевая плоскость маятника проходит через контрольную риску, нанесенную на прозрачную часть стенки корпуса. Шкала деселерометра отградуирована в единицах ускорения от 0 до  $8 \text{ м/с}^2$  с шагом в  $1 \text{ м/с}^2$ , поэтому для определения коэффициента сцепления необходимо значения, указанные на шкале, умножить на коэффициент 0,1.

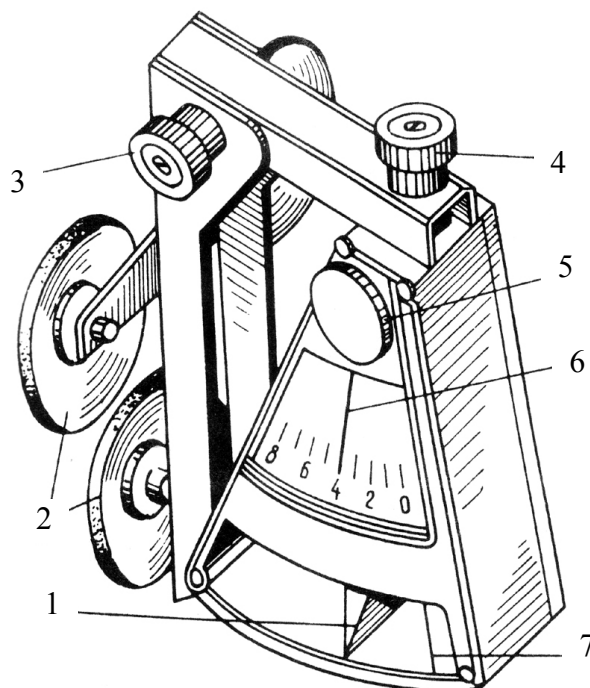


Рис. 7.142. Деселерометр: 1 – ось маятника; 2 – присосы; 3 – винт фиксации стоек;  
4 – винт фиксации корпуса; 5 – ручка возврата; 6 – фиксирующая стрелка;  
7 – контрольная риска

Для оценки условий торможения деселерометр 1155М устанавливают на лобовое стекло автомобиля типа УАЗ-452. При отсутствии автомобиля УАЗ допускается использовать автомобиль ЗИЛ-130. Базовый автомобиль должен иметь серийные шины с небольшим равномерным износом протекторов и давлением в соответствии с техническим паспортом.

Тормозная система автомобиля должна быть отрегулирована на одновременную блокировку всех колес.

Для измерения коэффициента торможения автомобиль разгоняют до скорости 11,1 м/с (40 км/ч), водитель быстро, но не резко нажимает на педаль ножного тормоза до упора на 1–2 с. Торможение до полной остановки производить не обязательно. Маятник деселерометра вместе с фиксирующей стрелкой отклоняется в направлении движения. Считают величину отрицательного ускорения. После снятия показаний фиксирующую стрелку с помощью головки устанавливают на отметку «ноль». После этого прибор готов к новым измерениям. При использовании для измерения автомобиля типа ЗИЛ-130 с пневматической системой торможения величину отрицательного ускорения, показанную деселерометром, следует увеличить на  $1 \text{ м/с}^2$ , т. е. при показаниях деселерометра  $3 \text{ м/с}^2$  регистрируемая величина нормативного коэффициента сцепления будет 0,4 единицы коэффициента сцепления (ед. к. с.).

На каждом оцениваемом участке ВПП выполняют не менее четырех измерений по правой и левой линиям движения, отстоящим на 5–10 м от продольной оси ВПП. По результатам восьми измерений вычисляют среднеарифметическое значение нормативного коэффициента сцепления для участка, которое в качестве информативного значения записывают в Журнал учета состояния летного поля.

Численная величина значения нормативного коэффициента сцепления, полученная по методу измерения отрицательного ускорения, в большой степени определяется интенсивностью торможения (нажатием водителя на педаль тормоза) и состоянием настройки тормозной системы.

Измерение коэффициента сцепления на отечественных аэродромах выполняют с помощью аэродромной тормозной тележки АТТ-2, представляющей собой комплект, состоящий из измерительной тележки и выносного блока аппаратуры визуальной регистрации. Измерительная тележка (рис. 7.143) – одноосный двухколесный прицеп, включающий: раму, установленную жестко (без амортизаторов) на измерительное и ведущее колеса, центральную и боковую тяги, дышла, карданный вал, блокировочную муфту, направляющую тягу с измерительным параллелограммом, защитный кожух, сцепное устройство, рычаг включения блокировочной муфты, крышки измерительного отсека и смотрового люка, страховочный трос.

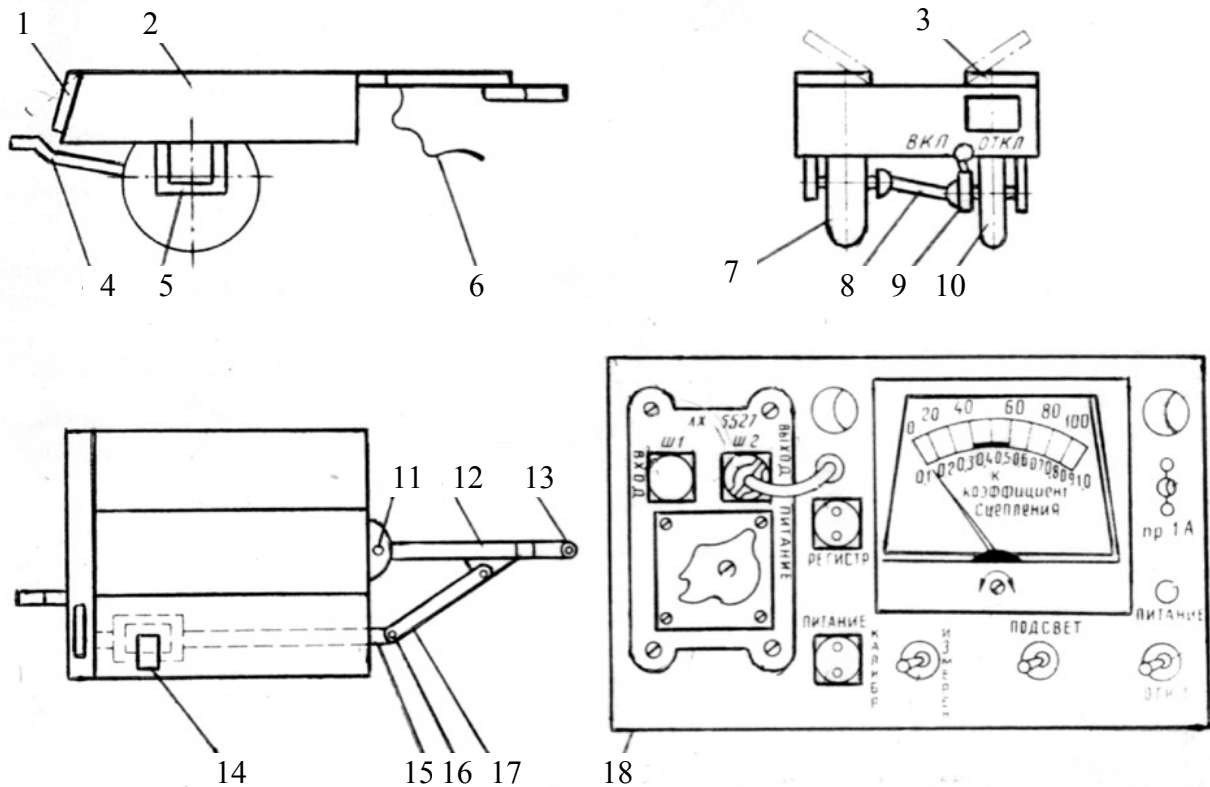


Рис. 7.143. Аэродромная тормозная тележка АТТ-2: 1 – крышка; 2 – кожух; 3 – крышка; 4 – рычаг включения блокировочной муфты; 5 – рамка; 6 – страховочный трос; 7 – ведущее колесо; 8 – карданный вал; 9 – блокировочная муфта; 10 – измерительное колесо; 11, 16 – пальцы; 12, 17 – тяги; 13 – сцепное устройство; 14 – направляющая тяга; 15 – измерительный параллелограмм; 18 – пульт управления

Направляющая тяга установлена в подшипниках скольжения и через измерительный параллелограмм соединяет раму тележки с боковой тягой дышла. Измерительный параллелограмм оборудован параллельно соединенными разгрузочной планкой и измерительным датчиком. Воздействующая на датчик нагрузка изменяет питающее датчик напряжение, которое через гибкий электрический кабель подается в блок регистрации, устанавливаемый в кабине автомобиля-буксировщика. На лицевой панели блока регистрации имеются следующие элементы: гнездо для подключения гибкого кабеля от измерительного датчика с маркировкой «Ш1 вход», гнездо для подключения кабеля питания с маркировкой «Питание», гнездо для подключения преобразователя к преобразователю 12/27 В с маркировкой «Ш2 выход питания», гнездо для подключения записывающей аппаратуры с маркировкой «Регистрация», переключатель включения питания с маркировкой «Питание», переключатель подсветки шкалы микроамперметра с маркировкой «Подсвет», переключатель режима работы с маркировкой «Измерение – калибр», съемный колпачок предохранителя ПР-1, контрольная лампа включения питания с красным стеклом, два патрона с лампами подсветки шкалы

микроамперметра, микроамперметр, арретир микроамперметра. Шкала микроамперметра отградуирована в долях единиц коэффициента сцепления от 0 до 1 с интервалом 0,1. На шкале имеется черный сектор с маркировкой «К». На лицевой панели – крышка, закрепленная четырьмя винтами. Крышкой закрыт потенциометр.

Порядок измерения коэффициента сцепления: прицепляют АТТ-2 к автомобилю типа УАЗ-452 (при отсутствии УАЗ-452 используют любой автомобиль, оборудованный сцепным устройством, обеспечивающим горизонтальное положение верхней плоскости тележки), соединяют страховочный трос, кабель от датчика и кабель питания подсоединяют к соответствующим гнездам, вилку кабеля питания подсоединяют, соблюдая полярность, к розетке автомобиля, включают тумблер «Питание», при этом должна загореться контрольная красная лампа, при необходимости включают подсветку шкалы. Прогревают блок в течение 8–10 мин. Если блок находился в неотапливаемом помещении, то время прогрева 10–15 мин. Автомобиль подают назад на 1–2 м и проверяют установку стрелки в режиме «Калибровка» в черный сектор шкалы. Если стрелка не встала в пределах черного сектора, АТТ-2 направляют на метрологическую проверку. Переключатель режима работы переводят в положение «Измерение», при этом стрелка должна остановиться на отметке со значением 0 ( $\pm 0,02$ ), если стрелка отклоняется от этой отметки, то производят корректировку потенциометром. Включают блокировку муфты, начинают движение по полосе со скоростью 11,1–12,5 м/с (40–45 км/ч) по линии, отстоящей на 5–10 м от продольной оси ВПП справа. В процессе движения оператор должен следить за показаниями стрелки по шкале микроамперметра.

Показания на шкале в единицах коэффициента сцепления с шагом 50–100 м (5–10 секунд движения) оператор должен заносить в блокнот, при этом обязательно фиксировать минимальные значения коэффициента сцепления. По окончании ВПП машину с АТТ-2 разворачивают и начинают движение в обратном направлении по линии, расположенной на 5–10 м от оси ВПП справа (слева относительно посадочного курса). В процессе движения так же фиксируют показания шкалы прибора. По окончании движения по ВПП в обратном направлении (окончании измерения) выключают блокировочную муфту, подсветку и питание пульта. Тележку транспортируют к месту стоянки.

По результатам показаний, занесенных в блокнот, для каждого конкретного участка ВПП при движении справа и слева от оси вычисляют среднеарифметическую величину коэффициента сцепления. Полученную величину с помощью табл. 7.12 приводят к значению нормативного коэффициента сцепления и записывают в Журнал учета состояния летного поля.



Оценка фрикционных свойств покрытия приведена в табл. 7.19.

В качестве справочной можно использовать табл. 7.20 (соответствия нормативного коэффициента сцепления описательной характеристике состояния покрытия).

Таблица 7.18

Корреляционная таблица приведения значений коэффициента сцепления, полученных по АТТ-2, к значениям нормативного коэффициента сцепления

Коэффициент сцепления по АТТ-2	0,1	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	0,55	0,6
Нормативный коэффициент сцепления	0,26	0,29	0,32	0,34	0,37	0,39	0,42	0,45	0,49	0,54	0,57

Таблица 7.19

Обозначение характеристики состояния покрытия

Расчетная эффективность торможения	Коэффициент сцепления	Эксплуатационное значение
Хорошая	0,4 и выше	Можно предполагать, что воздушное судно произведет посадку без особых трудностей путевого управления
Средняя – хорошая	0,39–0,36	То же
Средняя	0,35–0,3	Возможно ухудшение путевого управления
Средняя – плохая	0,29–0,26	То же
Плохая	0,25–0,18	Путевое управление плохое
Нежелательная	0,17 и ниже	Путевое управление не контролируется

Таблица 7.20

Оценка состояния покрытия по описательной характеристике

Описательная характеристика состояния поверхности	Нормативный коэффициент сцепления
Сухое цементобетонное или асфальтобетонное покрытие	0,6 и выше
Влажное цементобетонное или асфальтобетонное покрытие	0,4–0,6
Мокрый асфальтобетон	0,3–0,6
Асфальтобетон, местами лужи	0,28–0,4
Уплотненный снег при температуре ниже минус 15 °С	0,3–0,5
Уплотненный снег при температуре выше минус 14 °С	0,2–0,25
Лед при температуре выше минус 10 °С	0,1–0,2
Лед тающий	0,05–0,1

На предприятиях гражданской авиации используется информационно-вычислительный комплекс (ИВК ВПП) контроля качества поверхности ИВПП аэродромов. ИВК ВПП состоит из двух систем – мобильной БИО ВПП, расположенной на автомобиле-буксировщике, и стационарной РМ ВПП, расположенной на командно-диспетчерском пункте или в аэродромной службе, которые информационно связаны между собой двухсторонним радиоканалом связи.

БИО ВПП совместно с аэродромной тормозной тележкой АТТ-2 предназначен для автономного автоматизированного измерения, вычисления и регистрации значений коэффициента сцепления (КС) взлетно-посадочных полос аэродромов с искусственным покрытием, определения текущих координат местоположения и скорости движения АТТ-2, а также для передачи обработанной информации по радиоканалу, через переносной носитель данных или по стандартному интерфейсу на рабочее место оператора (РМ ВПП), привязки результатов измерения КС к вычисленному положению АТТ-2 на ВПП, а также распечатки протокола измерения КС и архивирования результатов измерения КС без применения ПЭВМ.

БИО ВПП показано на рис. 7. 144.

Стационарная система представляет собой рабочее место пользователя РМ ВПП на базе ПЭВМ исполнения типа Pentium IV и предназначена для приема информации о качестве покрытия ИВПП от БИО ВПП в масштабе реального времени с помощью радиомодема и выдачи результатов в виде формуляра состояния летного поля, а также в графической форме на экране монитора.

РМ ВПП осуществляет ведение базы данных состояния поля и информационно связана с системой автоматического измерения метеорологических параметров на ИВПП.

Рабочее место пользователя РМ ВПП показано на рис. 7.145.

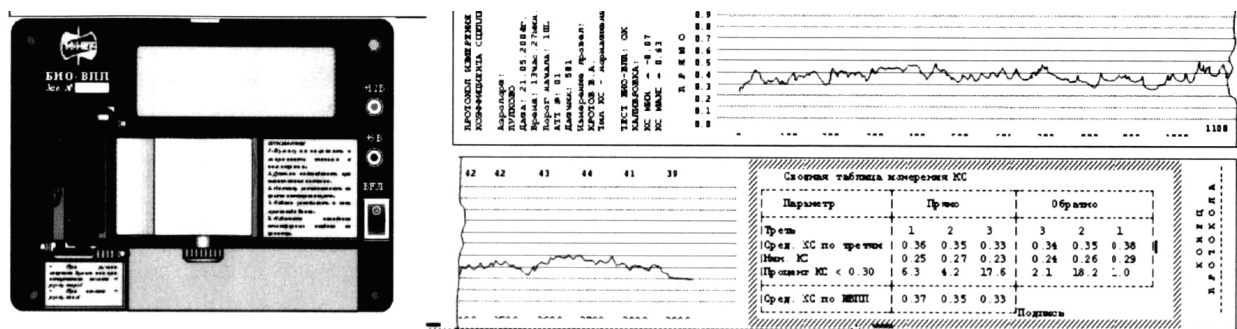


Рис. 7.144. БИО ВПП для автономного автоматизированного измерения, вычисления и регистрации значений коэффициента сцепления на ИВПП



Рис. 7.145. Рабочее место пользователя РМ ВПП

БИО ВПП является частью измерительно-вычислительного комплекса контроля качества поверхности искусственных ВПП аэродромов (ИВК ВПП ЕКЖБ.467331.540) и устанавливается в автомобиле-буксировщике АТТ-2.

Система ИВК ВПП является базовым ядром, к которому в дальнейшем в качестве периферийных устройств могут подключаться следующие измерительные датчики и системы без существенного изменения аппаратурно-программных средств ИВК ВПП:

- автоматизированная система измерения коэффициента сцепления на ИВПП повышенной прочности (АСКТ ВПП);

- датчик определения координат местоположения автотранспортных средств на территории аэродрома;

- цифровой информационный банк данных аэродрома;

- датчики измерения типа, толщины атмосферных осадков и концентрации химических реагентов;

- оборудование определения типа и толщины атмосферных осадков;

- оборудование прогнозирования льдообразования;

- оборудование измерения ровности ИВПП;

- оборудование диагностики состояния поверхности покрытия ИВПП.

Основные технические характеристики изделия БИО ВПП (базового исполнения: ЕКЖБ.467331.550) приведены в табл. 7.21.

Принцип работы блока БИО ВПП основан на равномерно распределенном времени (40 раз в секунду) напряжения на выходе измерительного датчика на АТТ-2 при движении по ВПП со скоростью  $42 \pm 2,5$  км/ч и преобразовании аналоговых величин полученных значений в цифровую форму с помощью АЦП. Каждую секунду процессор БИО ВПП производит среднеарифметическое усреднение 40 отсчетов значений КС с выхода АЦП.

Техническая характеристика БИО ВПП измерительно-вычислительного комплекса (ИВК) контроля качества поверхности ИВПП аэродромов

№ п/п	Параметры	Значение параметров
1	Диапазон измерения значений КС, ед. КС	0,1–1,0
2	Погрешность обработки результатов измерений КС, %, не более	0,025
3	Погрешность измерения скорости движения автомобиля-буксировщика АТТ-2, км/ч, не более*	3,6
4	Погрешность автономного определения координат местоположения тележки АТТ-2 относительно торцов и оси ВПП в составе ИВК-ВПП, м, не более	5
5	Период передачи информации через радиомодем, с	1
6	Объем памяти флеш-карты, Мб, не менее	8
7	Время готовности к работе, мин, не более	1
8	Время непрерывной работы БИО ВПП при питании от полностью свежезаряженного встроенного источника питания (аккумулятора), ч, не менее	1
9	Время непрерывной работы БИО ВПП при питании от внешнего источника питания (аккумулятора автомобиля-буксировщика), ч	Не ограничено
10	Напряжение питания БИО ВПП от внешнего источника питания (аккумулятора автомобиля-буксировщика), В	12 ±2,4
11	Потребляемая мощность БИО ВПП, Вт, не более	20
12	Масса БИО ВПП, кг, не более	8
13	Габаритные размеры, мм, не более	300×250×170

\* Значения приведены из описания модуля приемника спутниковой системы навигации РСМ-3291 (фирмы Advantech США).

Единая информационная система определения состояния и качества поверхности ИВПП аэродрома показана на рис. 7.146.

Научно-производственная компания «Созвездие» представляет полностью автоматизированный высокоточный комплекс нового поколения для оперативного контроля фрикционных свойств ВПП АТТ-3.

Установка показана на рис. 7.147, 7.148.



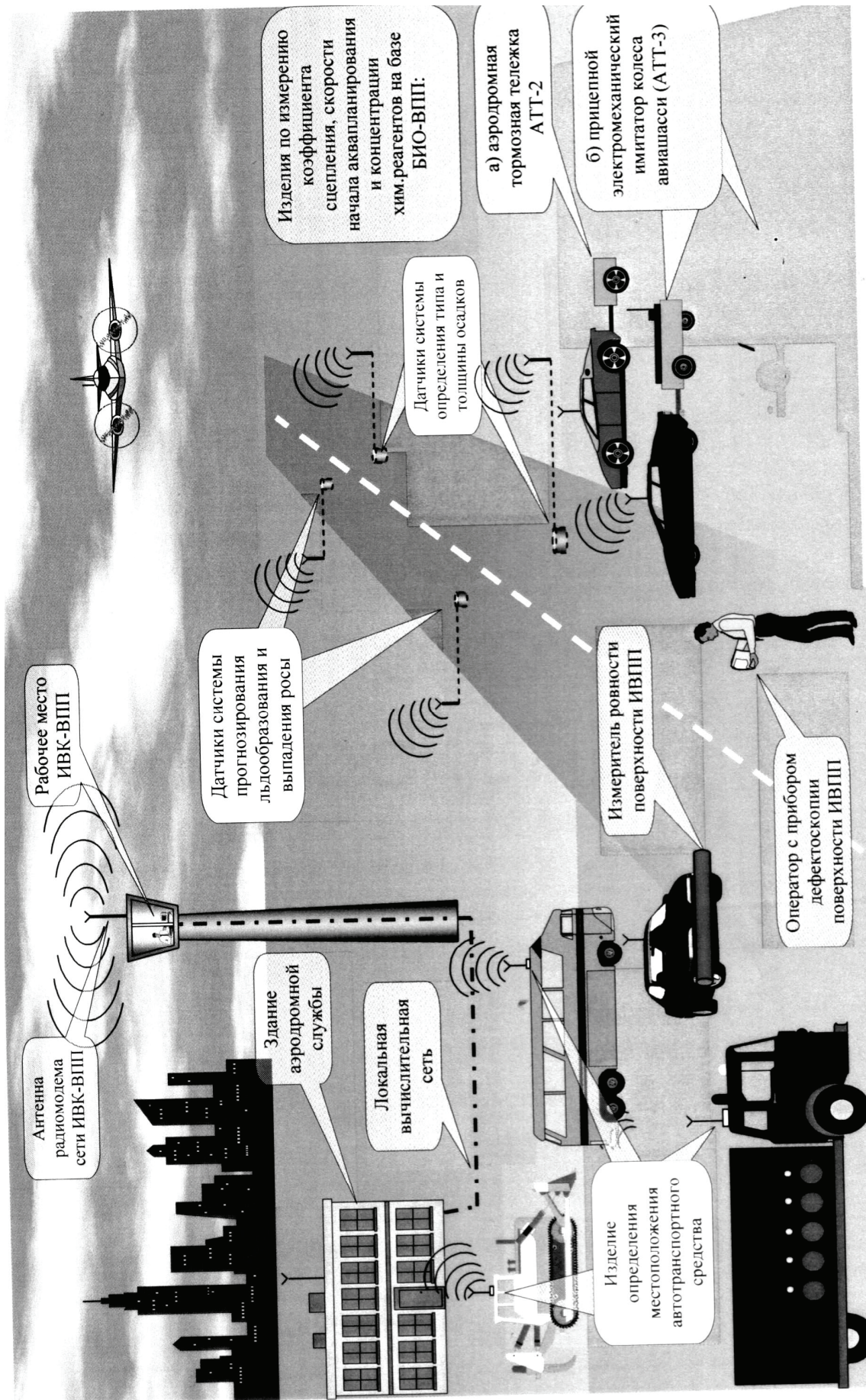


Рис. 7.146. Единая информационная система определения состояния и качества поверхности ИВПП аэродрома



Она реализует принципиально новый способ непрерывной прокатки измерительного колеса, кинематически не связанного с транспортными колесами, и снабжена автоматически управляемым электромеханическим устройством, обеспечивающим принудительное торможение измерительного колеса с любым заданным скольжением от свободного качения до полного юза.

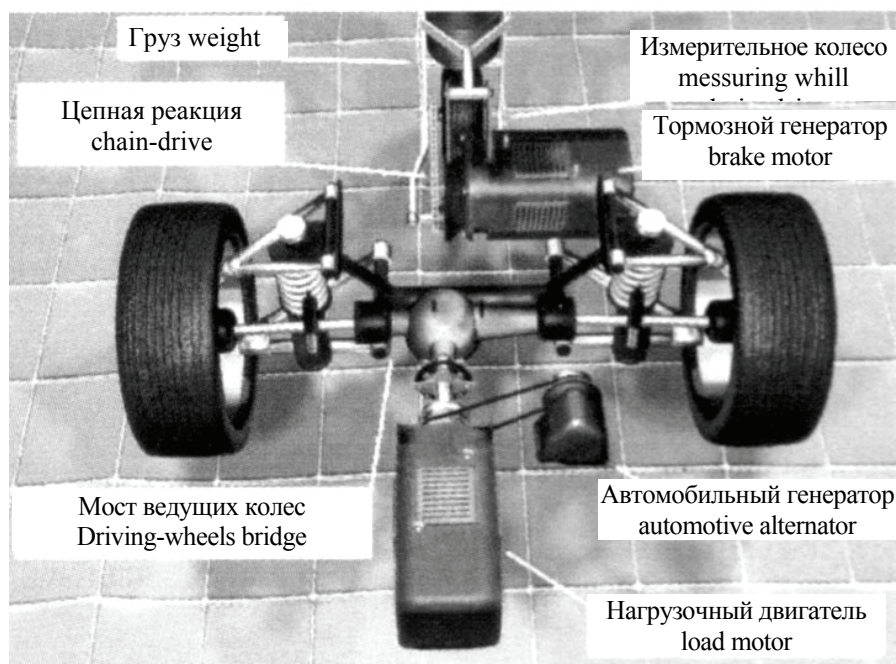


Рис. 7.147. Аэродромная тормозная тележка АТТ-3 для определения коэффициента сцепления на ВПП



Рис. 7.148. Система измерения коэффициента сцепления на ВПП АТТ-3

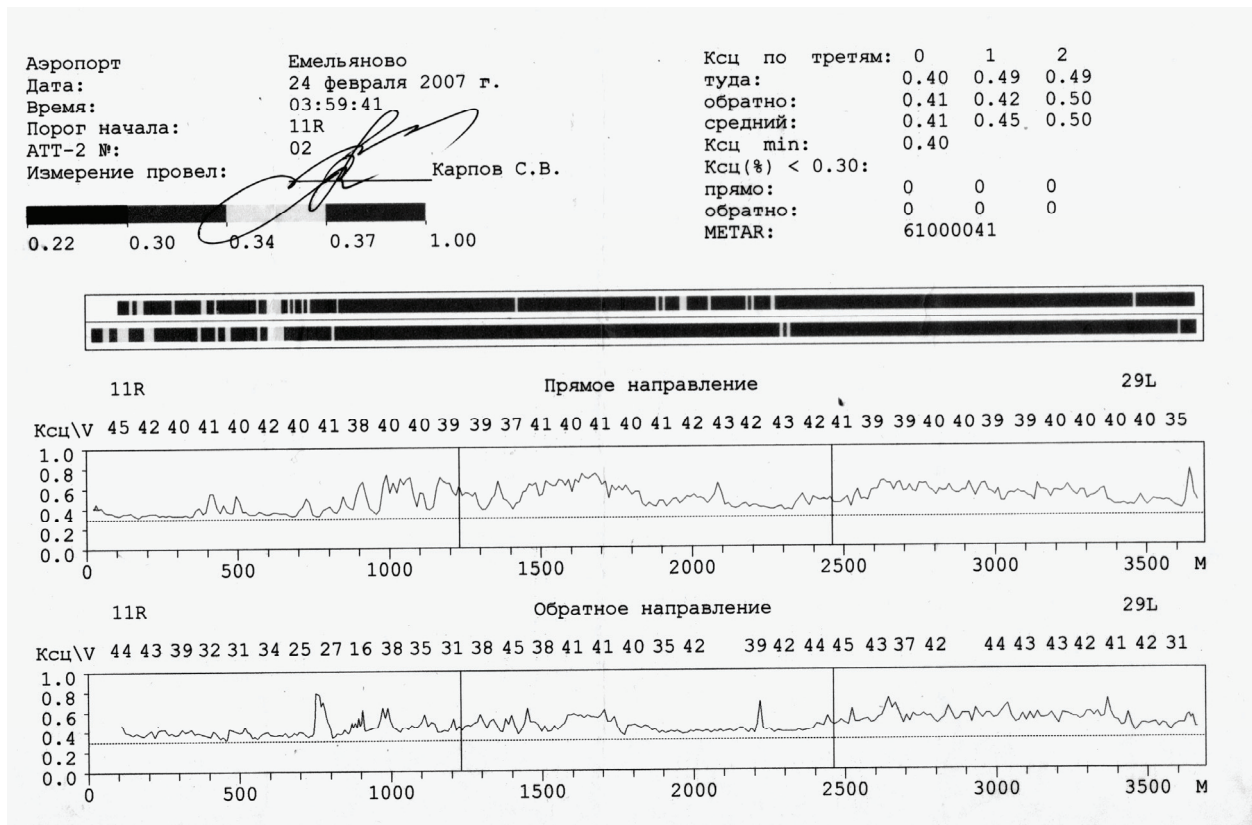


Рис. 7.149. Макет формуляра состояния ИВПП

Принцип электромеханического торможения создает предпосылки для полной и гибкой автоматизации дистанционного управления и обработки информации, осуществляемых бортовым микроконтроллером и переносным компьютером. Данные измерения выводятся на переносной компьютерный блок с сенсорным экраном в режиме реального времени, находящийся в кабине автомобиля (рис. 7.149). Эти же данные могут передаваться на рабочее место оператора, расположенное в любой точке аэродрома.

Основные технические параметры АТТ-3 приведены в табл. 7.22.

Средствами бортового компьютерного управления можно формировать характеристики торможения измерительного колеса, близкие к реальным характеристикам торможения колес любых типов самолетов, в любых погодных условиях и при любом состоянии ВПП.

Установка АТТ-3 прошла испытания на действующей ВПП аэропорта Пулково в зимнее время сезона 2004–2005 года при температуре минус 25 °С и показала высокую надежность и стабильность измерений коэффициента сцепления в течение всего периода работы.

При отсутствии в аэропорту оборудования для оценки эффективности торможения коэффициент сцепления можно определить, обработав результаты измерений расстояния или времени торможения до остановки грузового или легкового автомобиля, движущегося с заданной скоростью (при торможении, обеспечивающем полный юз колес).



Основные технические параметры АТТ-3

№ п/п	Параметры	Значение параметров
1	Диапазон регулирования коэффициента скольжения измерительного колеса, ед.	0,0–1,0
2	Точность измерения значения КС, %	1–2
3	Диапазон измерения значений КС, ед.	0,0–1,0
4	Погрешность обработки результатов измерения КС, %, не более	0,025
5	Погрешность измерения скорости движения автомобиля-буксировщика, м/с, не более	0,1
6	Погрешность определения координат местоположения АТТ-3 в составе ИВК-ВПП, м, не более	1–5
7	Период передачи информации через радиомодем, с	1
8	Время готовности к работе, мин, не более	1,5–2
9	Время непрерывной работы АСКТ-ВПП при питании аккумулятором автомобиля-буксировщика, ч	Не ограничено
10	Напряжение питания АСКТ-ВПП, В	12 ±2,4
11	Потребляемая мощность АСКТ-ВПП, Вт, не более	200
12	Рабочий температурный диапазон, °С	От –40 до 75
12	Масса АСКТ-ВПП, кг, не более	230
13	Габаритные размеры АСКТ-ВПП, мм, не более	600×1200×750

При измерении дистанции торможения эффективность торможения определяется по формуле

$$\mu_s = \frac{V^2}{2gS}, \quad (7.87)$$

где  $V$  – скорость в момент включения тормозов, м/с;  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;  $S$  – дистанция торможения, м.

При измерении времени торможения эффективность торможения определяют по формуле

$$\mu_t = \frac{V}{tg}, \quad (7.88)$$

где  $t$  – время до остановки, с.

Получаемая величина эффективности торможения характеризует фрикционные свойства при движении колес со 100%-ным скольжением. Для приведения результатов к торможению с проскальзыванием, соответствующим максимальной величине коэффициента торможения, следует полученные величины  $\mu_s$  и  $\mu_t$  умножить на 1,2 для значений в диапазоне 0–0,3 ед. к. с. и на 1,3 для – 0,31–1,0 ед. к. с.

### **Контрольные вопросы**

1. Для чего определяют коэффициент сцепления поверхности покрытия ВПП?
2. Какие приняты методы определения коэффициента сцепления в аэропортах ГА?
3. Принцип работы деселерометра.
4. Порядок измерения коэффициента сцепления на ВПП.
5. Порядок работы информационной системы определения состояния и качества поверхности ИВПП аэродрома.
6. Из каких систем состоит информационно-вычислительный комплекс ИВК ВПП?
7. Погрешность определения координат месторасположения АТТ в составе ИВК ВПП.
8. Назначение БИО ВПП.
9. Какие объекты включает в себя единая информационная система определения состояния и качества поверхности ИВПП аэродромов.
10. Каким образом возможно определить коэффициент сцепления при отсутствии приборов и оборудования?

## Глава 8. ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ РАБОЧИХ ОРГАНОВ И ХОДОВОГО ОБОРУДОВАНИЯ СПЕЦМАШИН СО СРЕДОЙ

### 8.1. Расчет сопротивлений, возникающих при взаимодействии рабочих органов спецмашин со средой

Сопротивления, возникающие в процессе взаимодействия рабочих органов или режущего инструмента спецмашин со средой, описывают системой уравнений, зависящих от свойств среды и геометрических параметров инструмента. Напряжения, возникающие на поверхности рабочих органов (отвала, ножа, лопасти, зуба, и др.), контактирующей со средой, могут быть рассчитаны на основании использования реологических моделей состояния среды, методов механики сплошной сыпучей среды со сцеплением, методов, основанных на экспериментальных исследованиях и др. Реологические модели дают наглядное представление о характере изменения напряжений и деформаций среды в зависимости от ее физико-механических свойств при механическом воздействии рабочих органов. Реологические модели, согласно работе [10], представляют среду в виде упрощенных механических моделей, составленных из механических элементов, каждый из которых или их сочетание дают представление об основных свойствах среды и характере напряженно-деформированного состояния под действием внешних нагрузок.

Реологические модели используют как вспомогательное средство, облегчающее представление о поведении материала под внешним воздействием, характер изменения которого трудно представить при рассмотрении сложной математической модели. За основу моделируемой среды приняты три основных вида реологических моделей (упругая, вязкая и пластическая).






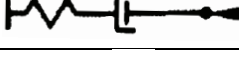

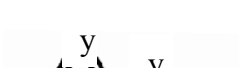
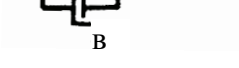
Сложные реологические модели в виде механического сочетания простых моделей позволяют описывать свойства реальных сред. Их составляют путем параллельного или последовательного соединения простых реологических моделей. В основу положены нормальные  $\sigma$  и касательные  $\tau$  напряжения, возникающие при взаимодействии рабочего органа или инструмента со средой. В общие реологические уравнения, пригодные для рассмотрения различных реологических моделей, см. табл. 8.1, входят следующие компоненты:  $E$  – модуль упругости,  $\varepsilon$  – относительная деформация,  $G$  – модуль сдвига,  $\gamma$  – деформация сдвига,  $\tau_{пл}$  – предел пластичности,  $\eta$  – коэффициент динамической вязкости,  $v$  – скорость перемещения,  $z$  – расстояния и  $t$  – время.

Процесс послойного рыхления или отделения среды от массива и перемещения перед рабочим органом в виде призмы волочения можно представить сложной реологической моделью (рис. 8.1, а), а процесс уплотнения, имитирующий протекание сдвиговых деформаций под действием статической нагрузки, упруговязкопластической моделью, показанной на рис. 8.1, б. Первая модель ( $ж_1$ ) является пластической моделью Сен-Венана (см. рис. 8.1, а) и имитирует призму, вторая, состоящая из набора элементов ( $ж_2$ , у, в), пред-

ставляет собой упруговязкопластическую модель. Она имитирует процесс отделения элемента среды от массива. Процесс уплотнения представлен моделью, имитирующей протекание сдвиговых деформаций под действием статической нагрузки (см. рис. 8.1, б). Модель состоит из элементарных моделей: упругопластической (у, ж) и вязкой (в).

Таблица 8.1

## Основные виды реологических моделей

Наименование модели	Моделируемая среда	Механическая форма	Математическая запись
Гука	Упругая		$\sigma = \varepsilon E; \tau = \gamma G$
Сен-Венана	Пластическая		$\tau = \tau_{пл}$
Ньютона	Вязкая		$\tau = \eta \frac{dv}{dz}$
Прандтля	Упругопластическая		$\tau = \tau_{пл}; \tau = \gamma G$
Максвелла	Упруговязкая: с релаксацией напряжения		$\tau = \eta \frac{dv}{dz}; \tau = \gamma G$
Фойгта			$\tau = \gamma G + \eta \frac{dv}{dz}$
Кельвина			$\tau = \gamma G$ $\tau = \gamma_1 G_1 + \eta \frac{dv}{dz}$
Бингама	Упруговязкопластическая		$\tau = \gamma G$ $\tau = \gamma_1 G_1 + \tau_{пл}$
Шведова	Упруговязкопластическая релаксирующая		$\tau = \gamma G$ $\tau = \gamma_1 G_1 + \tau_{пл}$ $\tau = \tau_{пл} + \eta \frac{dv}{dt}$

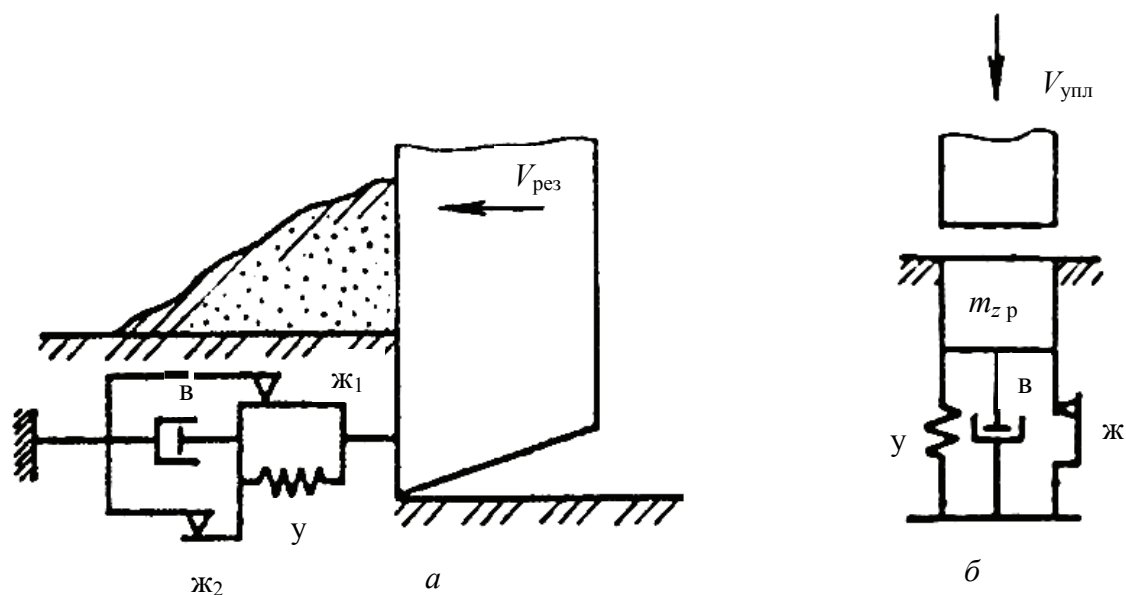


Рис. 8.1. Реологические модели процессов взаимодействия рабочих органов со средой: *а* – зуб рыхлителя фрезы; *б* – уплотняющая плита

Определение напряжений, возникающих на поверхности инструмента при взаимодействии со средой, на основании теории предельного равновесия сыпучей среды со сцеплением можно отождествить [7] с пассивным отпором среды при наведении на него подпорной стенки. Основные положения теории предельного равновесия применительно к определению пассивного давления на подпорные стенки при нарушении равновесия сопротивления сдвигу для связной среды описываются формулой Ш. Кулона:

$$\tau = \sigma \operatorname{tg} \varphi_2 + C, \quad (8.1)$$

где  $\tau$  – касательное напряжение в рассматриваемой точке среды;  $\sigma$  – нормальное напряжение;  $\varphi_2$  – угол внутреннего трения;  $C$  – коэффициент сцепления при сдвиге.

При использовании этого закона допускалось, что поверхность сдвига при разрушении является плоской. Для отыскания поверхности сдвига авторы [7] применяли систему характеристических кругов С. С. Голушкевича. В последние годы авторами предлагались различные способы замены плоской поверхности разрушения круглоцилиндрической, ломаной, логарифмической и др. Но они не получили распространения из-за сложности решения и недостаточной точности.

Теория резания, базирующаяся на понятии о предельном равновесии сыпучей среды, позволяет определить сопротивление резанию при условии, что известны параметры рабочего органа, среды и режима работы. Процесс резания грунтов прямолинейным ножом с острой режущей кромкой [7] показан на рис. 8.2.

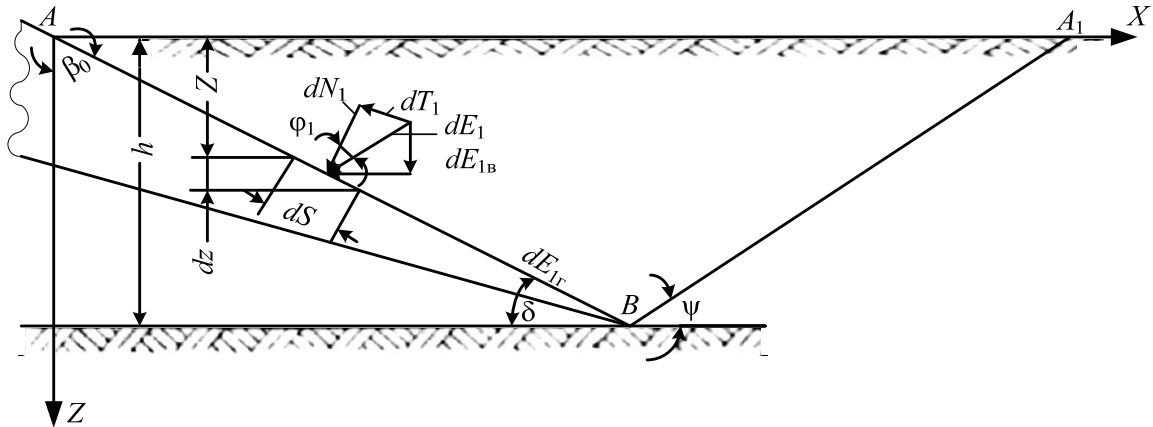


Рис. 8.2. Расчетная схема для определения сопротивления резанию грунтов

Горизонтальная и вертикальная составляющие усилий резания, кН:

$$E_r = M_1 b \left[ K_1 \left( \frac{\gamma_2 g h^2}{2} + C g h \operatorname{ctg} \varphi_2 \right) - C g h \operatorname{ctg} \varphi_2 \right]; \quad (8.2)$$

$$E_B = M_2 b \left[ K_1 \left( \frac{\gamma_2 g h^2}{2} + C g h \operatorname{ctg} \varphi_2 \right) - C g h \operatorname{ctg} \varphi_2 \right]; \quad (8.3)$$

$$M_1 = 1 + \operatorname{ctg} \delta \operatorname{tg} \varphi_1; \quad (8.4)$$

$$M_2 = \operatorname{ctg} \delta - \operatorname{tg} \varphi_1; \quad (8.5)$$

$$K_1 = \frac{\cos \varphi_1 (\cos \gamma_1 + \sqrt{\sin^2 \varphi_2 - \sin^2 \varphi_1}) (\sin \varphi_2 \cos \varphi_K + \sqrt{1 - \sin^2 \varphi_2 \sin^2 \varphi_K})^2}{\cos^2 \varphi_2 (1 - \sin \varphi_2)}; \quad (8.6)$$

$$\varphi_K = \frac{\pi}{2} + \beta_0 - \frac{\varphi_1}{2} - \frac{1}{2} \arcsin \frac{\sin \varphi_1}{\sin \varphi_2}, \quad (8.7)$$

где  $\gamma$  – удельный вес грунта в  $\text{кг/м}^3$ ;  $h$  – толщина срезаемой стружки, м;  $\varphi_1$  и  $\varphi_2$  – углы внутреннего и внешнего трения, град;  $C$  – коэффициент сцепления,  $\text{кг/м}^2$ ;  $b$  – ширина срезаемой стружки, м;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ ;  $\delta$  – угол резания, град.

Наиболее полно процесс взаимодействия рабочих органов и элементарных профилей при резании и копании грунтов описан в работе [15].

Для элементарных профилей и отдельных зубьев А. Н. Зелениным предложена формула для определения усилий резания:

$$P = 10Ch^{1,35}(1 + 0,1S)\left(1 - \frac{90^\circ - \alpha}{180^\circ}\right)\beta_0, \quad (8.8)$$

где  $C$  – число ударов плотномера (ДорНИИ);  $h$  – глубина резания;  $S$  – толщина элементарного профиля;  $\alpha$  – угол резания;  $\beta_0$  – коэффициент, учитывающий влияние угла заострения элементарного профиля в плане.

При резании ковшами без зубьев

$$P = 10Ch^{1,35}(1 + 2,6\ell)(1 + 0,0075\alpha)(1 + 0,03S)\beta_0\mu, \quad (8.9)$$

где  $\ell$  – длина горизонтальной режущей кромки;  $\mu$  – коэффициент, учитывающий наличие открытой стенки.

При резании ковшами с зубьями

$$P = 10Ch^{1,35}(1 + 2,6\ell)(1 + 0,0075\alpha)Z, \quad (8.10)$$

где  $Z$  – коэффициент, учитывающий влияние зубьев на усилие резания.

При резании мерзлых грунтов любого физического состояния при ширине режущего органа до 0,1 м выведена следующая формула:

$$P = 10Ch(1 + 0,55S)\left(1 - \frac{90^\circ - \alpha}{150^\circ}\right)\mu k_{\text{и}}, \quad (8.11)$$

где  $k_{\text{и}}$  – коэффициент, учитывающий износ режущей кромки.

## 8.2. Расчет газоструйных рабочих органов

Расчет газоструйного снегоочистителя начинают с выбора источника газового (воздушного) потока, определения рациональных параметров процесса взаимодействия газовой струи со снегом, гололедными образованиями и твердым покрытием ИВПП и РД, энергоемкости рабочего процесса и производительности машины. Кроме того, выполняют тягово-динамический расчет машины и расчет на устойчивость.

Схемы расположения газоструйных рабочих органов на базовых машинах показаны на рис. 8.3, схема взаимодействия газовой струи с твердым покрытием – на рис. 8.4.



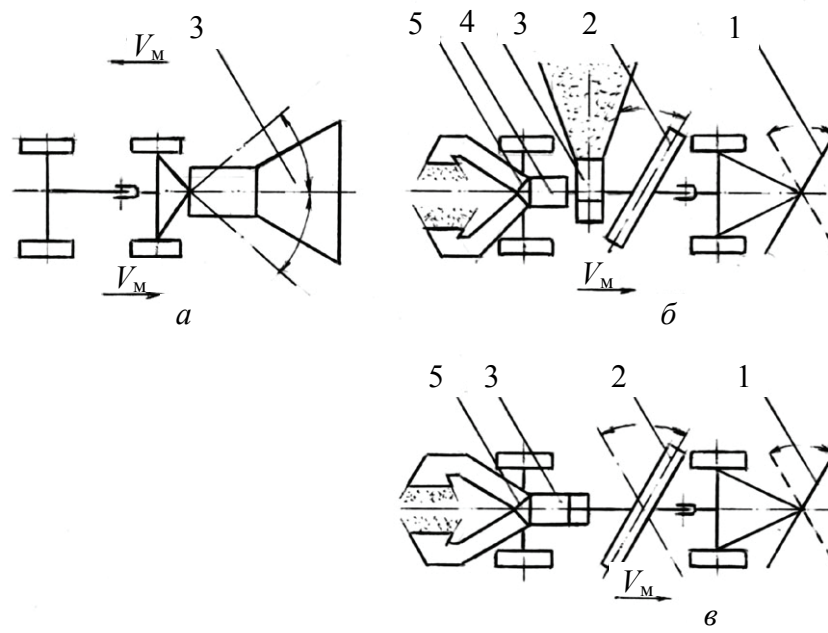


Рис. 8.3. Схема расположения воздушных и тепловых рабочих органов на базовых машинах аэродромных снегоочистителей: *а* – с передним и задним расположением теплового рабочего органа; *б* – плужно-щеточный снегоочиститель с воздушным и сменным тепловым рабочим органом; *в* – плужно-щеточный снегоочиститель с тепловым или воздушным рабочим органом; 1 – отвал; 2 – щетка; 3 – тепловой рабочий орган; 4 – воздушный рабочий орган; 5 – заслонка

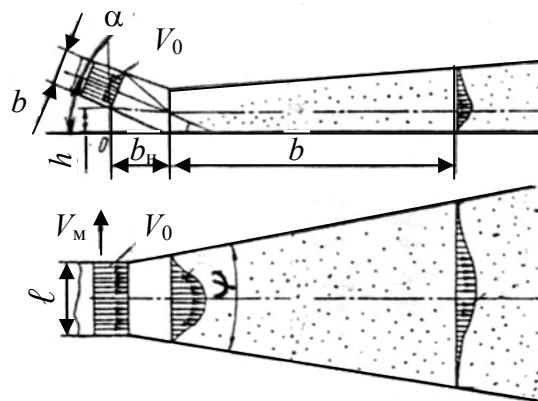


Рис. 8.4. Схема взаимодействия газовой струи с твердым покрытием

Газоструйный рабочий орган заканчивается соплом прямоугольной формы с соотношением длины  $\ell$  к ширине  $b$  равным трем [10], высоту установки сопла над покрытием в оптимальном варианте принимают  $h = 3b$ . Для достижения максимальных значений скорости газа во внутреннем пограничном слое газовая струя направляется к покрытию под углом  $\alpha \approx 15^\circ$ , и распространяется вдоль него, постепенно теряя начальную скорость, и расширяется под действием сил аэродинамического сопротивления. Трение газовой струи о покрытие меньше трения, обусловленного турбулент-

ным завихрением на границе с неподвижным атмосферным воздухом, поэтому максимальная скорость газовой струи расположена ближе к покрытию. На срезе сопла газовая струя имеет начальную скорость 100–900 м/с и среднюю температуру 400–720 °С для разных типов газовых турбин и режимов их работы. При встрече с покрытием скорость газовой струи резко падает, что затрудняет удаление примерзшего или прикатанного снега. Для удаления гололеда и осушения покрытия угол  $\alpha$  увеличивают. Центральный угол расширения газовой струи  $\Psi$  зависит от ее температуры, скорости и равен 24–34°.

Эффективность газоструйного снегоочистителя определяется дальностью отбрасывания снега. Для приближенных расчетов дальность отбрасывания, м, может быть определена [10] по эмпирической зависимости

$$B = 55,86 \frac{Q_{\Gamma}}{\rho_{\text{сн}}} \left( \frac{V_0}{V_{\text{м}}} \right)^{0,2} \left( \frac{h_0}{h_{\text{сн}}} \right)^{0,6}, \quad (8.12)$$

где  $Q_{\Gamma}$  – массовый расход газа, кг/с;  $\rho_{\text{сн}}$  – плотность снега, кг/м<sup>3</sup>;  $V_0$  – начальная скорость газовой струи, м/с;  $V_{\text{м}}$  – скорость машины, м/с;  $h_0$  – вероятная толщина снежного покрова, м, ( $h_0 \approx 0,01$ );  $h_{\text{сн}}$  – реальная толщина снежного покрова, м.

Полное тяговое усилие, необходимое для передвижения газотурбинного снегоочистителя, кН:

$$T = T_{\text{м}} + T_{\text{р}} + T_{\text{ин}}, \quad (8.13)$$

где  $T_{\text{м}}$  – усилие на передвижение машины, кН;

$$T_{\text{м}} = (1000)^{-1} m_{\text{м}} (f + i) g, \quad (8.14)$$

где  $m_{\text{м}}$  – масса машины, кг;  $f$  – коэффициент сопротивления перекачиванию;  $i$  – максимальный продольный уклон покрытия;  $T_{\text{р}}$  – усилие на преодоление реактивной тяги газотурбинного двигателя, кН;

$$T_{\text{р}} = R \cos \alpha_{\text{т}} \cos \beta, \quad (8.15)$$

где  $R$  – реактивная тяга газотурбинного двигателя, кН;

$$R = 10^{-2} Q_{\Gamma} \frac{V_0}{2}, \quad (8.16)$$

где  $Q_{\Gamma}$  – расход газа, кг/с;  $\alpha_{\Gamma}$  – угол наклона сопла к горизонтальной плоскости, град;  $\beta$  – угол наклона сопла к направлению движения машины, град;  $T_{ин}$  – усилие на преодоление инерционности струи в направлении движения машины [8], кН;

$$T_{ин} = 0,28Q_{\Gamma}V_{\Gamma}, \quad (8.17)$$

где  $V_{\Gamma}$  – скорость передвижения машины, км/ч.

Для передвижения газоструйного снегоочистителя необходимо, чтобы выполнялось следующее условие:

$$T < G_{сц}\varphi_{сц}, \quad (8.18)$$

где  $G_{сц}$  – сцепной вес машины, кН;  $\varphi_{сц}$  – коэффициент сцепления.

Мощность двигателя базовой машины, кВт:

$$N = T \frac{V_{\Gamma}}{\eta}, \quad (8.19)$$

где  $\eta$  – КПД ходовой части машины;  $V_{\Gamma}$  – скорость машины, м/с.

Техническая производительность газоструйного снегоочистителя, м<sup>2</sup>/ч:

$$П_{тех} = 3600(B - B_{пер})V_{\Gamma}, \quad (8.20)$$

где  $B$  – дальность отбрасывания снега, м;  $B_{пер}$  – ширина перекрытия проходов снегоочистителя,  $B_{пер} = 0,05B$ .

### 8.3. Взаимодействие пневматических колес с покрытием

Процесс взаимодействия колеса со средой (покрытием) весьма сложный, поскольку он охватывает комплекс непрерывно меняющихся факторов, связанных как с покрытием, так и с колесом. Изменение параметров колеса обусловлено его эластичностью, а следовательно, изменением геометрических размеров и режимов работы в зависимости от конструкции и материала шины, вертикальной нагрузки, крутящего момента, толкающих усилий и скорости движения. Характеристики покрытия также разные (свежевыпавший снег, слежавшийся снег, гололед и др.), что обусловлено неодинаковостью его структуры по пути, нелинейностью свойств и динамическим характером нагрузок, действующих на колесо.

На рис. 8.5. показана схема сил и моментов, действующих на колесо с пневматической шиной при равномерном движении на горизонтальном участке в режиме ведущего и ведомого колеса.

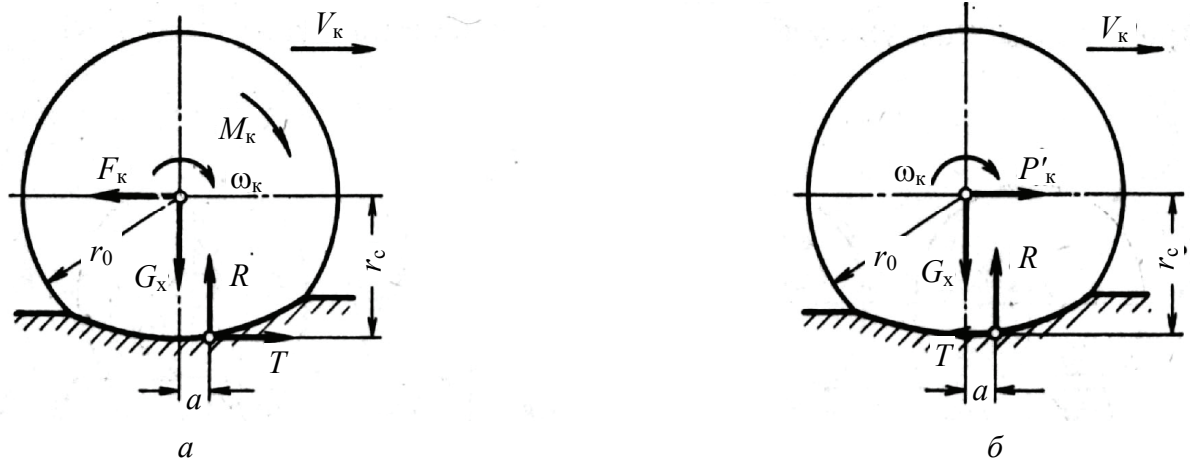


Рис. 8.5. Схема сил и моментов, действующих на колесо с пневматической шиной: *а* – ведущее колесо; *б* – ведомое колесо

Уравнение равновесия колесного движителя имеет следующий вид:

$$M_k - Tr_c - Ra = 0,$$

где  $M_k$  – крутящий момент, подводимый к колесу, Н·м;  $T$  – горизонтальная реакция поверхности качения, Н;  $r_c$  – силовой радиус, м;  $R$  – вертикальная реакция поверхности качения, Н;  $a$  – коэффициент трения качения.

Разделив предыдущее уравнение на  $r_c$ , учитывая, что  $G_k = R$ , получим

$$\frac{M_k}{r_c} - T - G_k \frac{a}{r_c} = 0.$$

Отношение  $\frac{M_k}{r_c}$  характеризует окружную силу колесного движителя

и равно  $F_k$ , а  $\frac{a}{r_c}$  – коэффициент сопротивления качению  $f$ , откуда

$$F_k = T + fG_k,$$

где  $G_k$  – вертикальная нагрузка на ось колеса, Н.

Максимальное значение силы тяги  $T_{\max}$ , которую может развивать колесный движитель, определяют условием сцепления пневматической шины с поверхностью качения

$$T_{\max} = \varphi G_k, \quad (8.21)$$

где  $\varphi$  – коэффициент сцепления пневматической шины с поверхностью качения.

Решая подобным способом уравнение равновесия для ведомого колеса, получим

$$P'_k = fG_k, \quad (8.22)$$

При качении колеса наблюдается деформация шин и среды, сопровождающаяся потерей энергии. Энергия затрачивается на преодоление межмолекулярного трения в материалах шин, механическое трение в среде соприкосновения с колесом, трение скольжения в пятне контакта и аэродинамического воздействия. Суммарные потери принято называть сопротивлением качению автомобильного колеса.

Коэффициенты сопротивления качению и сцепления шины с поверхностью качения являются основными характеристиками при тяговом расчете спецмашин. Коэффициент сцепления считают характеристикой взаимодействия колеса с покрытием. Он зависит от типа и состояния покрытия (табл. 8.2), конструкции и материала шины, давления воздуха в ней, нагрузки на колесо, скорости движения, температурных условий, степени скольжения или буксования колеса.

Таблица 8.2

Коэффициент сцепления шин с покрытием  $\phi$ 

Покрытие и его состояние	Коэффициент сцепления шин		
	высокого давления	низкого давления*	высокой проходимости
Асфальтобетонное:			
сухое	0,50–0,70	0,70–0,80	0,70–0,80
мокрое	0,35–0,45	0,45–0,55	0,50–0,60
Щебеночное сухое	0,50–0,60	0,60–0,70	0,60–0,70
Грунтовая сухая дорога	0,40–0,50	0,50–0,60	0,50–0,60
Снег рыхлый	0,20–0,30	0,20–0,40	0,20–0,40
Снег укатанный	0,15–0,20	0,20–0,25	0,30–0,50
Обледенелое покрытие при температуре воздуха ниже 0 °С	0,08–0,15	0,10–0,20	0,05–0,10

\* Низким считается давление 0,15–0,25 МПа.

На колеса спецавтомобиля должны быть установлены шины соответствующие его грузоподъемности и размеру обода, давление в шинах должно поддерживаться в соответствии с техническими условиями на их эксплуатацию и зависеть от нагрузки на колесо. Отклонение давления в отдельных шинах автомобиля должно быть не более 20 кПа. Состояние протектора шин и давление в них влияют на устойчивость и управляемость автомобиля. В автомобилях высокой проходимости, оборудованных шинами с малым числом слоев корда и системой централизованного изменения давления в них, допускается снижение давления воздуха только для улучшения проходимости при преодолении тяжелых для движения участков пути. Снижение давления в шинах ниже 0,05 МПа может привести к выходу их из строя.

### 8.4. Тяговый расчет машин

Тяговый расчет проводят для оценки тяговых и динамических качеств спецмашин. Тяговые качества спецмашин в прямолинейном движении оценивают на основании определения сопротивлений движению. Оценка динамических качеств машин сводится к определению их ускорений при заданных условиях. Схема сил, действующих на спецмашину, представлена на рис. 8.6. Вес машины ( $mg$ ) приложен в центре тяжести системы  $A$ . На систему действуют следующие силы: вес ( $mg$ ); сила инерции ( $ma$ ); сила тяги  $T$ ; нормальная реакция грунта  $N$ ; сила сопротивления ветра  $P_{\text{вт}}$ ; сила сопротивления передвижению  $R$ ; сила сопротивления рабочего органа  $P$  (горизонтальная и вертикальная составляющие этой силы  $P_{\text{г}}$ ,  $P_{\text{в}}$ ). Вертикальная составляющая  $P_{\text{в}}$  может быть направлена вверх при заглублении отвала и вниз при выглублении отвала.

Для определения общего сопротивления, возникающего во время работы спецмашины, составляют два уравнения равновесия: сумма проекций сил на оси  $X$  и  $Y$ . Решая эти уравнения, получают:

$$W = mg(f \cos \alpha + \sin \alpha) \pm fP_{\text{в}} + P_{\text{г}} + ma + P_{\text{вт}}, \quad (8.23)$$

где  $f$  – коэффициент сопротивления движению спецмашины;  $m$  – масса машины, кг;  $a$  – ускорение машины,  $\text{м/с}^2$ ;  $\alpha$  – угол подъема покрытия, град;  $g$  – ускорение свободного падения,  $\text{м/с}^2$ .

Для спецмашин сила аэродинамического сопротивления  $P_{\text{вт}}$  учитывается, если скорость движения машины плюс-минус скорость ветра больше 50 км/ч.

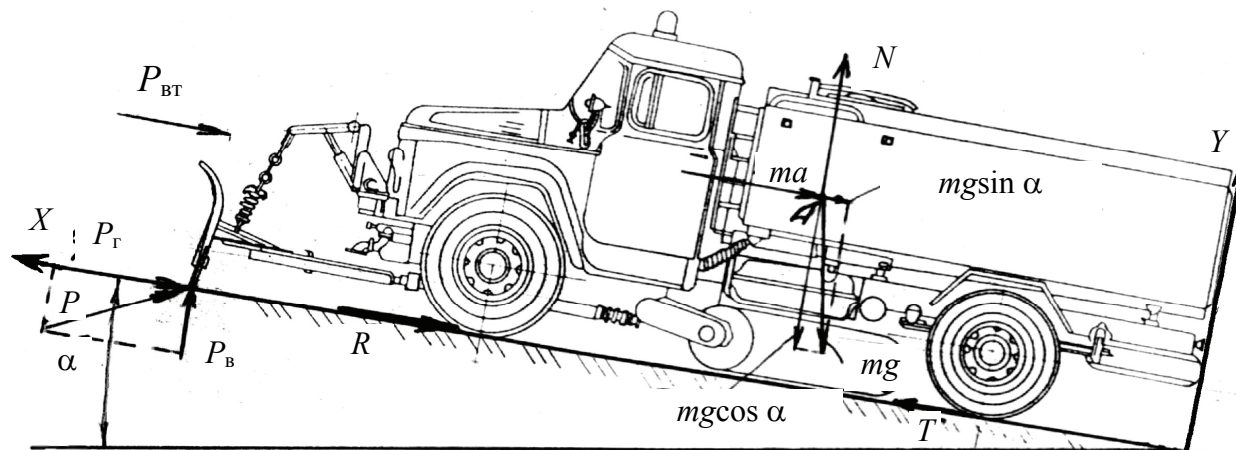


Рис. 8.6. Схема сил, действующих на спецмашину

При движении базовой машины с прицепом возникает сила сопротивления движению прицепа  $R_{\text{пр}}$ , Н:

$$R_{\text{пр}} = fgm_{\text{пр}}, \quad (8.24)$$

где  $m_{\text{пр}}$  – масса прицепа, кг.

Для преодоления сопротивления  $W$  сила тяги по двигателю  $T_{\text{дв}}$  и по сцеплению колес с покрытием  $T_{\text{сц}}$  должны быть больше  $W$ .

Сила тяги по двигателю  $T_{\text{дв}}$  – это тяга, развиваемая двигателем при равномерном движении машины со скоростью, соответствующей полной подаче топлива, Н:

$$T_{\text{дв}} = \frac{3600N_{\text{дв}}\eta_{\text{тр}}}{V_{\text{м}}}, \quad (8.25)$$

где  $N_{\text{дв}}$  – максимальная мощность двигателя, кВт;  $V_{\text{м}}$  – скорость машины при полной подаче топлива, км/ч;  $\eta_{\text{тр}}$  – коэффициент полезного действия трансмиссии машины.

Сила тяги по сцеплению  $T_{\text{сц}}$  – предельное значение силы тяги, развиваемое двигателем по условиям сцепления ходового оборудования с покрытием, Н:

$$T_{\text{сц}} = \varphi_{\text{сц}}G_{\text{сц}}\cos\alpha, \quad (8.26)$$

где  $\varphi_{\text{сц}}$  – коэффициент сцепления;  $G_{\text{сц}}$  – нагрузка на ведущие мосты, Н;

$$G_{\text{сц}} = \lambda mg, \quad (8.27)$$

где  $\lambda$  – коэффициент нагрузки ведущих колес;

$$\lambda = \frac{m_{\text{сц}}}{m}, \quad (8.28)$$

где  $m_{\text{сц}}$  – масса машины, приходящаяся на ведущие колеса, кг;  $m$  – масса машины, кг.

Необходимое условие движения

$$T_{\text{сц}} \geq T_{\text{дв}} > W. \quad (8.29)$$

Если  $T_{\text{сц}} \geq W > T_{\text{дв}}$ , то двигатель глохнет.

Если  $T_{\text{сц}} < W \leq T_{\text{дв}}$ , то машина буксует.



### **Контрольные вопросы**

1. Назовите основные методы определения напряжений, возникающих на поверхности рабочих органов спецмашин.
2. Основные виды реологических моделей.
3. Назовите основную формулу теории предельного равновесия сыпучей среды со сцеплением.
4. Основные схемы расположения газоструйных рабочих органов на базовых машинах.
5. Какие свойства снега и газовой струи влияют на эффективность газоструйных рабочих органов?
6. Как определяют силу тяги по сцеплению на ведущих колесах спецмашин?
7. Как определяют силу тяги спецмашин по двигателю?

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Содержание учебного пособия соответствует государственному образовательному стандарту высшего профессионального образования направления подготовки специалистов 190204.65 «Средства аэродромно-технического обеспечения полетов авиации».

При подготовке учебного пособия использованы материалы по техническим характеристикам и устройству машин и оборудования нового поколения отечественного и зарубежного производства, поступившего за последние 5 лет на аэродромы гражданской авиации, а также результаты исследований ряда научно-исследовательских и проектных учреждений.

В учебном пособии рассмотрены:

общая система и основные задачи применения машин для содержания аэродромов в структуре средств обеспечения полетов авиации;

классификация машин и оборудования; устройство машин;

основы теории и расчета процессов взаимодействия рабочих органов машин со средой;

расчет производительности, тяговые и энергетические расчеты машин;

назначение и конструкция машин и оборудования для маркировки покрытий аэродромов и определения фрикционных свойств покрытий, машин для летнего и зимнего содержания аэродромов.

В настоящем (втором) издании освещены вопросы автоматизированного определения коэффициента сцепления взлетно-посадочных полос аэродромов с искусственным покрытием, координат местоположения и скорости движения аэродромной техники.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Авиационная наземная техника : справ. / В. Е. Канарчук [и др.] ; ред. В. Е. Канарчук. – М. : Транспорт, 1989. – 278 с.
2. Автомобили / А. В. Богатырев, Ю. К. Есеновский-Лашков, М. Л. Насовский, В. А. Чернышев ; под ред. А. В. Богатырева. – М. : Колос, 2001. – 496 с.
3. Белов, В. В. Новая гамма дорожно-строительной техники / В. В. Белов // Строительные и дорожные машины. – 2008. – № 2. – С. 3–7.
4. Высокоскоростные снегоуборочные машины Японии (По материалам зарубежной информации) // Строительные и дорожные машины. – 2008. – № 1. – С. 31–37.
5. Глушков, Г. Н. Устройство и эксплуатация аэродромов / Г. Н. Глушков, Б. С. Раев-Богословский. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Транспорт, 1977. – 320 с.
6. Дорожные катки фирмы Sakai (По материалам зарубежной информации) // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 5. – С. 22–24.
7. Дорожные машины : учеб. для вузов : в 2 ч. Ч. 1 : Машины для земляных работ / Т. В. Алексеева [и др.]. – 3-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1972. – 504 с.
8. Дорожные машины : учеб. для вузов : в 2 ч. Ч. 2 : Машины для устройства дорожных покрытий / К. А. Артемьев [и др.]. – М. : Машиностроение, 1982. – 396 с.
9. Дорожные машины : отраслевой каталог. – М. : ЦНИИТ Строймаш, 1987. – 507 с.
10. Дорожно-строительные машины и комплексы : учеб. для вузов / В. И. Баловнев [и др.] ; под общ. ред. В. И. Баловнева. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. ; Омск : Изд-во СиБАДИ, 2001. – 528 с.
11. Дорожные машины. Теория, конструкция и расчет / под общ. ред. Н. Я. Хархута. – М. : Машиностроение, 1968. – 416 с.
12. Ермилов, А. Б. Расчет и проектирование снегоочистителей / А. Б. Ермилов. – М. : МАДИ, 1989. – 107 с.
13. Ермилов, А. Б. Расчет и проектирование спецавтомобилей для сбора и вывоза твердых отходов / А. Б. Ермилов. – М. : МАДИ, 1983. – 99 с.
14. Жесткие покрытия аэродромов и автомобильных дорог / Г. И. Глушков [и др.] ; ред. Г. И. Глушков. – М. : Транспорт, 1987. – 255 с.
15. Зеленин, А. Н. Машины для земляных работ : учеб. пособие для вузов / А. Н. Зеленин, В. И. Баловнев, И. П. Керов. – М. : Машиностроение, 1975. – 24 с.
16. Карабан, Г. Л. Машины для содержания и ремонта автомобильных дорог и аэродромов: конструкция и основы расчета / Г. Л. Карабан, В. И. Баловнев, И. А. Засов. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 1975. – 368 с.

17. Коваль, П. В. Гидравлика и гидропривод горных машин : учеб. для вузов / П. В. Коваль. – М. : Машиностроение, 1979. – 319 с.
18. Малюшенко, В. В. Энергетические насосы : справ. пособие / В. В. Малюшенко, А. К. Михайлов. – М. : Энергоиздат, 1981. – 200 с.
19. Машины для городского хозяйства / Г. Л. Карабан, В. И. Баловнев, И. А. Засов, Б. А. Лифшиц. – М. : Машиностроение, 1988. – 272 с.
20. Машины для строительства и содержания дорог и аэродромов : учеб. для вузов / А. З. Шарц [и др.] ; под общ. ред. А. З. Шарца. – М. : Машиностроение, 1988. – 272 с.
21. Машины для скоростного строительства автомобильных дорог и аэродромов / под общ. ред. Ю. Б. Дейнего. – М. : Машиностроение, 1982. – 248 с.
22. Мобильная установка для рециркуляции дорожных покрытий (По материалам зарубежной информации) // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 3. – С. 20–22.
23. Обзор международной СДМ-информации // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 12. – С. 53.
24. Обзор международной СДМ-информации // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 3. – С. 57–61.
25. Ронинсон, Э. Г. Автогрейдеры / Э. Г. Ронинсон. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Высш. школа, 1982. – 192 с.
26. Руководство по эксплуатации гражданских аэродромов Российской Федерации (РЭГА РФ-94). – М. : Воздушный транспорт, 1995. – 232 с.
27. Спецмашины аэропортов : справ. / Г. Н. Гелетука [и др.] ; под ред. В. Е. Канарчука. – М. : Транспорт, 1980. – 351 с.
28. Строительная дорожная и специальная техника : крат. справ. / Н. А. Манаков [и др.]. – М. : АО «Профтехника», 1996. – 304 с.
29. Тенденции развития японских роторных снегоочистителей (По материалам зарубежной информации) // Строительные и дорожные машины. – 2007. – № 2. – С. 18–22.
30. Ищенко, И. С. Технология устройства и ремонта асфальтобетонных покрытий : учеб. пособие / И. С. Ищенко, Т. Н. Калашникова, Д. А. Семенов. – М. : Аир-Арт, 2001. – 176 с.
31. Шалман, Д. А. Снегоочистители / Д. А. Шалман. – Л. : Машиностроение, 1973. – 216 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение .....	3
Глава 1. Требования к качеству содержания аэродромных покрытий и техническому состоянию спецмашин.....	4
1.1. Машины для содержания аэродромов в структуре средств обеспечения полетов авиации .....	4
1.2. Основные требования к искусственным покрытиям аэродромов .....	7
1.3. Задачи текущего содержания аэродромных покрытий. Требования к качеству очистки покрытий средствами механизации .....	8
1.4. Требования, предъявляемые к техническому состоянию спецмашин для содержания аэродромов .....	10
1.5. Требования к аэродромным машинам при работе на летном поле .....	14
Контрольные вопросы .....	15
Глава 2. Машины и оборудование для маркировки аэродромных покрытий и подъездных путей .....	16
2.1. Маркировка аэродромов .....	16
2.2. Требования к покрытию и основные характеристики эмалей ....	16
2.3. Основные характеристики маркировочных машин и способы нанесения лакокрасочных материалов .....	17
2.4. Машины для маркировки покрытий .....	21
2.5. Расчет пневматических краскораспылителей .....	31
Контрольные вопросы .....	34
Глава 3. Поливочно-моечные машины .....	35
3.1. Конструкции поливочно-моечных машин .....	35
3.2. Расчет параметров поливочно-моечных машин .....	40
Контрольные вопросы .....	46
Глава 4. Подметально-уборочные машины .....	47
4.1. Способы транспортирования смета в бункер и классификация подметально-уборочных машин.....	47
4.2. Конструкции и основные технические характеристики подметально-уборочных машин .....	49
4.3. Расчет подметально-уборочных машин .....	58
Контрольные вопросы .....	63
Глава 5. Мусоросборочные машины .....	64
5.1. Машины для сбора и вывоза бытовых отходов .....	64
5.2. Расчет параметров мусоровозов .....	75
Контрольные вопросы .....	80

Глава 6. Машины для ремонта искусственных покрытий аэродромов и подъездных путей .....	81
6.1. Машины для разогрева асфальтобетонных покрытий .....	81
6.2. Тепловой расчет асфальторагревателей .....	85
6.3. Машины для ремонта и регенерации асфальтобетонных покрытий .....	86
6.4. Тяговый расчет машин для регенерации асфальтобетонных покрытий .....	90
6.5. Нарезчики швов .....	92
6.6. Ремонтеры .....	102
6.7. Машины для заделки трещин и ремонта швов .....	106
6.8. Катки самоходные .....	114
6.9. Тяговый расчет катков .....	139
Контрольные вопросы .....	142
Глава 7. Машины для очистки аэродромных покрытий от снега и го- лоледных образований .....	143
7.1. Назначение и общее устройство автогрейдеров .....	143
Контрольные вопросы .....	179
7.2. Плужные снегоочистители .....	180
Контрольные вопросы .....	184
7.3. Плужно-щеточные снегоочистители .....	184
Контрольные вопросы .....	189
7.4. Роторные снегоочистители .....	190
Контрольные вопросы .....	215
7.5. Аэродромные уборочные машины .....	215
Контрольные вопросы .....	239
7.6. Тепловые машины .....	239
Контрольные вопросы .....	250
7.7. Распределители технологических материалов .....	250
Контрольные вопросы .....	257
7.8. Машины для погрузки снега .....	262
7.8.1. Снегопогрузчики непрерывного действия .....	262
7.8.2. Одноковшовые фронтальные погрузчики .....	268
7.8.3. Расчет снегопогрузчиков лапового типа .....	282
7.8.4. Тяговый расчет снегопогрузчиков .....	283
Контрольные вопросы .....	284
7.9. Оборудование для оценки состояния фрикционных свойств покрытия .....	285
Контрольные вопросы .....	297

Глава 8. Взаимодействие рабочих органов и ходового оборудования спецмашин со средой .....	298
8.1. Расчет сопротивлений, возникающих при взаимодействии рабочих органов спецмашин со средой .....	298
8.2. Расчет газоструйных рабочих органов .....	302
8.3. Взаимодействие пневматических колес с покрытием .....	305
8.4. Тяговый расчет машин .....	308
Контрольные вопросы .....	310
Заключение .....	311
Библиографический список .....	312