

**Таран М.В.  
Кульгильдинов М.С.  
Есенгалиев М.Н.  
Жусупов К.А.  
Козбагаров Р.А.**

**Транспорт и транспортная  
техника**

**Учебно-методическое пособие**

**Алматы – 2014**

**Министерство образования и науки Республики Казахстан**

**Казахская академия транспорта и коммуникаций имени  
М.Тынышпаева**

**Таран М.В.  
Кульгильдинов М.С.  
Есенгалиев М.Н.  
Жусупов К.А.  
Козбагаров Р.А.**

**Транспорт и транспортная  
техника**

**Учебно-методическое пособие**

**Алматы – 2014**

**УДК 656 (075.8)**

**ББК 39.1я73**

**Т 65**

**Рецензенты:**

Сурашов Н.Т. – д.т.н., профессор Казахского национального технического университета им. К.Сатпаева;

Рабат О.Ж. – д.т.н., профессор Казахской автомобильно-дорожной академии им. Л.Б. Гончарова;

Солоненко В.Г. – д.т.н., профессор Казахской академии транспорта и коммуникаций им. М. Тынышпаева.

**Авторы:**

**Таран М.В., Кульгильдинов М.С., Есенгалиев М.Н., Жусупов К.А., Козбагаров Р.А.**

Т 65 Транспорт и транспортная техника: Учебно-методическое пособие / М.В. Таран, М.С. Кульгильдинов, М.Н.Есенгалиев, К.А.Жусупов, Р.А.Козбагаров. – Алматы: КазАТК, 2014. – 315 с.

ISBN978-601-207-897-8

В учебно-методическом пособии изложены основные сведения о видах транспорта и транспортной техники, назначении, области применения, устройстве, рабочих процессах и технологических возможностях.

**УДК 656 (075.8)**

**ББК 39.1я73**

*Рекомендовано УМС академии (протокол № 8 от 25.09. 2014 г.) к изданию в открытой печати и использованию в учебном процессе в качестве учебно-методического пособия для обучающихся по специальности 5В071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии»*

ISBN978-601-207-897-8

© КазАТК, 2014

©Таран М.В. и др., 2014

## ВВЕДЕНИЕ

Транспорт удовлетворяет одну из важнейших потребностей человека – потребность в перемещении. Однако практически ни один вид транспорта (кроме, пожалуй, автомобильного, и то не всегда) не может самостоятельно обеспечить полный цикл перемещения по схеме «от двери до двери» или «от дома до дома». Такое перемещение возможно лишь при четком взаимодействии отдельных частей транспортного комплекса. Организация работы такого комплекса, как единая транспортная система Казахстана, является одновременно и сложной задачей, и насущной для экономики страны потребностью, которая соответствует интеграционным тенденциям социально-экономического развития человечества, достижения научно-технического прогресса и стратегическим интересам Казахстана. При этом единство транспортной системы Казахстана не должно означать ее обособленности от путей сообщения сопредельных государств и территорий, особенно стран СНГ, развитие и функционирование которых в течение столетий осуществлялось в едином комплексе.

Но в то же время высокие темпы роста экономики Казахстана доказывают эффективность построения и реализации собственной модели развития, основанной на долгосрочном планировании.

Основополагающим документом, провозгласившим долгосрочные приоритеты развития государства, является Послание Президента Республики Казахстан «Казахстан-2030. Процветание, безопасность и улучшение благосостояния всех казахстанцев», которое определило долгосрочную стратегию развития страны до 2030 года.

Из анализа Послания явственно следует, что состояние и развитие транспорта имеют для Республики Казахстан исключительное значение.

Географические особенности Казахстана (обширная территория, отсутствие выхода к морю, неравномерное размещение населенных пунктов и природных ресурсов) делают его экономику одной из наиболее грузоемких в мире, обуславливая высокую зависимость от транспортной системы.

Находясь на стыке Европы и Азии, Казахстан обладает значительным транзитным потенциалом, предоставляя азиатским странам географически безальтернативную наземную транспортную связь с Россией и Европой. Растет привлекательность и транзитного потенциала воздушного пространства республики. Соседство с государствами, имеющими огромные рынки сбыта, делает развитие отечественной транспортной системы перспективным.

Относительно равнинный ландшафт<sup>1</sup> и наличие больших запасов природного камня позволяют беспрепятственно развивать коммуникации железнодорожного и автомобильного транспорта.

---

<sup>1</sup> За исключением некоторых регионов Казахстана, преимущественно на востоке и юго-востоке

Основная доля сети наземных путей сообщения приходится на автомобильные и железные дороги (соответственно 88,4 и 14,0 тыс. км). Протяженность эксплуатируемых водных путей составляет 3,9 тыс. км, воздушных трасс – 61 тыс. км. Плотность транспортной сети на 1000 км<sup>2</sup> территории составляет: 5,1 км железных дорог, 32,4 км автомобильных дорог с твердым покрытием, 1,5 км внутренних водных путей.

Выбор Казахстана в пользу рыночной экономики, сделанный в начале 90-х годов прошлого века, и начавшиеся реформы существенно изменили условия работы транспорта и характер спроса на транспортные услуги.

В первое десятилетие нынешнего века осуществления реформ на транспорте были проведены базовые структурные и институциональные преобразования. Создана правовая основа транспортной отрасли, отвечающая новым социально-экономическим условиям. Разделены функции государственного управления и хозяйственной деятельности, создана адекватная рыночным условиям система государственного регулирования транспортной деятельности. В основном завершена приватизация на некоторых видах транспорта.

Структура организационно-правовых форм и количество транспортных предприятий по всем отраслям ежегодно изменяются. Это говорит о продолжающемся формировании оптимального рынка, регулируемого принципами конкуренции и реальным спросом на транспортные услуги.

Значительно возросла системообразующая роль транспорта и улучшилась взаимосвязь задач его развития с приоритетами социально-экономических преобразований. В целом транспорт удовлетворял растущий спрос на перевозки пассажиров и грузов. За период с 2000 по 2005 годы рост транспортных услуг за год составлял: пассажирских перевозок – 7,8%, грузовых перевозок – 9,5% (при среднем ежегодном экономическом росте 10,3%).

Вместе с тем, несмотря на общую адаптацию транспорта к рыночным условиям, состояние транспортной системы в настоящее время нельзя считать оптимальным, а уровень ее развития достаточным.

Несбалансированное размещение транспортно-коммуникационной сети на всей территории страны препятствует развитию единого экономического пространства и росту мобильности населения. Промышленно ориентированная сеть железных и автомобильных дорог развивалась без учета территориальных границ бывших союзных республик<sup>2</sup>. Несовместимость некоторых технических параметров транспортной инфраструктуры с международными стандартами и системами действующих

---

<sup>2</sup> Некоторые участки казахстанских железных дорог проходят по территориям России (на севере) и Кыргызстана (на юге). Аналогичным образом по территории Казахстана проходят участки российских и кыргызских железных дорог.

торговых партнеров Казахстана<sup>3</sup> является значительным препятствием на пути региональной интеграции и развития торгово-транспортных связей.

Значительная неравномерность в развитии транспортной сети препятствует экономическому развитию регионов. Около 2 тыс. сельских населенных пунктов не имеют круглогодичного транспортного сообщения. Обеспеченность населенных пунктов регулярным сообщением составляет 69,3%.

На современном этапе своего развития транспортный комплекс республики характеризуется неудовлетворительным состоянием основных средств, устаревшими и недостаточно развитыми инфраструктурой и технологиями.

Доля транспортных затрат в стоимости конечной продукции относительно высока и находится на уровне 8% и 11% соответственно для внутренних железнодорожных и автомобильных перевозок, в странах с развитой рыночной экономикой данный показатель составляет 4...4,5%. По показателю грузоемкости экономика Казахстана примерно в 5 раз менее эффективна. Так, на каждую единицу ВВП в долларовом исчислении приходится не менее 9 тонно-километров работы транспорта, а в странах Европейского Союза грузоемкость составляет менее 1 тонно-километра/доллара ВВП.

Растущий спрос на качественные транспортные услуги удовлетворяется неполностью из-за недостаточного уровня технического развития транспортной системы и отставания в области транспортных технологий.

Значительный рост объемов всех перевозок, в том числе связанных с экспортом угля, нефтеналивных грузов, металлопродукции, продукции химической и нефтехимической промышленности, других грузов, сдерживается недостаточной пропускной способностью.

Возможности увеличения валового национального продукта за счет экспорта транспортных услуг реализуются неполностью, поскольку положение отечественных перевозчиков на мировом рынке транспортных услуг не отвечает их реальным возможностям и не до конца используется транзитный потенциал республики.

Расположение Республики Казахстан в центре евразийского континента предопределяет его геополитическую роль транзитного моста между Европой и Азией, а также между Россией и Китаем.

По территории Казахстана проходят сформированные на основе существующей в республике транспортной инфраструктуры четыре международных транспортных коридора:

---

<sup>3</sup> В частности, различна ширина железнодорожной колеи, принятая в Европе и бывшем СССР, а также несовместимы параметры железнодорожной техники с габаритными допусками в некоторых сопредельных государствах (например, в Китае)

- **Северный коридор Трансазиатской железнодорожной магистрали (ТАЖМ):** Западная Европа – Китай, Корейский полуостров и Япония через Россию и Казахстан (на участке Достык – Актогай – Саяк – Моинты – Астана – Петропавловск (Пресногорьковская));
- **Южный коридор ТАЖМ:** Юго-Восточная Европа – Китай и Юго-Восточная Азия через Турцию, Иран, страны Центральной Азии и Казахстан (на участке Достык – Актогай – Алматы – Шу – Арысь – Сарыагаш);
- **ТРАСЕКА:** Восточная Европа – Центральная Азия через Черное море, Кавказ и Каспийское море (на участке Достык – Алматы – Актау);
- **Север-Юг:** Северная Европа – страны Персидского залива через Россию и Иран с участием Казахстана на участках: морской порт Актау – регионы Урала России и Актау – Атырау.

Кроме направлений, участвующих в формировании основных трансконтинентальных маршрутов, необходимо отметить **Центральный коридор ТАЖМ**, имеющий важное значение для региональных транзитных перевозок по направлению Сарыагаш – Арысь – Кандагач – Озинки.

Коридоры позволяют значительно сократить расстояние в сообщении Восток-Запад и сроки доставки грузов.

Мощный рост экономики Китая, в частности, его западных регионов, уже сегодня вызывает необходимость в доставке на мировые рынки различного спектра товаров. Вместе с тем, по оценкам специалистов, уровень развития транзита в Казахстане не соответствует потенциалу отрасли и республики в целом. Так, например, в 2003 году объем внешней торговли Китая со странами ЕС составил 115 млн. тонн, при этом объем транзитных перевозок по территории Республики Казахстан в данном направлении составил около 3 млн. тонн.

Географически сеть транспортных коридоров ориентирована на удовлетворение промышленных и хозяйственных нужд. Требуется ее дальнейшая оптимизация и частичная переориентация с учетом перспектив территориального развития, размещения производительных сил и расселения населения.

Показатели безопасности транспортного процесса, в первую очередь дорожного движения, не соответствуют мировому уровню. Ежегодно в дорожно-транспортных происшествиях (ДТП) гибнет свыше 3 тыс. человек, что более чем в 2 раза превышает показатели развитых стран.

За последние 5 лет ежегодный рост количества пострадавших в ДТП составил порядка 10...15%. При сохранении подобной тенденции, в случае непринятия государством радикальных комплексных мер по повышению безопасности, включающих модернизацию инфраструктуры, реализацию образовательных программ и усиление системы правоприменения, в 2015 году количество жертв ДТП может достигнуть 10 тыс. человек.

Доля транспорта в загрязнении окружающей среды достигает 30%, что превышает аналогичный показатель развитых стран мира более чем в 1,7 раза.

На фоне роста спроса на транспортные услуги и еще более значительного его увеличения в прогнозной перспективе в транспортной системе в целом и отдельных ее подотраслях сохраняется ряд нерешенных внутренних проблем.

Не получили должного развития начатые в последние годы институциональные и структурные преобразования в транспортной отрасли. Необходимо их последовательное завершение в целях создания стабильных условий для дальнейшего развития рыночных отношений в данном секторе экономики.

Степень износа и старения основных фондов транспортного комплекса Казахстана в среднем достигла критической отметки – 60%, что привело к дефициту подвижного состава и доведению пропускной способности некоторых участков до предельного уровня.

Недостаточно развита магистральная железнодорожная сеть. Для ее оптимизации необходимо строительство новых железнодорожных линий в направлении Восток–Запад.

Вследствие длительного недофинансирования железнодорожного транспорта произошло накопление физического износа основных средств – более 60%. В отрасли используются технически и морально устаревшие модели подвижного состава, путевой техники, изношенные конструкции путей и применяются устаревшие технологии ремонта и содержания основных производственных средств. Эффективность использования системы эксплуатации требует больших расходов для поддержания основных фондов в рабочем состоянии.

С учетом мировой тенденции роста контейнеризации перевозок (55% от общего объема грузовых перевозок) необходимо развитие контейнерных, мультимодальных перевозок и создание транспортно-логистических центров, обеспечивающих технологическое единство различных видов транспорта.

Сеть автомобильных дорог республиканского значения в основном сформирована. Необходимо построить дороги в широтном направлении, связывающие Западный Казахстан с остальными регионами страны. Дополнительно планируется построить связующие участки на дорогах с сопредельными государствами.

Неудовлетворительное состояние дорожного покрытия приводит к снижению эксплуатационных скоростей, повышению эксплуатационных транспортных расходов, росту аварийности.

Износ подвижного состава автотранспортного парка (около 30% автобусов и 40% грузовых автомобилей имеют срок эксплуатации свыше 13 лет) влечет повышение затрат на ремонт и эксплуатацию, снижает уровень сервисных услуг и оказывает отрицательное воздействие на окружающую среду.



Сеть международных аэропортов Казахстана оптимальна, однако необходимо приведение её в соответствие с международными стандартами. В республике из 22 аэропортов действует 21. Из-за несоответствия техническим стандартам аэродромных комплексов и, в связи с введением ограничений по типам авиационной техники, только 5 аэропортов (в городах Астане, Алматы, Актобе, Атырау и Караганде) могут принимать тяжелые воздушные суда без ограничений. Остальные аэропорты нуждаются в реконструкции.

Устаревший парк воздушных судов (672 единицы), неэкономичных и несоответствующих международным стандартам по шумам и эмиссии двигателей, создает ограничения в обслуживании международных авиалиний. В этой связи, важно создание привлекательных условий и применение эффективных методов, способствующих обновлению парка воздушных судов.

В большой мере на развитие воздушного транспорта влияет недостаточная модернизация инфраструктуры и основных средств гражданской авиации. Из-за недостаточной пропускной способности и несоответствия техническим стандартам узловые аэропорты Казахстана вынужденно сокращают число принимаемых и отправляемых ими воздушных судов наряду с введением ограничений по типам авиационной техники.

В настоящее время в каспийском регионе Казахстан представлен единственным международным морским торговым портом Актау, который соответствует мировым стандартам качества и технологии предоставляемых услуг. Вместе с тем, дальнейшее развитие добывающей промышленности в западном регионе страны позволит довести уровень добычи нефти к 2015 году до 140 млн. тонн в год, что повлечет рост транспортировки нефти через морской порт Актау в объеме 20 млн. тонн в год. Этим обусловлена необходимость расширения инфраструктуры производственных мощностей порта до соответствующего уровня уже в среднесрочной перспективе, а также строительства нефтяных терминалов в других портах и создания базы поддержки морских операций.

Большинство судов отрасли внутреннего водного транспорта выработали по 2...3 срока службы. Износ государственного технического речного флота составляет 85%.

Другими существенными проблемами водного транспорта являются техническое состояние и надежность гидротехнических сооружений (шлюзов). Длительный срок эксплуатации (более 50 лет), допущенные при проектировании и строительстве ошибки, повышенная сейсмичность района (6...7,5 баллов), старение бетонных конструкций, проблемы с приобретением запасных частей и оборудования требуют принятия срочных мер по проведению их реконструкции и модернизации.

Высок уровень импорта технических средств для транспортного комплекса Казахстана, по отдельным отраслям он составляет свыше 90%. В

этой связи, необходимо формирование и развитие отечественного производства по ремонту и выпуску подвижного состава, оборудования и запасных частей для транспортного комплекса.

Недостаточен уровень выделяемых средств на развитие научного потенциала в транспортной отрасли: по экспертным оценкам, он составляет менее 0,1% от доходов транспорта против 2...2,5% в развитых странах.

Недостаточен уровень внедрения пятого технологического уклада (микроэлектроника, телекоммуникации, гибкая автоматизация, комбинированное применение различных конструкционных материалов) в транспортном комплексе республики. Например, волоконно-оптические линии связи составляют порядка 30% от общей протяженности магистральных линий связи республики, на железнодорожном транспорте - 2,3%.

Состояние инфраструктуры и основных средств транспортного комплекса требует больших инвестиций со стороны государства и частного сектора. Необходимо срочно приступить к восстановлению инфраструктуры и обновлению подвижного состава через вложение инвестиций и создание благоприятных условий для развития конкурентного рынка операторов.

Отсутствует необходимая комплексность в управлении развитием и функционированием транспортной системы, а также в координации и взаимодействии различных видов транспорта.

Наряду с проблемами инфраструктурного характера транзитный поток через территорию Казахстана сталкивается с рядом барьеров, наиболее существенными из которых являются необоснованные задержки и процедурные сложности при прохождении таможенного и пограничного контроля.

Деятельность всех секторов транспортного комплекса характеризуется неадекватным регулированием тарифов на транзитные перевозки. Предприятия – естественные монополисты, оказывающие транспортные услуги по транзитным перевозкам, работают в условиях жесткой международной конкуренции, что требует большей гибкости в формировании транзитной тарифной политики.

Законодательная база, определяющая правовые и организационные аспекты деятельности транспорта, в целом сформирована. Вместе с тем, в ряде отраслей отсутствуют подзаконные акты, необходимые для реализации принятых отраслевых законов. Действующие нормативно-технические стандарты не соответствуют международным стандартам и нуждаются в гармонизации. Нормы законодательства, регулирующие деятельность транспортного сектора, должны учитывать основные положения норм международного права в сфере транспорта. В целях улучшения системы нормативного правового обеспечения функционирования транспорта рассматривается вопрос о разработке и принятии Транспортного кодекса.

Настоящее учебное пособие, по существу, является новым пособием, учитывающим особенности экономики Казахстана в период перехода к

рыночным отношениям. Он подготовлен в соответствии с рабочей учебной программой курса «Транспорт и транспортная техника» для студентов специальности 5В071300 – «Транспорт, транспортная техника и технологии».

Предметом изучения рассматриваемой дисциплины являются различные виды транспорта и транспортной техники, нашедшие применение в транспортной системе Казахстана.

Авторы пособия старались изложить в основном фундаментальные вопросы устройства и конструкций отдельных видов транспортной техники. Цифровые данные и некоторые положения в нынешней обстановке быстро устаревают. В связи с этим, при использовании материалов пособия необходимо корректировать их с учетом новых данных и сведений.

Учебное пособие может быть использовано студентами технических специальностей транспортных и других вузов, при повышении квалификации специалистов транспортных и нетранспортных предприятий, организаций и фирм.

# **1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДАХ ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ**

## **1.1 Введение в дисциплину**

### **1.1.1 Единая транспортная система**

Жизнь современного общества невозможна без развитого транспорта. Для Республики Казахстан, являющейся большой континентальной страной мира, значение его очень велико. Экономика Казахстана представляет собой единый комплекс, размещенный на огромной территории. Без помощи транспортной сети при современных объемах производства невозможно обеспечить это экономическое единство, выражающееся в эффективном хозяйственном сотрудничестве отдельных его частей – экономических районов, производственно-территориальных комплексов.

Развитие транспорта настолько тесно связано с развитием экономики страны, что не только размещение отдельных промышленных комплексов влияет на строительство и расширение транспортной сети, но и зачастую экономически целесообразно строить новые промышленные комплексы с учетом имеющихся транспортных связей. В Казахстане еще много малозаселенных территорий, которые таят в своих недрах большие минеральные богатства, располагают громадными лесными массивами и обширными земельными фондами, пригодными для сельского хозяйства.

Транспорт – одна из важнейших отраслей материального производства. Он является частью производственного процесса всех отраслей хозяйства и заканчивает его доставкой продукции к месту потребления. Транспорт, как указывал К. Маркс, в процессе производства не создает нового вещественного продукта, а производит пространственное перемещение, представляющее собой продукцию транспорта. Вместе с тем, транспорту свойственны некоторые особенности, отличающие его от других отраслей экономики.

Во-первых, транспорт не производит новой вещественной продукции, а как бы является продолжением процесса производства в пределах процесса обращения.

Во-вторых, продукция транспорта, перевозка грузов и пассажиров, – неотделима от процесса транспортного производства. Ее нельзя накопить, создать ее запасы.

В-третьих, продукция транспорта не содержит сырья. Доля заработной платы в ее себестоимости вдвое выше, чем в промышленности. Затраты на амортизацию, топливо и электроэнергию составляют почти половину всех эксплуатационных расходов транспорта.

В-четвертых, кругооборот средств, выделяемых на развитие транспорта, отличается от кругооборота средств, направляемых на развитие промышленности и сельского хозяйства. На транспортном рынке реализуется не товар в виде новой вещи, а сам производственный процесс транспортной промышленности, следовательно, требования к эффективности и качеству работы транспортной системы относятся не только к его рыночной продукции, конечному результату транспортной деятельности, но и непосредственно к транспортному производственному процессу.

Развитие транспорта в современных условиях связано с ростом производительных сил любой страны и ее внешними связями. Доля отдельных видов транспорта в осуществлении мировых грузовых перевозок составляет для восточноевропейских стран: водный – 23%, наземный – 64% и другие виды – 13%; для промышленно развитых соответственно – 62, 27 и 11; для развивающихся – 84, 10 и 6. Развивающиеся страны, занимающие 70% территории земного шара, имеют слабую наземную транспортную сеть, составляющую 5% мировой инфраструктуры.

В мире имеется 9800 портов, из которых 1000 участвуют в международных сообщениях, 15950 аэропортов, из которых 1020 – международных. По статистическим данным, на 1 км мировой поверхности приходится 8,8 м железнодорожных линий, 103 м автомобильных дорог и 0,4 м внутренних водных путей. Распределение линейной транспортной инфраструктуры по отдельным странам, континентам и регионам мира крайне неоднородно. Так, плотность железнодорожных линий в Африке в 15 раз меньше, чем в бывших странах СЭВ. Причины неравномерности – разный уровень промышленного развития и освоения сырьевых ресурсов, особенности географического положения.

Наиболее динамичное развитие транспорта в республике отмечалось в 70...80-е годы прошлого столетия. Экономический спад в странах СНГ, начавшийся в 90-е годы прошлого века, привел к общему снижению объема перевозок для всех видов транспорта.

### **1.1.2 Транспортная система Казахстана**

Транспортная система Казахстана представляет собой большой и сложный комплекс, размещенный на всей территории страны. Транспортное хозяйство насчитывает сотни вокзалов и грузовых дворов, десятки локомотивных депо, несколько крупных морских и речных портов, десятки пристаней и перевалочных баз, большое количество аэропортов гражданской авиации и множество других устройств, необходимых для нормальной работы различных видов транспорта. Стоимость всех этих сооружений и устройств вместе с подвижным составом равна 20% всех основных производственных фондов экономики страны.

Согласно данным Агентства Республики Казахстан по статистике за 2002 г. доля железнодорожного транспорта в грузообороте всех видов

транспорта составила 56,9%; трубопроводного – 27%; автомобильного – 16%; воздушного – 0,02% и речного – 0,02%.

В основном такое соотношение объясняется сырьевой структурой производства промышленности Казахстана. Основная товарная продукция, предъявляемая к перевозке, представляет собой массовые насыпные и наливные грузы, такие как уголь, зерно, нефть, руда, минеральные удобрения и т.д., перевозка которых автомобильным транспортом неэффективна. В то же время необходимо учитывать некоторую погрешность распределения долей из-за трудностей статистического учета и оценки грузооборота автомобильным транспортом.

Исключительно важную роль в мобилизации огромных ресурсов Казахстана играет транспорт, экономическое значение которого обусловлено следующими основными факторами:

- огромная территория республики, которая простирается с запада на восток на 3000 км, а с севера на юг – почти на 1700 км;
- большая дальность перевозок грузов в Казахстане, которая почти равна среднему показателю по СНГ;
- характер производимой продукции, которая требует перемещения на большие расстояния - это уголь, железная руда, нефтепродукты, продукция металлургической промышленности и сельского хозяйства (зерно, шерсть, мясо и т.д.);
- транспортно-географическое положение Казахстана, через который идут мощные потоки транзитных грузов.

Транспорт обеспечивает связь между отраслями экономики, между производителем и потребителем. Чем более развита транспортная сеть, тем быстрее доставляют грузы к местам назначения, что способствует ритмичному функционированию производства. Благодаря транспорту развивается и международное разделение труда.

Работа каждого вида транспорта (за исключением трубопроводного), выполненная за определенное время, обычно за год, измеряется грузооборотом и пассажирооборотом.

*Грузооборот* представляет собой сумму произведений количеств перевезенных грузов на соответствующее расстояние их перевозки и выражается в тонно-километрах, *пассажирооборот* - сумму произведений числа пассажиров на соответствующее расстояние их перевозки, измеряется в пассажиро-километрах (а иногда числом перевезенных пассажиров).

Долевое распределение грузооборота по видам транспорта приведено в таблице 1.

Таблица 1

## Доля отдельных видов транспорта в общем грузообороте Казахстана

Годы	Всего	В том числе			
		железнодорожный	автомобильный	трубопроводный	водный и воздушный
1965	100,0	91,4	7,3	0,4	0,9
1970	100,0	89,2	7,4	2,5	0,9
1975	100,0	87,4	7,4	4,5	0,7
1980	100,0	87,3	8,1	3,8	0,8
1985	100,0	85,4	9,3	4,5	0,8
1990	100,0	86,2	9,5	3,5	0,8
1995	100,0	77,6	6,7	15,1	9,6
2005	100,0	56,4	16	27	0,6
2010	100,0	58,2	17,2	23,8	0,8

**1.1.3 Виды транспорта. Понятие о транспортном средстве**

Транспорт обычно разделяют на магистральный и промышленный. Магистральный транспорт как отрасль материального производства обеспечивает транспортно-экономические связи между экономическими районами, отраслями экономики, предприятиями и т.д.

**К магистральному транспорту**, входящему в состав единой транспортной системы, обычно относят железнодорожный, речной, морской, автомобильный, воздушный и трубопроводный.

**Промышленным транспортом** являются все внутренние коммуникации предприятий,строек и т.п., т.е. железнодорожные подъездные, межцеховые и внутрицеховые пути, автомобильные, подвесные и канатные дороги, монорельсовые пути, трубопроводы и др. Промышленный транспорт обеспечивает перемещение предметов, орудий труда и работников предприятий. В ряде отраслей промышленности, например, при добыче угля, торфа, руды, производстве многих строительных материалов, перемещение орудий труда является основой технологии производства.

Магистральные виды транспорта характеризуются следующими особенностями.

**Железнодорожный транспорт:**

- регулярность грузовых и пассажирских перевозок независимо от климатических условий, времени года и суток;
- высокая пропускная и провозная способность;
- сравнительно невысокая себестоимость перевозок грузов;

- высокая эффективность при перевозках массовых грузов на большие и средние расстояния.

На строительство железных дорог требуются большие капиталовложения, которые окупаются только при значительной концентрации грузовых и пассажирских потоков.

#### **Автомобильный транспорт:**

- более высокая, чем на железнодорожном транспорте скорость доставки грузов и маневренность;
- возможность доставки грузов от склада отправителя до склада получателя без перегрузочных операций;
- регулярность и хорошая маневренность перевозок, способность доставлять груз небольшими партиями, включая самых мелких грузоотправителей;
- меньшие по сравнению с железнодорожным транспортом капитальные вложения при освоении малых пассажиро- и грузопотоков на небольших расстояниях.

Себестоимость грузовых и пассажирских перевозок на автомобильном транспорте выше, чем на железнодорожном.

#### **Трубопроводный транспорт:**

- устойчивый режим работы независимо от природно-климатических условий;
- простота эксплуатации и режима управления перевозками, в которых собственно транспортировка и погрузочно-разгрузочные операции слиты в едином процессе;
- высокая производительность труда, в связи с высокой степенью механизации и автоматизации операций;
- низкая себестоимость перекачки нефти и нефтепродуктов;
- наименьшие капиталовложения на единицу перевозок по сравнению с другими видами транспорта.

Трубопроводы не являются универсальным видом транспорта — по ним могут перекачиваться только жидкие и газообразные грузы.

#### **Воздушный транспорт:**

- большая скорость и малые сроки доставки грузов и пассажиров.

Себестоимость перевозок грузов на воздушном транспорте очень высока. К недостаткам также относятся высокая энергоемкость, зависимость от погодных условий, ограниченность габарита и массы перевозимых грузов.

#### **Водный (речной) транспорт:**

- высокая провозная способность на глубоководных реках и сравнительно невысокая себестоимость перевозок, особенно массовых грузов (леса в плотах, нефти в нефтеналивных судах и т.д.);
- невысокие удельные капитальные затраты, расход металла и топлива.

Недостатки речного транспорта состоят в несовпадении направления течения рек с основными грузопотоками; нерегулярности перевозок в



течение года; меньшей по сравнению с железнодорожным транспортом скорости доставки грузов; больше, чем у других видов транспорта, пути движения грузов.

Указанные виды транспорта конкурируют между собой на рынке грузовых и пассажирских перевозок. Так, трубопроводный и железнодорожный транспорт конкурируют за транспортировку нефти и нефтепродуктов; железнодорожный и автомобильный - практически за всю номенклатуру грузов, за исключением массовых насыпных грузов.

Такие географические условия, как отсутствие выхода к морю судоходных рек делают практически невозможным осуществление водных перевозок. В то же время из-за обширности территории Казахстана, неразвитости автодорожной инфраструктуры, низкой технической оснащенности воздушного транспорта и, несмотря на бурное развитие трубопроводного транспорта, вот уже более ста лет основным средством перемещения грузов и массовых перевозок населения в стране является именно железная дорога с присущей ей универсальностью и относительной дешевизной.

Миссия железнодорожного транспорта в современных условиях заключается в максимальном удовлетворении потребностей экономики в перевозках грузов и пассажиров при минимальных издержках.

При этом немаловажным критерием оценки исполнения своей миссии становится не только стоимость транспортных услуг, но и их качество, которое складывается из трех основных показателей: безопасность движения и сохранность грузов; скорость доставки; уровень сервиса.

**Транспортное средство** – устройство для передвижения и перевозки грузов, пассажиров, в котором тяговая сила создается за счет двигателя. В зависимости от вида транспорта транспортные средства разделяются на железнодорожный подвижной состав, автодорожный подвижной состав, суда и летательные аппараты.

К транспортным средствам **железнодорожного транспорта** относятся тяговый подвижной состав (локомотивы и моторвагонный подвижной состав) и вагоны.

Подвижным составом автомобильного транспорта называют автомобили, автомобильные поезда, прицепы и полуприцепы.

#### **1.1.4 Вопросы для самопроверки**

1. Охарактеризуйте единую транспортную систему.
2. Перечислите особенности, свойственные транспорту.
3. Охарактеризуйте транспортную систему Казахстана.
4. Чем измеряется работа каждого вида транспорта (за исключением трубопроводного), выполненная за определенное время?
5. Что представляет собой грузооборот?
6. Что представляет собой пассажирооборот?

7. Как обычно разделяют транспорт?
8. Что обычно относят к магистральному транспорту?
9. Что обычно относят к промышленному транспорту?
10. Перечислите особенности, характеризующие железнодорожный транспорт.
11. Перечислите особенности, характеризующие автомобильный транспорт.
12. Перечислите особенности, характеризующие трубопроводный транспорт.
13. Перечислите особенности, характеризующие воздушный транспорт.
14. Перечислите особенности, характеризующие водный (речной) транспорт.
15. Что такое транспортное средство?
16. Что относится к транспортным средствам железнодорожного транспорта?
17. Что относится к подвижному составу автомобильного транспорта?

## 1.2 Способы создания движущей силы в различных видах транспорта

### 1.2.1 Способы создания движущей силы

Известно, что для перемещения движения любого тела к нему должна быть приложена внешняя сила в направлении предполагаемого движения, так как внутренние силы по законам механики не могут изменить скорость движения центра масс (тяжести) системы тел, например, поезда.

В различных видах транспорта используются разные способы создания движущей силы. Большинство из них относятся к трем принципиально отличающимся классам (рисунок 1).

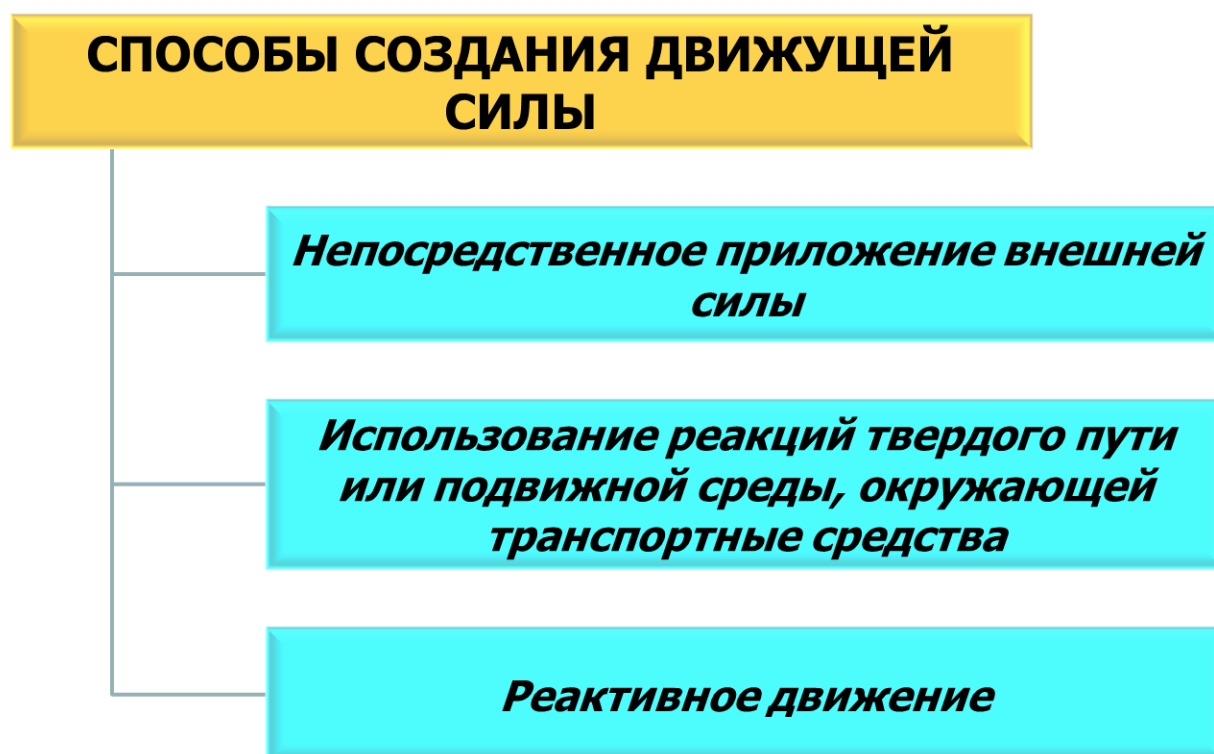


Рисунок 1. Классификация способов создания движущей силы

**Первый** – это непосредственное приложение внешней силы (рисунок 2). Самая очевидная форма реализации этого способа – это приложение внешней силы от стационарного источника энергии при помощи гибкой связи (каната), как это показано на рисунке 2,а.

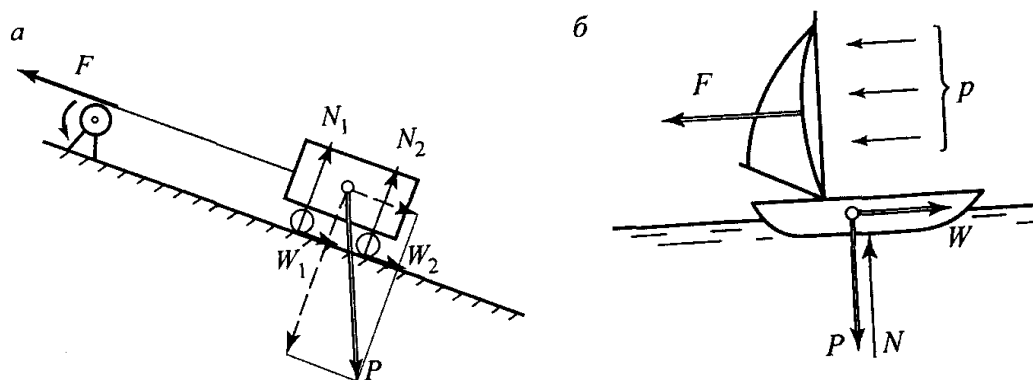


Рисунок 2. Движение при непосредственном приложении движущей силы:  
а – канатная тяга; б – парусное судно.

Существуют различные системы, в которых транспортные средства перемещаются при помощи канатной тяги:

- над поверхностью земли – канатные дороги с вагонетками для грузов на промышленных предприятиях в горной промышленности, подъемники для пассажиров в горных условиях;
- на поверхности земли – по рельсам или направляющим – фуникулеры и эскалаторы;
- в вертикальном направлении на земле и под землей – лифты.

При помощи канатов перемещаются несамоходные паромы на водных (речных) переправах. Ясно, что все эти средства пригодны для транспортировки на ограниченные расстояния.

Другой формой непосредственного использования внешней силы является использование динамического давления ветра  $p$  при помощи паруса (рисунок 2,б), что очень долгое время для человечества было основным способом обеспечения транспорта по воде, причем даже на очень большие расстояния.

Движущая сила в этом случае создается под действием давления (точнее, динамического давления, или напора) ветра, которое зависит от квадрата его скорости, на площадь поверхности паруса  $A$ . Величина движущей силы  $P$  при попутном ветре является произведением величины давления  $p$  на площадь поверхности паруса  $A$  ( $P = p \cdot A$ ). Чем больше скорость ветра и площадь перпендикулярных ему поверхностей парусов, тем больше величина движущей силы.

Есть еще некоторые формы непосредственного приложения внешней силы для транспорта:

- использование давления воздуха, газа или жидкости в замкнутых трубопроводах;
- использование электромагнитного взаимодействия между искусственным путем и транспортным средством.

Очевидно, что эти способы еще менее универсальны и существенно ограничены по своим возможностям: либо по определенному виду транспортируемого груза, либо по расстоянию транспортировки.

**Второй класс** возможных способов создания движущих сил для транспортных целей – использование реакций твердого пути или подвижной среды, окружающей транспортные средства (рисунок 3).

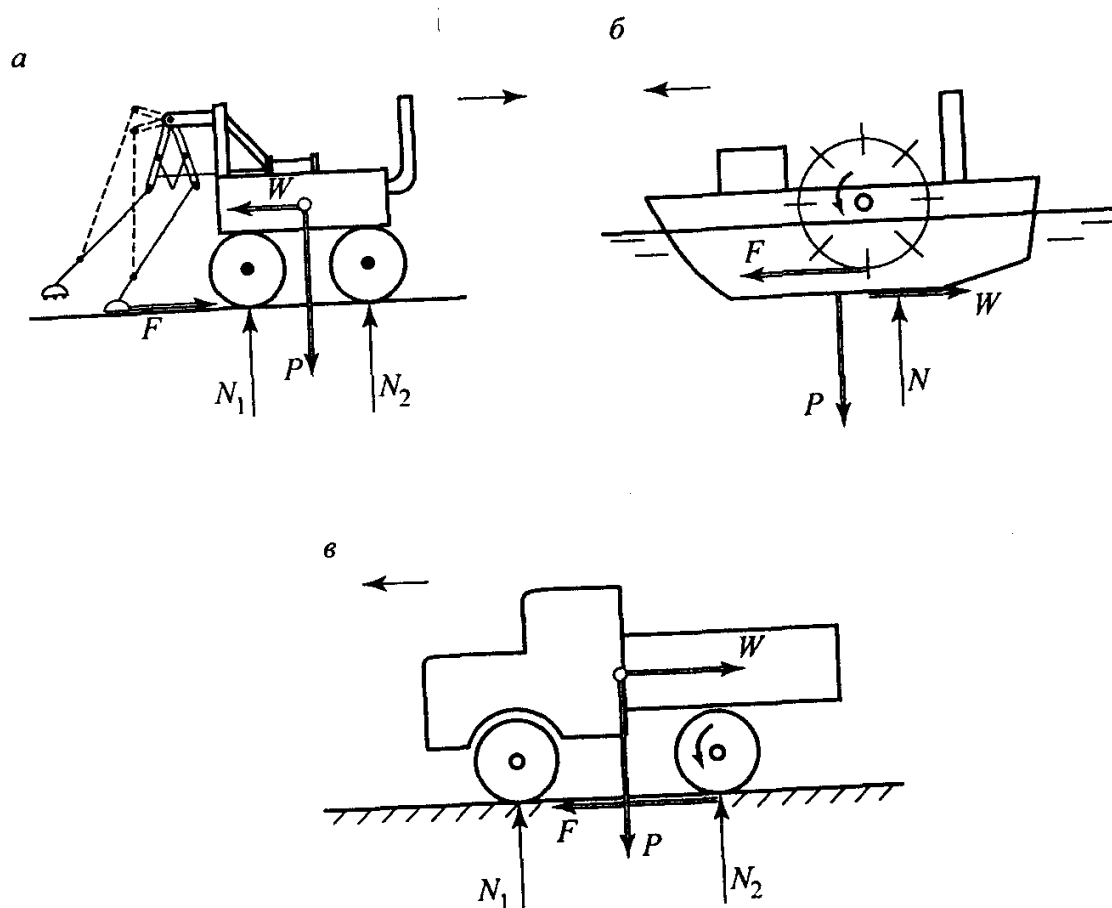


Рисунок 3. Создание движущей силы при помощи реакций среды: а – отталкивание «рычагами» от твердой поверхности; б – колесный пароход; в – непрерывное отталкивание колесом от твердой поверхности.

Можно перечислить основные из них.

*Отталкивание рычагами от твердой поверхности.* Этим способом пользуются наземные животные, опорными «рычагами» для которых служат их собственные ноги. Реакция возникает при отталкивании от поверхности, вследствие наличия трения между опорой (ногой) и поверхностью дороги. Эффективность этого способа непосредственно зависит именно от величины силы трения.

Недостатком этого способа применительно к возможности создания сухопутных технических транспортных средств является неравномерность действия движущей силы, ее циклический характер, связанный с попеременным отталкиванием при ограниченном (два или четыре) количестве опор или рычагов.

Тем не менее, была в свое время попытка использования этого способа при создании одного из первых паровозов в самом начале позапрошлого столетия.

*Отталкивание рычагами от подвижной среды.* Так перемещаются рыбы в воде, птицы в воздухе. Человек использовал этот способ на воде, применив весла, которыми гребец, упираясь в воду, отталкивается от нее. Недостаток здесь тот же – циклический характер гребков приводит к неравномерности действия движущей силы. В колесном пароходе (рисунок 3,б) благодаря большому числу лопастей на колесах и тому, что при вращении колес число одновременно отталкивающихся от воды лопастей остается одним и тем же, этот недостаток уже не ощущается. В этом случае отталкивание становится практически непрерывным и равномерным.

*Непрерывное отталкивание колесом от твердой поверхности* (рисунок 3,в). На этом принципе основан весь современный наземный самоходный колесный транспорт. Этот принцип состоит в том, что вращающий момент, создаваемый двигателем самой повозки, вращает одно или несколько движущих колес, при этом вследствие сцепления (трения) колес с путем (рельсом) последний создает упор колесу, и, таким образом, колесо, непрерывно отталкиваясь от рельса, совершает поступательное движение и перемещает повозку. Принцип сцепления движущих колес с путем является замечательным развитием и упрощением принципа отталкивания рычагами: здесь отталкивание происходит непрерывно, без ударов и толчков. На этом принципе, за незначительными исключениями, построен весь современный сухопутный транспорт, т. е. движение локомотивов, автомобилей, мотоциклов, велосипедов и пр.

*Непрерывное отталкивание движущим винтом от подвижной среды* – так можно назвать способ непрерывного создания движущей силы при помощи гребного винта в воде и пропеллера в воздухе, который аналогичен по своим свойствам и преимуществам использования ведущего колеса на твердой поверхности.

Современный флот, речной и морской, надводный и подводный, основан именно на этом принципе так же, как и винтовая (пропеллерная) авиация.

**Третий тип** из возможных способов создания движущих сил на транспорте обычно называют реактивным движением. Строго говоря, все перечисленные выше способы могли бы быть также названы реактивными и, по сути дела, ими и являются, так как основаны на использовании реакций окружающей среды.

Но под реактивным движением обычно принято подразумевать движение за счет силы внутренней реакции газовой струи, вытекающей с большой скоростью из камеры сгорания двигателя.

Простейший реактивный двигатель на жидком топливе (рисунок 4) представляет собой камеру, похожую по форме на горшок, в котором жители сельских местностей хранят молоко. Через форсунки, расположенные на днище этого горшка, происходит подача жидкого горючего и окислителя в камеру горения. Подача компонентов топлива рассчитывается таким образом, чтобы обеспечить полное сгорание. В камере сгорания происходит воспламенение топлива, и продукты горения – горячие газы – с большой скоростью выбрасываются через специально профилированное сопло. Окислитель и горючее помещаются в специальных баках, располагающихся на ракете или самолете. Для подачи окислителя и горючего в камеру сгорания применяют турбонасосы или выдавливают их сжатым нейтральным газом (например, азотом).

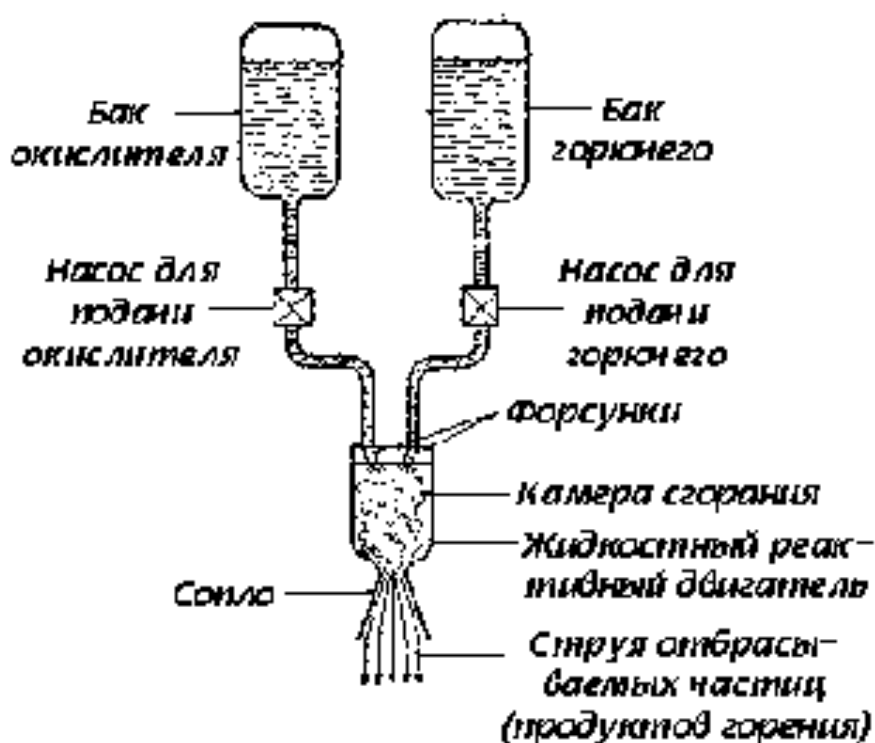


Рисунок 4. Простейшая схема жидкостного реактивного двигателя

В некоторых случаях для сжигания горючего в камере реактивного двигателя приходится забирать воздух из атмосферы. Тогда в процессе движения реактивного аппарата происходит присоединение частиц воздуха и выбрасывание нагретых газов. Мы получаем так называемый воздушно-

реактивный двигатель. Простейшим примером воздушно-реактивного двигателя будет обыкновенная трубка, открытая с обоих концов, внутри которой помещен вентилятор. Если заставить вентилятор работать, то он будет засасывать воздух с одного конца трубки и выбрасывать его через другой конец. Если в трубку, в пространство за вентилятором, впрыснуть бензин и поджечь его, то скорость выходящих из трубки горячих газов будет значительно больше, чем входящих, и трубка получит тягу в сторону, противоположную струе выбрасываемых из нее газов. Делая поперечное сечение трубки (радиус трубки) переменным, можно соответствующим подбором этих сечений по длине трубки достигнуть весьма больших скоростей истечения выбрасываемых газов. Чтобы не возить с собой двигатель для вращения вентилятора, можно заставить струю текущих по трубке газов вращать его с нужным числом оборотов. Некоторые трудности будут возникать только при запуске такого двигателя. Простейшая схема воздушно-реактивного двигателя была предложена еще в 1887 году русским инженером Гешвендом. Идея использования воздушно-реактивного двигателя для современных типов самолетов была с большой тщательностью самостоятельно разработана К.Э. Циолковским. Он дал первые в мире расчеты самолета с воздушно-реактивным двигателем и турбокомпрессорным винтовым двигателем. На рисунке 5 дана схема прямоточного воздушно-реактивного двигателя, у которого движение частиц воздуха по оси трубы создается за счет начальной скорости, полученной ракетой от какого-либо другого двигателя, а дальнейшее движение поддерживается за счет реактивной силы, обусловленной увеличенной скоростью отброса частиц по сравнению со скоростью входящих частиц.

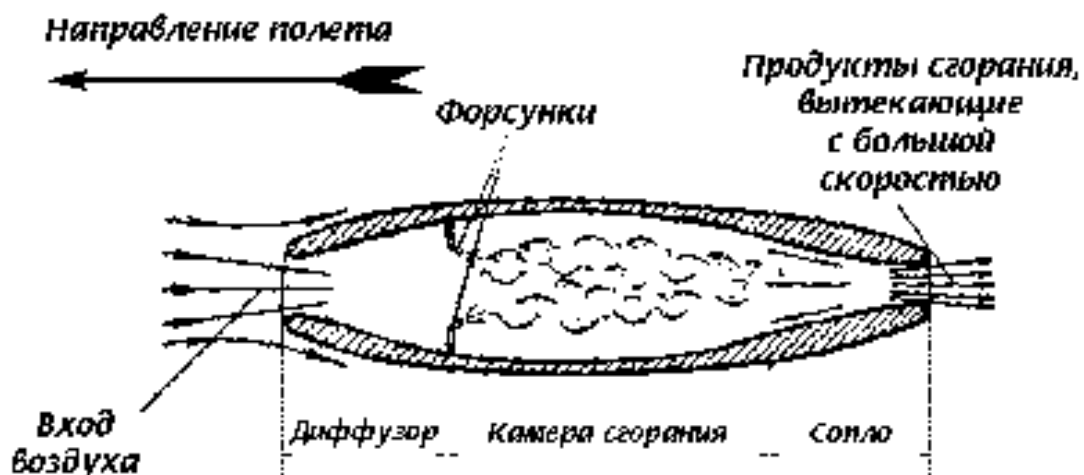


Рисунок 5. Схема прямоточного воздушно-реактивного двигателя

Каждому из названных принципов создания внешней движущей силы свойственны некоторые границы скорости движения.

Современные транспортные средства перемещаются с различными скоростями. Транспортные средства классифицируют по типу используемых источников энергии и систем подвешивания. Подвеска должна воспринимать

силу тяжести, действующую на транспортное средство, а источник энергии должен обеспечить его поступательное движение.

### 1.2.2 Силы, действующие на наземное транспортное средство

Наземные транспортные устройства поддерживаются силами реакции, создаваемыми колесами, воздушной подушкой или магнитами. Эти силы создаются трением, воздушным потоком или магнитным полем. Транспортные средства на воздушной подушке поддерживаются статическими или динамическими подъемными силами, создаваемыми воздухом, и, как правило, приводятся в движение силой потока воздуха. Инерционные транспортные устройства поддерживаются динамическими подъемными или инерциальными силами, порожденными воздухом, выталкиванием струи и орбитальным движением, и они ускоряются только силами инерции.

Характеристиками транспортных средств являются ускорения, замедления и величины уклонов во время продольного движения. Тяговое и тормозное усилия, силы сопротивления движению определяют эксплуатационные свойства экипажа.

На движущийся поезд действуют силы разнообразные по величине, направлению и времени действия (рисунок 6). Этими силами являются сила тяги  $F$ , тормозная сила  $B$  и силы сопротивления движению  $W$ .

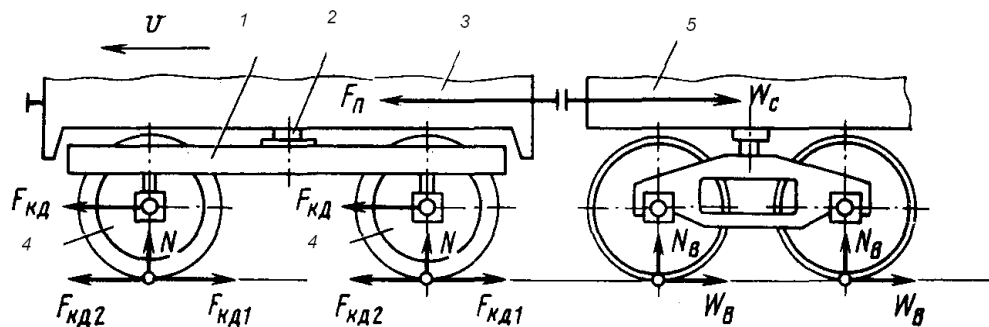


Рисунок 6. Силы, действующие на подвижной состав в режиме тяги: 1 – рама тележки; 2 – шкворень; 3 – главная рама локомотива; 4 – движущее колесо; 5 – рама вагона;  $F_{kd}$  – реакция в буксовом узле;  $F_{kd1}$  – реакция рельса;  $F_{kd2}$  – сила сцепления колеса с рельсом;  $F_n$  – сила тяги на автосцепке;  $W_c$  – сила сопротивления состава;  $W_g$  – сила сопротивления, приложенная к колесу вагона;  $N$  – вертикальная реакция рельса от веса локомотива;  $N_v$  – вертикальная реакция рельса от веса вагона;  $v$  – скорость движения.



*Сила тяги* наземного колесного транспортного средства создается двигателем локомотива во взаимодействии с рельсами, приложена к движущим колесам и всегда направлена в сторону движения поезда.

*Силами сопротивления* называются возникающие при движении транспортного средства внешние силы, направленные в сторону, противоположную движению. Например, силы, вызываемые трением, силы сопротивления от подъема и т.п.

*Тормозными* называют искусственно создаваемые силы, возникающие в процессе торможения подвижного состава. Тормозные силы направлены против движения, управляемы машинистом.

Проследим преобразование сил тяги от колесно-моторных блоков до автосцепки локомотива. Сила  $F_{кд}$  (см. рисунок 6) на оси колесной пары передается через буксовый подшипник раме тележки<sup>4</sup> и далее, совместно с такой же силой от оси другой колесной пары, передается через шкворень<sup>5</sup> главной раме локомотива<sup>3</sup>. Так возникает полезная сила тяги  $F_n$ ; по отношению к вагонам она является внешней силой, передвигающей состав, преодолевая его силу сопротивления движения –  $W_c$ .

### 1.2.3 Вопросы для самопроверки

1. Что необходимо для перемещения любого тела?
2. Охарактеризуйте приложение внешней силы от стационарного источника энергии при помощи гибкой связи (каната).
3. Назовите системы, в которых транспортные средства перемещаются при помощи канатной тяги.
4. Охарактеризуйте использование динамического давления ветра при помощи паруса.
5. Перечислите, какие еще формы непосредственного приложения внешней силы для транспорта Вы знаете.
6. Охарактеризуйте отталкивание рычагами от твердой поверхности.
7. Охарактеризуйте отталкивание рычагами от подвижной среды.
8. Охарактеризуйте непрерывное отталкивание колесом от твердой поверхности.
9. Охарактеризуйте непрерывное отталкивание движущим винтом от подвижной среды.
10. Охарактеризуйте реактивное движение.
11. Чем поддерживаются наземные транспортные устройства?
12. Что является характеристиками транспортных средств?
13. Охарактеризуйте силу тяги.
14. Охарактеризуйте силы сопротивления.
15. Охарактеризуйте тормозные силы.

## 2 ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

### 2.1 Виды и классификация железнодорожного подвижного состава

#### 2.1.1 Виды железнодорожного подвижного состава

К транспортным средствам **железнодорожного транспорта** относятся тяговый подвижной состав (локомотивы и моторвагонный подвижной состав) и вагоны.

**Локомотивом** называется транспортная единица, которая превращает энергию первичного источника в механическую энергию движения поезда.

На железных дорогах используются локомотивы различных типов (рисунок 7): электровозы, тепловозы, паровозы, газотурбовозы, автомотрисы и мотовозы. Тип локомотива определяется устройством и принципом действия его силовой установки, преобразующей энергию топлива или электроэнергию, поступающую извне, в механическую работу вращения движущихся колес.

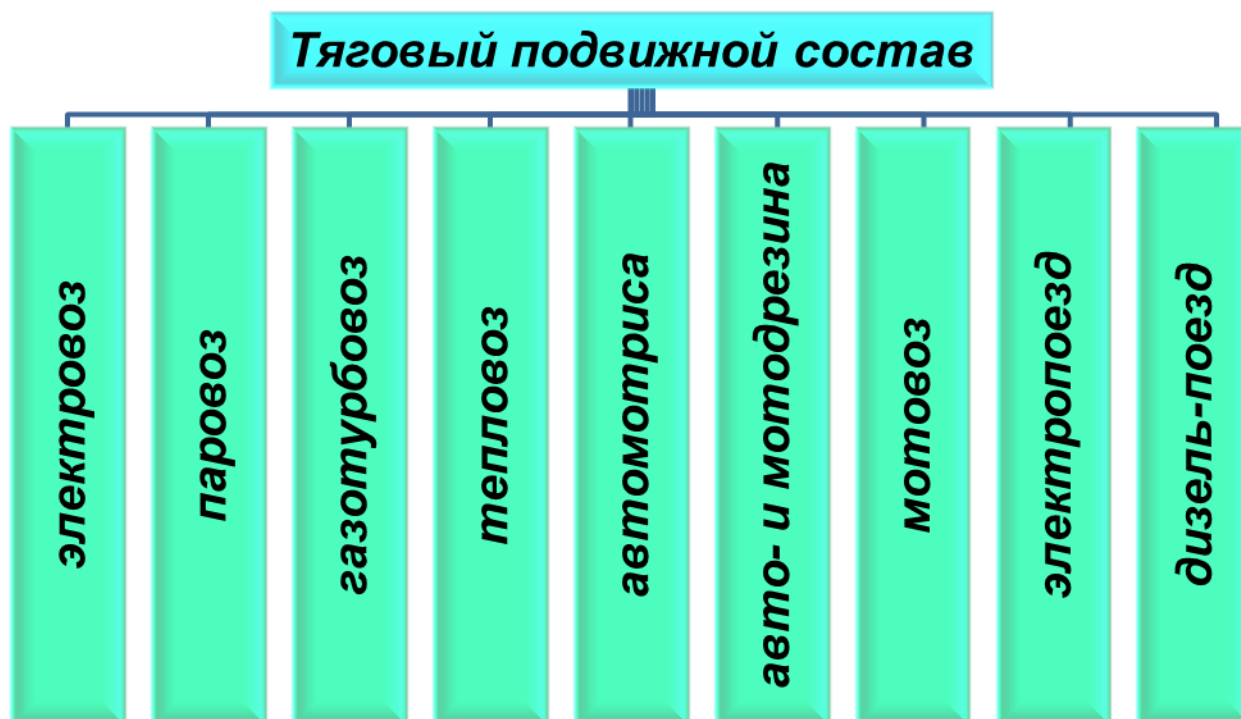


Рисунок 7. Классификация тягового подвижного состава

На *электровозах* (постоянного и переменного тока) (рисунок 8) роль силовой установки выполняют тяговые электрические двигатели, получающие энергию от электростанций через контактную сеть. Локомотивы других типов периодически снабжаются топливом и в процессе работы в

отличие от электровозов не связаны с внешними источниками энергии (автономны).



Рисунок 8. Электровоз KZ8A

На *паровозах* (рисунок 9) внутренняя химическая энергия топлива (угля или нефти) преобразуется в механическую с помощью паросиловой установки, состоящей из парового котла – генератора энергии – и паровой машины – двигателя. Такое преобразование энергии связано с большими потерями тепла. В связи с этим, паровозы работают очень неэкономично. Их коэффициент полезного действия (К.П.Д.) составляет всего 5...7%. Иными словами, только 5...7% энергии, содержащейся в топливе, используется для движения поезда, вся остальная энергия рассеивается и теряется безвозвратно. Поэтому паровозы, более столетия служившие основным тяговым средством железнодорожного транспорта, повсеместно заменены современными локомотивами: электровозами и тепловозами.



Рисунок 9. Паровоз Э-2432

Название новых локомотивов родилось по аналогии с названием паровоза. Например, *газотурбовозом* называют локомотив, на котором в качестве первичного двигателя-генератора энергии используется газовая турбина (рисунок 10).



Рисунок 10. Газотурбовоз ГТ1

*Тепловозами* называются локомотивы, у которых роль силовой установки выполняют тепловые двигатели, а именно поршневые двигатели внутреннего сгорания (ДВС) – дизели (рисунок 11). В отличие от паросиловой установки, преобразование химической энергии топлива в механическую работу в дизеле происходит в ограниченном, замкнутом объеме внутри цилиндра, что значительно снижает потери и обеспечивает



более высокую эффективность локомотива. Тепловозы имеют высокое значение коэффициента полезного действия (К.П.Д.) 26...30%. Пробеги тепловозов без пополнения запасов воды и топлива составляют 800...1000 км. Тепловозы автономны. Их выгодно эксплуатировать на маневровой и вывозной работе.

Электрическая тяга имеет ряд преимуществ перед тепловозной. В зависимости от типа электростанций К.П.Д. электровоза составляет 35...65%. Электровозы более надежны в эксплуатации, требуют меньших затрат на осмотры и ремонты.

*Автомоторсой* называют самоходный пассажирский железнодорожный вагон с двигателем внутреннего сгорания, к которому могут быть прицеплены один или два вагона (рисунок 12).

*Авто- и мотодрезинами* называют самоходные повозки соответственно с автомобильным или мотоциклетным двигателем (рисунки 13 и 14).



Рисунок 11. Тепловоз ТЭ33А



Рисунок 12. Автомотриса АДМ1-847

*Мотовозами* называют самодвижущиеся средства с двигателем внутреннего сгорания (рисунок 15), применяемые на подъездных путях промышленных предприятий.

*Электропоездом* называется моторвагонный подвижной состав, приводимый в движение, как и электровоз, тяговыми электродвигателями, получающими энергию через контактный провод от тяговых подстанций (рисунок 16). Электропоезда формируются из моторных, прицепных и головных вагонов и могут состоять из 4, 6, 8, 10 и 12 вагонов. Вагоны, на которых установлены тяговые электродвигатели, называются моторными. Вагоны, не имеющие тяговых двигателей, но с помощью электрического оборудования, совместно работающие с моторными вагонами, называются прицепными. Вагоны, имеющие кабины управления, называются головными.



Рисунок 13. Автодрезина АС1А



Рисунок 14. Мотодрезина ГМД-4М

*Дизель-поезд* состоит из двух моторных вагонов и, как правило, четырех прицепных вагонов (рисунок 17). Кабины управления находятся в обоих моторных вагонах. В качестве силовой установки на дизель-поездах применяются поршневые двигатели внутреннего сгорания – дизели.

**Вагоном** (рисунок 18) называют единицу подвижного состава, предназначенную для перевозки пассажиров или грузов. В зависимости от назначения вагоны объединены в пассажирские и грузовые парки.





Рисунок.15 Мотовоз



Рисунок 16. Электropоезд «Астана – Караганда»





Рисунок 17. Дизель-поезд



Рисунок 18. Двухэтажный пассажирский вагон

## 2.1.2 Классификация железнодорожного подвижного состава

**Классификация и обозначение локомотивов.** В зависимости от вида транспорта применяются различные системы классификации транспортных средств.

На железнодорожном транспорте **ЛОКОМОТИВЫ** классифицируются (рисунок 19):



Рисунок 19. Классификация локомотивов

- по типу (электровозы, тепловозы, газотурбовозы, паровозы);
- по числу секций (одно-, двух-, трехсекционные);
- по типу экипажной части (тележечные и с жесткой рамой);
- по ширине колеи (широкая и узкая);
- по числу осей (восьмиосные, шестиосные, четырехосные, трехосные, двухосные);
- по роду службы (грузовые, пассажирские, маневровые и маневрово-вывозные; а также промышленного транспорта).

В свою очередь, тепловозы различаются по типу передачи (с электрической передачей постоянного, постоянно-переменного или переменного-постоянного тока и гидромеханической передачей).

Электровозы разделяются на электровозы постоянного, переменного или двойного питания.

Пассажирские локомотивы предназначены для вождения пассажирских поездов и рассчитаны на высокие конструкционные скорости (160 км/ч и более). Грузовые локомотивы предназначены для вождения тяжелых поездов, должны развивать значительную силу тяги, а, следовательно, иметь большее количество движущих колесных пар, которые создают тяговое усилие. Маневровые локомотивы предназначены для маневровой работы и рассчитаны на небольшие мощности и конструкционные скорости.

Серии тепловозов, т.е. группы тепловозов, построенных по одним и тем же проектам, принято обозначать сочетанием заглавных букв и цифр (рисунок 20).

<b>0</b>	<b>Т</b>	<b>Х</b>	<b>Х</b>	<b>000</b>	<b>Х</b>
<b>1</b>		<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>

Рисунок 20. Обозначение серии тепловоза:

1 – цифра, указывающая число секций многосекционного тепловоза; 2 – буква, указывающая на тип передачи (Э – электрическая, Г – гидравлическая); 3 – буква, говорящая о назначении тепловоза (П – пассажирский, М – маневровый); 4 – цифры, указывающие номер серии тепловоза; 5 – буква, указывающая либо на модернизированный вариант, либо на завод-изготовитель, если первоначальный экземпляр тепловоза был изготовлен другим заводом.

Как правило, обозначение серии начинается с буквы Т (тепловоз). Вторая буква (позиция 2) указывает на тип передачи (Э – электрическая, Г – гидравлическая). Третья буква обычно говорит о назначении тепловоза (П – пассажирский, М – маневровый).

Цифры (позиция 3) указывают номер серии тепловоза. По ним можно определить также и завод-изготовитель. Например, номера серий от 1 до 49 отведены магистральным тепловозам, спроектированным Харьковским заводом транспортного машиностроения им. Малышева, номера от 50 до 99 присваиваются тепловозам ПО «Коломенский завод», а номера свыше 100 – тепловозам ПО «Ворошиловград тепловоз».

Цифра перед буквенным обозначением (позиция 1) указывает на число секций многосекционного тепловоза. Буква после номера серии (позиция 5) указывает либо на модернизированный вариант (3ТЭ10М), либо на завод-изготовитель, если первоначальный экземпляр тепловоза был изготовлен другим заводом (2ТЭ10Л, 2ТЭ10В – Луганск, Ворошиловград).

Серии электровозов обозначаются сочетанием букв ВЛ с двузначными цифрами (рисунок 21).

**ВЛ    00    Х**  
**1    2**

Рисунок 21. Обозначение серии электровоза:

1 – цифры, указывающие на номер серии электровоза; 2 – буква, указывающая на модернизированный вариант.

Для электровозов постоянного тока присвоены номера серий (позиция 1) от 1 до 59, для электровозов переменного тока – от 60 и выше. Буквы после цифр (позиция 2) обозначают, что в конструкцию данной серии были внесены изменения.

В Республике Казахстан эксплуатируются локомотивы чешского производства. Серия ЧМЭЗ – это тепловоз с электрической передачей, маневровый. Электровозы чешского производства, эксплуатируемые на территории СНГ, обозначаются буквами ЧС.

**Классификация и система нумерации вагонов.** Вагонный парк характеризуется сложностью и многообразием типов и конструкций. Это вызвано необходимостью удовлетворения различных требований при перевозках: защиты ряда грузов от атмосферных воздействий, сохранения качества скоропортящихся грузов, обеспечения комфорта пассажирам и др.

Вагонный парк можно классифицировать по основному критерию, представленному на рисунке 22.

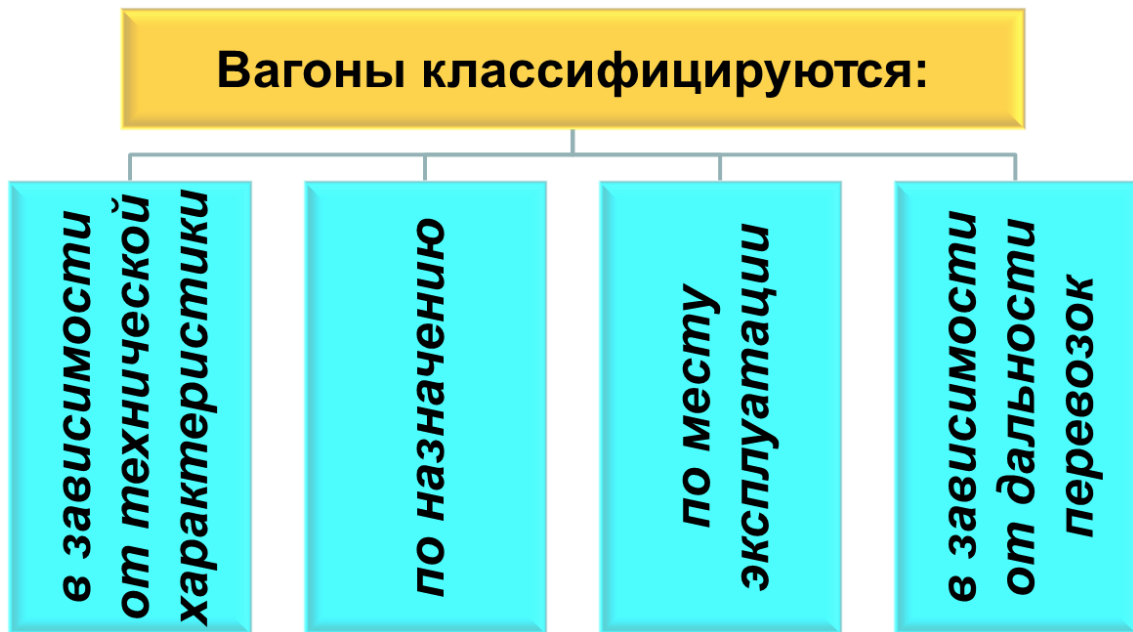


Рисунок 22. Классификация вагонного парка

В зависимости от *технической характеристики* пассажирские и грузовые вагоны различаются:

- по *конструктивному исполнению* и особенностям технико-экономических параметров – каждому из типов присвоен номер модели;
- по *осности* – двухосные, трехосные, четырехосные, шестиосные, восьмиосные и многоосные;
- по *материалу* и технологии изготовления кузова – цельнометаллические, с металлическим каркасом и деревянной обшивкой; выполненные из стали, алюминиевых сплавов, пластмасс; со сварными или клепаными соединениями частей;
- по *грузоподъемности*, величине собственной массы (тары), нагрузке от колесной пары на рельсы (осевой нагрузке), нагрузке на 1 м пути (погонной нагрузке) и другим параметрам;
- по *габариту* подвижного состава;
- по *ширине железнодорожной колеи* – широко- и узкоколейные.

В зависимости от *места эксплуатации* вагоны бывают *общесетевыми* и *промышленного транспорта*. Общесетевые вагоны допускаются для движения по всей сети железных дорог страны. Вагоны промышленного транспорта, помимо движения по внутризаводским и другим путям замкнутого направления, могут выходить на магистральные железные дороги, если при их проектировании предусматривалось удовлетворение соответствующим нормам прочности, устойчивости и другим требованиям, предъявляемым к общесетевым вагонам.

К вагонам промышленного транспорта относятся вагоны-самосвалы (думпкары), шлаковозы, чугуновозы, коксосушильные и др.

*По назначению* вагоны разделяются на две основные группы: пассажирские и грузовые.

Универсальные вагоны предназначены для перевозки широкой номенклатуры грузов, специальные – для отдельных видов или групп сходных по свойствам грузов. К универсальным вагонам относятся крытые вагоны с дверями в боковых стенах, полувагоны с люками в полу, платформы с откидными бортами и рефрижераторные изотермические вагоны.

Соотношение универсальных и специальных вагонов в общем грузовом парке определяется технико-экономическими расчетами, так как каждой из этих групп свойственны свои достоинства и недостатки. Универсальные вагоны имеют меньший порожний пробег, но они хуже приспособлены для полной механизации погрузочно-разгрузочных работ и у них в ряде случаев недостаточно полно используются грузоподъемность и вместимость кузова.

Специальные вагоны таких недостатков не имеют, но для них характерен большой порожний пробег, что требует наличия большего количества таких вагонов. Увеличение числа вагонов на выполнение заданного объема перевозок приводит к росту капитальных вложений в вагонный парк и усложняет регулировочную работу на железных дорогах.

Специальные вагоны – это цистерны, хопперы (крытые и открытые), транспортеры, думпкары, а также крытые вагоны для перевозки скота, стали и бумаги в рулонах, полувагоны с глухим кузовом, платформы и крытые вагоны для перевозки автомобилей, платформы для крупнотоннажных контейнеров и лесоматериалов, изотермические вагоны для перевозки молока, живой рыбы, вина и др.

*По месту эксплуатации* различают вагоны магистральные (общесетевые), промышленного и городского транспорта.

Магистральные вагоны допускаются для движения по всей сети железных дорог Республики Казахстан и стран СНГ. Вагоны промышленного транспорта предназначены для эксплуатации на подъездных путях промышленных предприятий. Однако те из них, которые отвечают требованиям норм расчета и проектирования вагонов магистральных железных дорог и Правил технической эксплуатации железных дорог (ПТЭ), имеют право выхода на пути министерства транспорта и коммуникаций (МТиК). К вагонам промышленного транспорта относятся думпкары, используемые на горнорудных и угольных предприятиях, а также все специальные грузовые вагоны, эксплуатируемые на промышленных предприятиях. Вагоны городского транспорта обеспечивают перевозку пассажиров по городским и, в ряде случаев, пригородным железнодорожным путям – наземным и подземным. К вагонам городского транспорта относят: трамвайные вагоны – для перевозки населения по рельсовым путям, оборудованным контактной подвеской; вагоны метрополитена – для массовой перевозки пассажиров на линиях метрополитена, оборудованных третьим токоведущим рельсом.

- В зависимости от дальности перевозок пассажирские вагоны бывают:
- *дальнего следования*, предназначенные для перевозки пассажиров на большие расстояния (500...700 км и более). Такие вагоны бывают *купированные* или *некупированные*. Они оборудованы жесткими или мягкими диванами для сидения или лежания и по этому признаку называются *жесткими* или *мягкими* вагонами;
  - *местного сообщения*, предназначенные для перевозки пассажиров на более короткие расстояния (200...700 км), преимущественно в дневное время. В этих вагонах имеются удобные кресла для сидения;
  - *пригородные*, предназначенные для перевозки пассажиров на небольшие расстояния в сравнительно короткое время: они оборудованы жесткими или мягко-жесткими диванами для сидения.

На железнодорожном транспорте введена *единая восьмизначная системанумерации подвижного состава* (рисунок 23). По номеру грузовых вагонов можно определить их техническую характеристику, расчетную длину, массу тары и др.

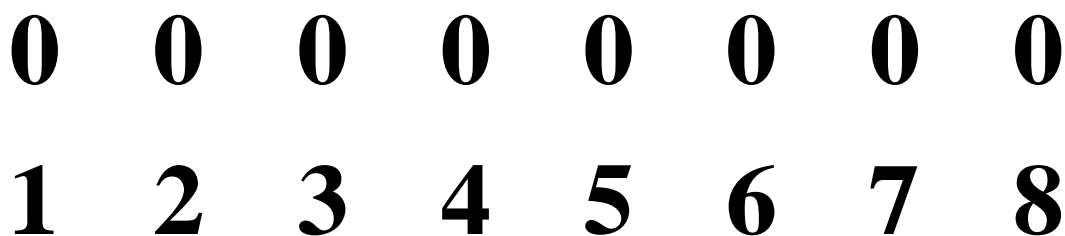


Рисунок 23. Обозначение нумерации вагонов:

№ знака	Для грузовых вагонов	Для пассажирского вагона
1 –	тип вагона	род вагона
2 –	осноть и основная характеристика вагона	код дороги приписки вагона
3 –	дополнительная характеристика вагона	
4 –	порядковый номер вагона	тип вагона
5 –		порядковый номер вагона
6 –		
7 –	обозначение номера вагона	
8 –	контрольный знак	контрольный знак

Первый знак номера характеризует тип вагона (2 – крытый; 4 – платформа; 6 – полувагон; 7 – цистерна; 8 – изотермический; 9 – прочие).

Второй знак указывает осноть и основную характеристику вагонов. Так, для *крытых*: 0 – с объемом кузова менее 120 м<sup>3</sup> и более; 4...7 – с уширенными дверными проемами. Для *платформ*: 0 – с длиной рамы менее

13,4 м; 2...6 – с длиной рамы 13,4 м и более. Для *полувагонов*: 0...2 – с люками в полу и торцовыми дверями; 3...6 – с люками в полу без торцовых дверей; 7 – с глухим кузовом; 8 – восьмиосный полувагон. Для *цистерн*: 0 – для нефтебитума и вязких нефтепродуктов; 1 – для нефти и темных нефтепродуктов с объемом котла 50...63м<sup>3</sup>; 2 – для нефти, темных и светлых нефтепродуктов с объемом котла 50...63м<sup>3</sup>; 3...4 – для светлых нефтепродуктов; 6 – для химических грузов; 7 – для пищевых грузов; 9 – восьмиосная нефтебензиновая. Для *изотермических вагонов*: 3 – автономный рефрижераторный вагон; 4 – грузовой вагон в составе рефрижераторных поездов и 3-вагонных секций; 7 – вагон в составе 5-вагонных рефрижераторных секций; 9 – восьмиосный вагон в составе рефрижераторной секции.

Третий знак служит для отражения дополнительной характеристики вагона.

Четвертый, пятый и шестой знаки обозначают порядковый номер вагона.

Седьмой знак служит для обозначения номера вагона. При этом цифры 0...8 используются для нумерации вагонов без переходной площадки, а 9 – с переходной площадкой.

Восьмой знак – контрольный, по которому проверяется достоверность считывания номера вагона при обработке информации на ЭВМ.

*Номер пассажирского вагона* также восьмизначный (см. рисунок 23). Приняты следующие обозначения: первый знак – род вагона (для всех пассажирских вагонов – 0); второй и третий знаки – код дороги приписки вагона; четвертый знак – тип вагона (0 – мягкий и мягко-жесткий; 1 – купейный; 2 – жесткий открытый; 3 – с креслами и местами для сидения; 4 – почтовый и банковский; 5 – багажный и багажно-почтовый; 6 – ресторан; 7 – служебно-технический; 8 – специальный вагон других министерств и ведомств; 9 – резерв); пятый, шестой, седьмой знаки – порядковый номер вагона; восьмой знак – контрольный.

### 2.1.3 Вопросы для самопроверки

1. Что относится к транспортным средствам железнодорожного транспорта?
2. Что называется локомотивом?
3. Что называют электровозами?
4. Что называют паровозами?
5. Что называют тепловозами?
6. Что называют авто- и мотодрезинами?
7. Что называют электропоездом?
8. Что называют вагоном?
9. Расшифруйте индексацию тепловозов.
10. Расшифруйте индексацию электровозов.
11. Как классифицируются вагоны в зависимости от технической



характеристики?

12. Как классифицируются вагоны в зависимости от места эксплуатации?
13. Как классифицируются вагоны в зависимости от назначения?
14. Как классифицируются вагоны в зависимости от места эксплуатации?
15. Как классифицируются пассажирские вагоны в зависимости от дальности перевозок?
16. Расшифруйте индексацию вагонов.

## 2.2 Принципы устройства и работы тягового подвижного состава

### 2.2.1 Автономный тяговый подвижной состав

#### 2.2.1.1 Тепловозы

К автономному тяговому подвижному составу относятся тепловозы, дизель-поезда, автотрисы, мотовозы и газотурбовозы.

По назначению тепловозы подразделяют на грузовые, пассажирские и маневровые (рисунок 24). Основные параметры тепловозов приведены в таблице 2.



а)



б)

Рисунок 24. Тепловозы 2ТЭ25К «Пересвет» (а) и ТЭ33А «Evolution» (б)

Таблица 2

## Основные параметры тепловозов

Серия	Назначение*	Осевая характеристика	Сцепная масса, т	Конструкционная скорость, км/ч	Мощность по дизелю, кВт	Длина тепловоза по осям автосцепок, мм
ТЭЗ	Г	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	2×126	100	2×1470	2×16969
2ТЭ10Л	Г	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	2×129	100	2×2210	2×16969
2ТЭ10В	Г	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	2×129	100	2×2210	2×16969
ТЭП60	П	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	129	160	2210	19250
2М62	Г	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	2×120	100	2×1470	2×16969
ТЭМ2	М	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	120	100	880	16970
2ТЭ116	Г	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	2×138	100	2×2210	2×18150
2ТЭ116Л	Г	2(3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub> )	2×138	100	2×2210	2×18150
ТЭП70	П	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	129	160	2940	20470
ТЭМ7	М	2 <sub>0</sub> +2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> +2 <sub>0</sub>	180	100	1470	21500
ТЭ136	Г	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	135	100	4500	–

\* Г – грузовой, П – пассажирский, М – маневровый.

Тепловоз включает в себя следующие основные части: первичный двигатель, передачу, кузов, экипажную часть, аппаратуру управления и вспомогательное оборудование.

*Первичным двигателем* на тепловозе является дизель. Чтобы привести во вращение колесные пары тепловоза от вала дизеля, требуется специальная передача.

На тепловозах применяют двухтактные бескомпрессорные двигатели внутреннего сгорания. Мощность двигателя пропорциональна количеству сжигаемого в цилиндрах топлива, однако, чем значительнее его расход, тем больше нужно подать воздуха. В связи с этим, в двигателях современных тепловозов воздух в цилиндры нагнетается под давлением 135...240 кПа, что существенно увеличивает мощность двигателей. Такой способ заряда цилиндра свежим воздухом называется наддувом.

*Передача* обеспечивает трогание тепловоза с места и реализацию полезной мощности дизеля во всем диапазоне значений скорости движения. Передача может быть электрической, механической или гидравлической.

Наиболее широко применяется электрическая передача постоянного или постоянно-переменного тока. В первом случае коленчатый вал дизеля вращает якорь тягового генератора, преобразуя механическую энергию в электрическую, а генератор вырабатывает постоянный ток, который поступает в тяговые электродвигатели. Вращение их якорей с помощью тяговых редукторов передается движущим колесным парам. При этом

электрическая энергия, получаемая от тягового генератора, вновь преобразуется в механическую.

В передаче переменного-постоянного тока используются синхронный тяговый генератор переменного тока и тяговые электродвигатели постоянного тока. Выработываемый синхронным тяговым генератором переменный ток выпрямляется, т.е. преобразуется в постоянный ток с помощью специальной выпрямительной установки на основе силовых полупроводниковых (кремниевых) вентилях.

На всех отечественных тепловозах постоянного тока осуществляется электрический пуск дизеля от аккумуляторной батареи.

При пуске дизеля тяговый генератор постоянного тока работает в режиме электродвигателя, потребляет электрическую энергию от батареи и приводит во вращение коленчатый вал. На тепловозах с передачей переменного-постоянного тока для пуска дизеля устанавливают стартерный электродвигатель.

Механическая передача подобна автомобильной. Она состоит из шестеренчатой коробки скоростей, реверсивного устройства и муфты сцепления. Эта передача проста по устройству и имеет высокий КПД. Однако при переключении скоростей резко уменьшается, а затем возрастает сила тяги, что вызывает сильные рывки состава. Поэтому механическая передача применяется лишь в мотовозах, автомотрисах и дизельных поездах сравнительно небольшой мощности.

Гидравлическая передача дешевле и проще электрической. Основными элементами гидравлической передачи являются гидротрансформаторы и гидромуфты. Оба эти агрегата представляют собой сочетание центробежного насоса, соединенного с валом двигателя, и гидравлической турбины, работающей за счет энергии струи жидкости, нагнетаемой насосом (рисунок 25).

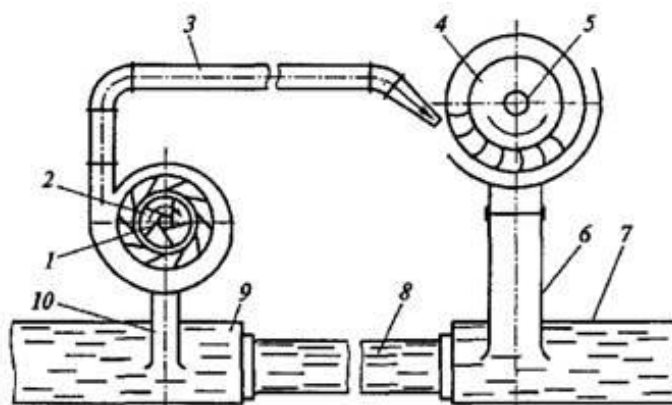


Рис. 12.10. Схема гидротрансформатора:

1 — вал ведущего двигателя; 2 — вал центробежного насоса; 3, 6, 8, 10 — соединительные трубы; 4 — турбина; 5 — вал турбины; 7 — камера; 9 — всасывающая камера

Рисунок 25. Схема гидротрансформатора:

1 – вал ведущего двигателя; 2 – вал центробежного насоса; 3, 6, 8, 10 – соединительные трубы; 4 – турбина; 5 – вал турбины; 7 – камера; 9 – всасывающая камера.

Вал 2 центробежного насоса соединен с валом 1 ведущего двигателя. При работе двигателя насос засасывает жидкость в трубу 10 из камеры 9 и подает ее через направляющий аппарат по трубе 3 к турбине 4, вал 5 которой связан с приводным механизмом. Жидкость из турбины по трубе 6 попадает в камеру 7, которая соединена с всасывающей камерой 9 трубой 8. Из камеры 9 жидкость снова засасывается центробежным насосом и повторяет описанный выше путь. В гидромуфте или гидротрансформаторе насосное колесо приводится во вращательное движение с помощью вала дизеля, а турбинное колесо вращается за счет энергии потока рабочей жидкости, нагнетаемой рабочим колесом.

*Экипажная часть* состоит из следующих узлов: рамы тележки, колесных пар с буксами и рессорного подвешивания. У большинства тепловозов главная рама кузова опирается на две трехосные тележки через восемь боковых опор. В средней части главной рамы расположена дизель-генераторная установка.

На *главной раме*, представляющей собой жесткую и прочную сварную конструкцию, размещаются кабина, кузов, силовое и вспомогательное оборудование тепловоза. Тележки (рисунок 26) имеют раму, опоры, буксы, колесные пары, рессорное подвешивание и тормозное оборудование.

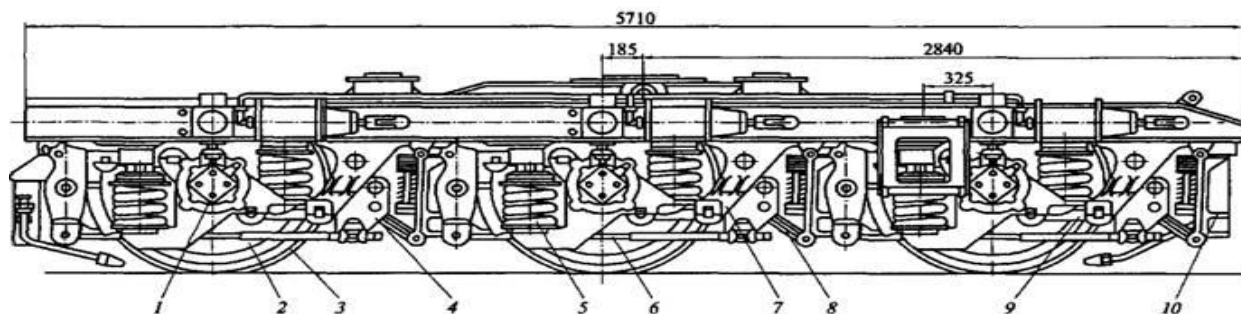


Рис. 12.11. Тележка тепловоза 2ТЭ10В:

1 – буксовый узел; 2 – колесный центр; 3 – бандаж; 4 – подвеска; 5 – комплект пружин; 6 – тяга; 7 – кронштейн; 8 – рычажная передача тормоза; 9 – буксовый поводок; 10 – кронштейн подвески тяговых электродвигателей

Рисунок 26. Тележка тепловоза 2ТЭ10В:

1 – буксовый узел; 2 – колесный центр; 3 – бандаж; 4 – подвеска; 5 – комплект пружин; 6 – тяга; 7 – кронштейн; 8 – рычажная передача тормоза; 9 – буксовый поводок; 10 – кронштейн подвески тяговых электродвигателей.

*Аппаратом управления* тепловозом является контроллер, расположенный на пульте машиниста. Контроллер имеет главную рукоятку для включения электрических цепей управления и регулирования частоты вращения вала дизеля, а также реверсивную рукоятку для изменения направления движения тепловоза.

К вспомогательному оборудованию относятся топливная система, системы смазки и охлаждения и др.

Размещение оборудования показано на рисунке 27 на примере грузового тепловоза 2ТЭ10В.

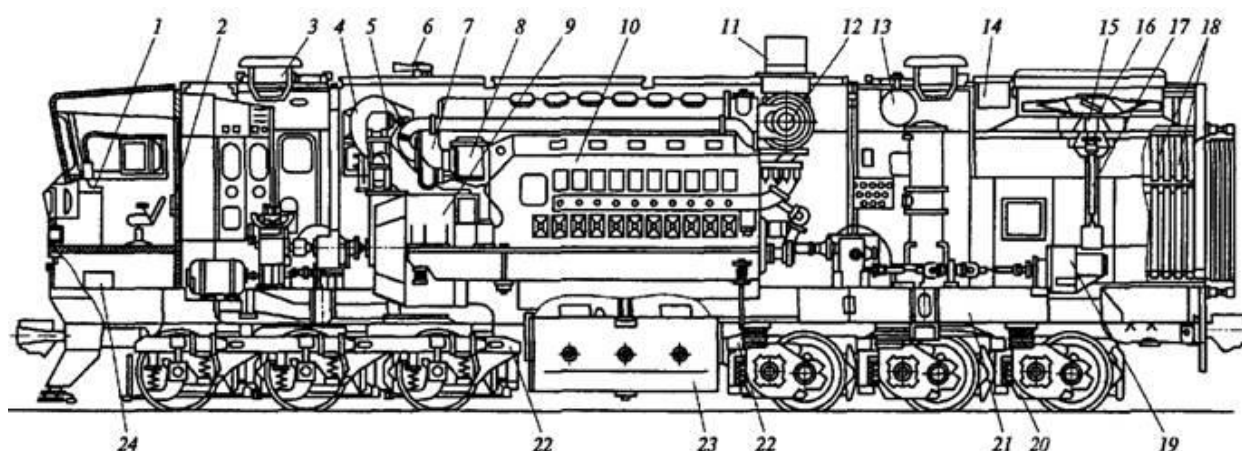


Рисунок 27. Размещение оборудования на тепловозе 2ТЭ10В:

1 – пульт управления; 2 – ручной тормоз; 3 – вентилятор кузова; 4 – вентилятор охлаждения тягового генератора; 5 – редуктор вентилятора; 6 – тифон; 7 – центробежный нагнетатель; 8 – холодильник поддувочного воздуха; 9 – тяговый генератор; 10 – дизель; 11 – выпускная труба; 12 – турбокомпрессор; 13 – резервуар противопожарного агрегата; 14 – водяной бак; 15 – подпятник вентилятора; 16 – колеса вентилятора; 17 – карданный вал; 18 – секции холодильника; 19 – гидропривод вентилятора; 20 – тяговый электродвигатель; 21 – рама; 22 – тележки; 23 – топливный бак; 24 – ящик дешифратора.

Топливная система дизеля, например, тепловоза 2ТЭ10Л (рисунок 28) включает в себя топливный бак, топливоподкачивающие агрегаты, фильтры грубой и тонкой очистки, системы коллекторов и трубопроводов. Запаса топлива в одной секции тепловоза, составляющего 6300 кг, достаточно для 1000...1200 км пробега.

Система смазки дизеля циркуляционная, действующая под давлением, создаваемым насосом 4 (рисунок 29). Масло из поддона 5 дизеля направляется в холодильник 13, где его температура снижается на 15...20°C. Охлажденное масло проходит через щелевой фильтр 10 и поступает в маслораздаточный коллектор 7 дизеля и далее к подшипникам коленчатого вала и другим деталям.

Система охлаждения тепловоза служит для отвода теплоты от дизеля, снижения температуры масла в водомасляных теплообменниках, а также подогрева топлива, масла и воздуха, подаваемого для обогрева кабины машиниста.

К вспомогательному электрическому оборудованию тепловоза также относятся двухмашинный агрегат, аккумуляторная батарея, контакторы, реле, регуляторы, контроллер, реверсор и другие устройства.

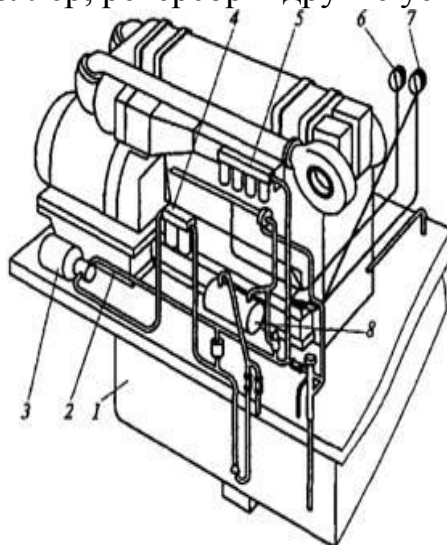


Рис. 12.13. Схема топливной системы тепловоза 2ТЭ10Л:  
1 – топливный бак; 2 – нагнетательная труба; 3 – топливоподкачивающий агрегат; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – фильтр тонкой очистки; 6, 7 – манометры; 8 – топливоподогреватель

Рисунок 28. Схема топливной системы тепловоза 2ТЭ10Л:  
1 – топливный бак; 2 – нагнетательная труба; 3 – топливоподкачивающий агрегат; 4 – фильтр грубой очистки; 5 – фильтр тонкой очистки; 6, 7 – манометры; 8 – топливоподогреватель.

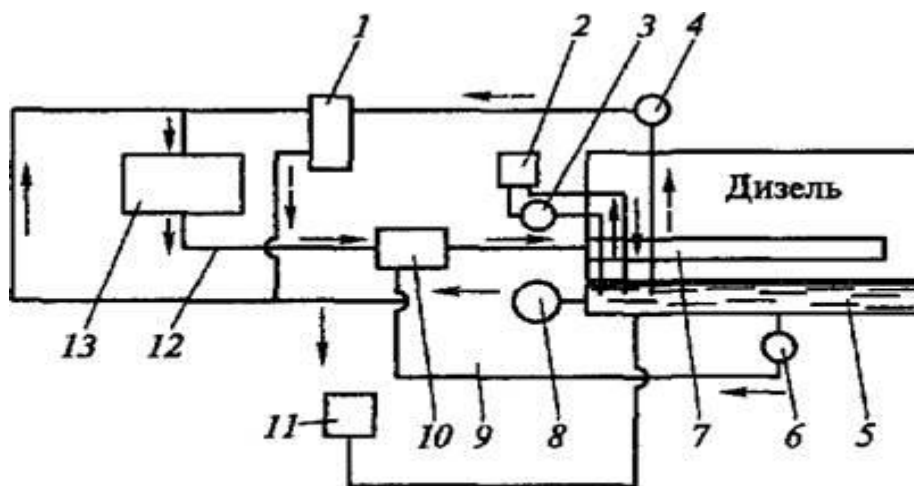


Рис. 12.14. Система смазки дизеля:

Рисунок 29. Система смазки дизеля:  
1 – маслоподогреватель; 2 – центрифуга; 3 – насос центрифуги; 4 – насос для прокачки масла через маслоподогреватель; 5 – поддон дизеля; 6 – насос для подкачки масла перед запуском; 7 – маслораздаточный коллектор; 8 – главный циркуляционный насос;

9 – трубопровод горячего масла; 10 – фильтр грубой очистки масла; 11 – фильтр тонкой очистки масла; 12 – трубопровод охлажденного масла; 13 – холодильник.

На отдельных участках железных дорог в качестве автономного тягового подвижного состава применяются дизельные поезда, автомотрисы, мотовозы и газотурбовозы.

### 2.2.1.2 Дизель-поезд

*Дизель-поезд* – разновидность моторвагонного подвижного состава, получающего энергию от дизельных двигателей.

Дизель-поезда не являются самостоятельным видом (классом) железнодорожного подвижного состава, а используются в качестве подвижного состава для пассажирских перевозок в пригородном, межобластном, местном сообщении на неэлектрифицированных, а также частично электрифицированных линиях, в скоростном междугороднем сообщении, а также в качестве служебного (ремонтного, путеизмерительного и др.) транспорта.

Дизель-поезд формируется из моторных (выполняющих функцию тяги) и прицепных вагонов (рисунок 30). Моторные вагоны оборудованы дизельными двигателями. Аналогично тепловозам, для передачи вращающего момента от вала дизеля на колёсные пары моторного вагона используются различные типы передач – механическая, гидравлическая, электрическая. Вагоны с кабинами управления называются головными. Моторными вагонами, как правило, являются головные. Пассажиры размещаются во всех вагонах дизель-поезда. В некоторых поездах существуют отделения для багажа, почты, а также бары-рестораны. Дизельный отсек отделён шумоизолирующими перегородками от кабины машиниста и от пассажирского салона.

Иногда в дизель-поездах силовой установкой оснащён только один головной вагон. Второй имеет лишь кабину машиниста, оборудованную всеми приборами, необходимыми для дистанционного управления силовой установкой другого головного вагона. Так, в некоторых дизель-поездах серии ДР1П (рисунок 31) постройки Рижского вагоностроительного завода третий и четвертый прицепные вагоны оборудовались кабинами дистанционного управления для возможности при необходимости эксплуатировать дизель-поезд как два самостоятельных трехвагонных состава, работающих каждый, соответственно, на одном моторном вагоне. После распада СССР и обретения Латвией и Эстонией независимости, в связи с резким сокращением составности моторвагонных поездов внутригосударственного сообщения в этих странах, многие дизель-поезда семейства ДР1 были переоборудованы в трехвагонные составности с одним моторным головным вагоном и головным вагоном дистанционного управления. В Литве также обращаются так называемые «модернизированные» дизель-поезда ДР1А в трехвагонной



составности с вагоном с кабиной дистанционного управления, причем в последнем двадцать два из восьмидесяти шести мест имеют статус «повышенной комфортности». Практикуется также четырехвагонная составность дизель-поезда с одним моторным головным вагоном и головным вагоном дистанционного управления.

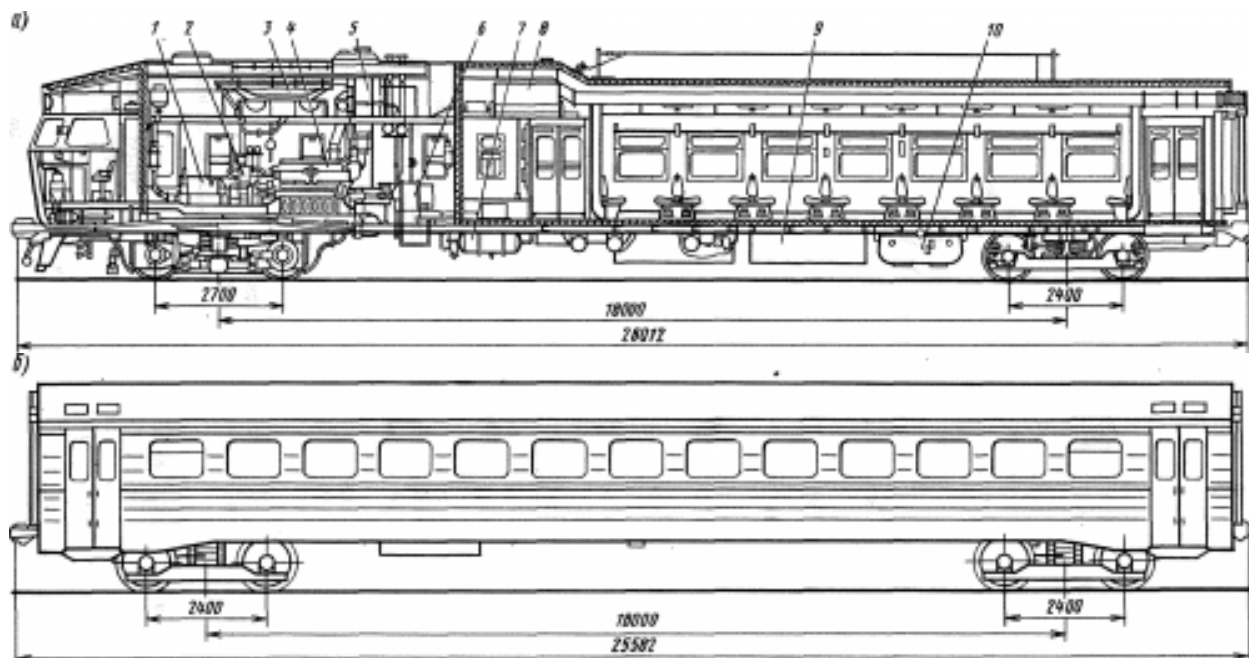


Рисунок 30. Расположение оборудования и основные размеры моторного (а) и прицепного (б) вагонов дизель-поезда ДР1А:

1 – гидropередача; 2 – компрессор; 3 – блок холодильника; 4 – дизель; 5 – выхлопная труба; 6 – стартер-генератор; 7 – главный воздушный резервуар; 8 – отопительно-вентиляционная установка; 9 – аккумуляторные батареи; 10 – топливный бак.



Рисунок 31. Дизель-поезд ДР1П

В России дизель-поезда выпускают заводы «Метровагонмаш», Демиховский машиностроительный завод (по заказу Белоруссии, на базе секций тепловоза 2М62), Торжокский вагоностроительный завод (дизель-электропоезд ДТ1), на Украине – «Лугансктепловоз», в Латвии – Рижский вагоностроительный завод. Прицепные вагоны для дизель-поездов строит Тверской вагоностроительный завод.

Дизель-электропоезд ДТ1 (Дизель-электропоезд Торжокский, 1-й тип) (рисунок 32) – первый российский дизель-электропоезд. Выпускается на Торжокском вагоностроительном заводе с 2007 года (первый состав) и с 2009 – серийно. Наличие дизель-генераторных установок позволяет осуществлять перевозки пассажиров как на неэлектрифицированных линиях, так и на линиях электрифицированных на постоянном токе (3 кВ).



Рисунок 32. Дизель-поезд ДТ1

ДТ1 был разработан специалистами петербургского ЦНИИ «ТрансЭлектроПрибор».

Составность дизель-электропоезда – 4 вагона: 2 головных с дизель-генераторными установками, 1 моторный с токоприёмником и 1 прицепной. Пассажировместимость – 368 человек.

Дизель-поезд предназначен для обеспечения пригородных перевозок на железных дорогах колеи 1520 мм с низкими и высокими платформами.

В январе 2009 года, после испытаний, дизель-электропоезд под номером 1 поступил в депо Санкт-Петербург-Балтийский. Он получил наименование «Плесков», эксплуатация его была начата 31 мая 2009 года. Планировалось, что в 2009 году будет выпущено ещё три состава и все они поступят на Октябрьскую железную дорогу. Стоимость электропоезда на 2009 год – 74 млн. руб. К апрелю 2010 года было выпущено и передано в эксплуатацию уже шесть составов. Первые три дизель-электропоезда эксплуатировались на направлениях Санкт-Петербург – Псков, Санкт-Петербург – Кингисепп (позже продлён до Ивангорода) и Санкт-Петербург – Гдов (позже сокращён до станции Сланцы). Их конструкционная скорость составляет 120 км/ч.

### 2.2.1.3 Автомотриса

*Автомотриса* представляет собой самодвижущийся вагон с двигателем внутреннего сгорания дизельного или карбюраторного типа, предназначенный для пассажирских или почтовых перевозок.

По данным Википедии автомотриса, а также мотриса, автовагон, рельсовый автобус, рельсобус – моторный самоходный железнодорожный вагон, используемый обычно самостоятельно (без прицепляемых вагонов) для перевозки пассажиров и железнодорожного персонала, обслуживания железнодорожных путей и прочих нужд, оборудованный двигателем внутреннего сгорания (в настоящее время практически всегда дизельным, ранее также встречались автомотрисы с бензиновыми, керосиновыми, нефтяными или газогенераторными двигателями) мощностью от 150 до 750 кВт.

Дизельная автомотриса с прицепными вагонами и вагоном с кабиной дистанционного управления (или даже только с вагоном с кабиной дистанционного управления) или две дизельные автомотрисы с прицепными вагонами между ними составляют дизель-поезд. Автомотрисами также являются автономные вагоны с электродвигателями, которые часто именуются «электромотрисами».

Автомотрисы, электромотрисы, рельсовые автобусы, дизель-поезда не являются самостоятельным видом железнодорожного подвижного состава – а используются в качестве подвижного состава для пассажирских перевозок на регулярных пригородных, внутригородских, межобластных, местных и нерегулярных второстепенных железнодорожных линиях, а также в качестве служебного (ремонтного, путеизмерительного и др.) транспорта.

Предшественниками автомотрис были паровозо-вагоны, то есть автономные вагоны с паровой машиной. Появились они во второй половине XIX века и использовались на второстепенных линиях с небольшим пассажиропотоком.

Первые бензомоторные автомотрисы появились на рубеже XIX – XX веков. Довольно широко автомотрисы стали применяться с 1930-х годов.

Современные автомотрисы выпускаются ведущими машиностроительными фирмами, такими как Alstom (LINT), Bombardier (Talent), Siemens AG (Desiro, Regiosprinter), ОАО «Тихорецкий машиностроительный завод им. В.В.Воровского» и др.

В зависимости от предназначения автомотрисы можно разделить на два основных типа:

- автомотрисы для пассажирских перевозок;
- автомотрисы специального назначения.

### **2.2.1.3.1 Автомотрисы для пассажирских перевозок**

В начале XXI века во многих странах автомотрисы (рисунок 33) используют для пассажирских перевозок на железнодорожных линиях с низким пассажиропотоком. Широко распространены такие автомотрисы, в частности, в Германии. Современные автомотрисы данного типа часто имеют пониженный уровень пола для облегчения входа в поезд с низких платформ, которые, прежде всего, распространены на второстепенных линиях, где и



используются автомотрисы. По внутренней компоновке некоторые из них близки к вагонам метро, например, в них зачастую нет тамбуров. Некоторые автомотрисы, например 610М-001, применяются для перевозки высокопоставленных чиновников.



Рисунок 33. Дизельная пассажирская автомотриса AP2–002 производства Рижского вагоностроительного завода

К этому типу автомотрис относятся, в том числе, так называемые «рельсовые автобусы» («рельсобусы»).

#### **2.2.1.3.2 Рельсовый автобус (рельсобус)**

В 1999 году «Метровагонмаш» начал выпускать пассажирские автомотрисы, конструкция которых базируется на электропоезде метро «Яуза». Сам завод предпочитает называть эти автомотрисы «рельсовыми автобусами» (рисунок 34). В действительности, в официальной российской железнодорожной терминологии понятия «рельсовый автобус» не существует (например, в книгах Ракова, железнодорожных учебниках и справочниках). Возможно, «Метровагонмаш» избрал такое название для своей продукции в маркетингово-рекламных целях.



Рисунок 34. Рельсовый автобус PESA 620M, Польша

Термин «рельсовый автобус» по отношению к современным пассажирским автомотрисам также часто употребляют на Украине.

#### **2.2.1.3.3 Служебные автомотрисы**

В принципе, это пассажирские автомотрисы, но предназначенные не для коммерческих перевозок, а для служебных поездок работников железных дорог и оборудованные иногда дополнительным технологическим оборудованием или помещениями (рисунок 35).

Наличие дополнительного технологического оборудования может относить такие автомотрисы к классу автомотрис специального назначения.

#### **2.2.1.3.4 Автомотрисы специального назначения**

Существует большое разнообразие автомотрис, предназначенных для выполнения различных специальных функций, в частности:

- автомотрисы служебно-грузовые, предназначенные для доставки обслуживающего персонала и грузов к месту проведения технического обслуживания и ремонта дорожного полотна, устройств сигнализации, централизации и блокировки и выполнения ряда операций по техобслуживанию и ремонту;
- дефектоскопные и путеизмерительные автомотрисы – самоходные механизированные комплексы для сплошного скоростного контроля рельсового полотна (рисунок 36);
- рельсомазываютели и др.





Рисунок 35. Служебная автомотриса АС1А



Рисунок 36. Автомотриса дефектоскопная электрическая АДЭ-1, Россия, 2011

В России и странах бывшего СССР существует довольно разнообразный класс специальных автомотрис – монтажно-восстановительные.

#### **2.2.1.3.5 Автомотрисы монтажно-восстановительные**

Этот тип современных автомотрис относится к категории автономных путевых машин, эксплуатируемых службами пути, электрификации и электроснабжения. Данный вид специального моторвагонного подвижного состава предназначен для доставки ремонтного персонала к месту производства работ и выполнения монтажных, эксплуатационных, ремонтных и аварийно-восстановительных работ на контактной сети электрифицированных железных дорог, в том числе, подъема в зону работ, выполнения основных технологических операций при монтаже, техническом обслуживании и ремонте контактной сети и воздушных линий высокого напряжения. Также возможно применение данного класса автомотрис для выполнения маневровых работ и буксировки ограниченной нагрузки. Общим для автомотрисы данного типа является наличие подъемной рабочей (монтажной) площадки и грузоподъемного крана. Разными производителями на машинах дополнительно размещаются пантограф, буровая установка для разработки котлованов под железнодорожные опоры контактной сети и кран-манипулятор для их установки. В качестве примеров данного вида путевых машин можно назвать автомотрисы производства ОАО «Тихорецкого машиностроительного завода им. В.В.Воровского» АДМ-1,3, АДМ-1С с буровой установкой и АДМ-1,3см (рисунок 37).



Рисунок 37. Автомотриса АДМ-1,3 см, Россия, 2011

По своим конструктивным особенностям подъемные рабочие площадки используемые на современных автомотрисах делятся на:

- изолированные подъемно-поворотные рабочие площадки;
- неизолированные подъемно-поворотные рабочие площадки;
- изолированные подъемно-выдвижные рабочие площадки с телескопической вышкой;



– неизолированные подъемно-выдвижные рабочие площадки с телескопической вышкой.

Вплотную к разряду автотрис примыкают (и часто к нему относят) тяжелые автодрезины.

#### 2.2.1.4 Мотовоз

*Мотовозом* называется локомотив небольшой мощности, используемый для маневровой работы на железнодорожных станциях и подъездных путях промышленных предприятий.

В то же время, мотовоз – небольшой автономный локомотив с бензиновым или дизельным двигателем мощностью примерно до 300 л.с. и отсутствием тележек, как правило двухосный.

Первоначально мотовозы имели только механическую передачу, аналогичную автомобильной. Начиная с 1980-х годов термин «мотовоз» был распространён также на лёгкие локомотивы с гидравлической передачей. У многих ранних мотовозов отсутствовал пневматический тормоз, а имелся лишь механический. В последнее время наличие пневматического тормоза стало традиционным.

Мотовозы, в основном, используются на маневровой работе, а также на путях промышленных предприятий. Кроме того, мотовозы применяются в некоторых трамвайных хозяйствах и на метрополитене, в частности – для обслуживания гейта. В Ирландии мотовозы использовались и на малодеятельных линиях.

В Советском Союзе первые мотовозы появились в конце двадцатых годов. Серийное производство мотовозов началось в 1929 году на заводе «Красный Путиловец». В тридцатых годах на Калужском машиностроительном заводе выпускались мотовозы  $M^r$ ,  $M^y$ ,  $M^a$  и  $M^{3/2}$ . На этих мотовозах использовались автомобильные двигатели. После Великой Отечественной войны Калужский завод выпускал мотовозы  $M^k_215$  (с 1947 года). Позднее советская промышленность выпускала мотовозы ТГК2, МПТ4 (рисунок 38) и другие. За рубежом приобретались мотовозы серий МГ1, МГ2, 700.

Для нужд узкоколейных железных дорог с шириной колеи 750 мм строились мотовозы МУЗ-4 (с 1946 по 1956 год, построено 2400 машин), МУЗг-4 (аналог МУЗ-4 с газогенераторной установкой), МУЗ-3Д (с дизельным двигателем), МД54 (дизельный, выпускался с 1957 года) и другие.

На Ростовской ДЖД использовался мотовоз  $M^{yt}/2$ .



Рисунок 38. Мотовоз МПТ-4

Популярность на подъездных путях получил маневровый мотовоз ММТ-2, который изготавливается на базе трактора ХТА-220 (рисунок 39). Он способен передвигать до 10 вагонов общим весом до 850 тонн, может передвигаться как по железнодорожным путям колеи 1520/1435 мм, так и по автомобильным дорогам.



Рисунок 39. Мотовоз ММТ-2 на основе трактора ХТА-220

В Западной Европе после войны популярностью пользовались мотовозы постройки фирмы Deutz.

В настоящее время современные мотовозы выпускаются такими крупными компаниями как ОАО «Тихорецким машиностроительным заводом им. В.В. Воровского» (Россия), Robel (Германия), Plasser & Theurer (Австрия) и т.д. На рынке железнодорожной техники предоставляются не только двухосный вид мотовозов, но и самоходные четырехосные экипажи. По своему назначению мотовозы делятся на путевые машины для служб пути, путевые машины для служб автоматики и телемеханики и тяговые единицы для маневровых работ локомотивных служб.

Большое применение в России получили мотовозы, представляющие собой самоходный двухосный экипаж, на передней консоли рамы которой располагается кабина. Силовая установка и другие агрегаты путевой машины обычно располагаются в средней части под рамой, либо на ней. В зависимости от того для выполнения каких задач предназначен, мотовоз оснащается грузоподъемным краном и краном-манипулятором. Представителями данного класса являются мотовозы МПТ-4, МПТ-6 (рисунок 40), МПТ-6 исп.4, а также дрезины ДГКу, выпуск которых был прекращен в конце 80-х годов XX века.



Рисунок 40. МПТ-6

### 2.2.1.5 Газотурбовоз

*Газотурбовоз* представляет собой локомотив, у которого первичным двигателем является газовая турбина.

Принцип действия газотурбинной установки газотурбовоза с электрической передачей поясняет рисунок 41. Воздух, сжатый в осевом компрессоре 3 до давления 600 кПа, поступает в камеру сгорания 4, где сжигается жидкое топливо. Продукты сгорания при температуре до 730°С поступают на лопатки газовой турбины 5. Вырабатываемая мощность за вычетом мощности, потребляемой компрессором, передается генератору 1.

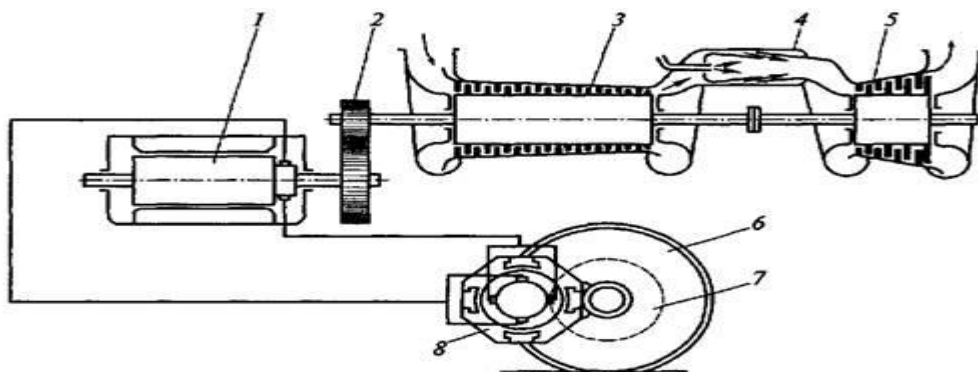


Рис. 12.15. Схема газотурбинной установки газотурбовоза с электрической передачей:

1 — генератор; 2 — редуктор; 3 — компрессор; 4 — камера сгорания; 5 — газовая турбина; 6 — ведущая колесная пара; 7 — зубчатая передача; 8 — тяговый электродвигатель

Рисунок 41. Схема газотурбинной установки газотурбовоза с электрической передачей:

1 — генератор; 2 — редуктор; 3 — компрессор; 4 — камера сгорания; 5 — газовая турбина; 6 — ведущая колесная пара; 7 — зубчатая передача; 8 — тяговый электродвигатель.

По данным Википедии, газотурбовоз – локомотив с газотурбинным двигателем (ГТД). На газотурбовозах практически всегда используется электрическая передача: газотурбинный двигатель соединён с генератором, а вырабатываемый таким образом ток подаётся на электродвигатели, которые и приводят локомотив в движение.

Распространено заблуждение о том, что горючим для газотурбовоза обязательно является природный газ. На самом деле ГТД может работать и на жидком топливе, причем самом низкосортном и дешевом (мазуты, сырая нефть и т.д.), и на твердом (пылевидном).

Первый газотурбовоз был построен швейцарской фирмой Brown, Boveri & Cie в 1938 году.

По другим данным первый газотурбовоз был создан в США в 1948 году.

В СССР работы над созданием газотурбовоза начались в 1954 году. Были разработаны несколько моделей локомотивов и выпущены опытные экземпляры, проходившие испытания.

В 1970-х проекты по созданию газотурбовозов были прекращены, так как они не могли конкурировать с электровозами.



В 1959 году на Коломенском заводе был построен единственный экземпляр секции двухсекционного грузового газотурбовоза Г1 (рисунок 42) (3500 л.с., с электрической передачей). На газотурбовозе была применена газотурбинная одновальная установка ГТ-3,5 мощностью 3500 л.с. От ГТУ приводилось во вращение две группы генераторов: первая группа из двух тяговых генераторов МПТ-74/23, вторая группа из тягового генератора МПТ-74/23, возбuditеля ВТ-275/120А и вспомогательного генератора ВГГ-49/14. Каждый тяговый генератор был рассчитан на номинальную мощность 733 кВт при частоте вращения 1800 об/мин. Каждый тяговый генератор питал два параллельно подключенных тяговых электродвигателя ЭДТ-340 мощностью по 340 кВт. Газотурбинная установка использовалась только при следовании под нагрузкой. Для маневровых передвижений и следования резервом служила вспомогательная силовая установка: дизель 1Д6 и маневровый генератор МПТ-49/16. Основным недостатком созданной модели был большой расход топлива и сложность конструкции.



Рисунок 42. Газотурбовоз Г1-01 на территории Коломенского завода

Затем там же были построены два пассажирских газотурбовоза ГП1 (рисунок 43). На газотурбовозе применена газотурбинная одновальная установка ГТ-3,5 мощностью 3500 л.с. От ГТУ приводилось во вращение три тяговых генератора МПТ-74/23Б. Для маневровых передвижений служила вспомогательная силовая установка: дизель 1Д12 Барнаульского завода и маневровый генератор МПТ-49/25-3К мощностью 195 кВт.

В начале 1965 года ГП1-0002 испытывался на экспериментальном кольце ВНИИЖТа. В конце 1965 года оба локомотива поступили в депо Львов. Если газотурбовоз Г1-01 работал с грузовыми поездами эпизодически, то пассажирские газотурбовозы эксплуатировались регулярно, наравне с приписанными к депо тепловозами ТЭП60, в результате пробег у ГП1-0001 и

ГП1-0002 оказался в 3...4 раза выше, чем у Г1-01. Газотурбовозы имели недостатки: большой расход топлива, высокий уровень шума.



Рисунок 43.Газотурбовоз ГП1-0001 на территории Коломенского завода

Опытный газотурбовоз ГТ101 (рисунок 44) был изготовлен с свободнопоршневыми генераторами газов (СПГГ), разработанными под руководством А.Н. Шелеста. Проектировался в двухсекционном варианте, но в 1960 году на Луганском тепловозостроительном заводе была выпущена лишь опытная секция (ГТ101-001). Из-за ряда технических недостатков, а также из-за сворачивания в стране работ по газотурбовозам, ГТ101 в нормальную эксплуатацию не поступил.



Рисунок 44.Газотурбовоз ГТ101-001 на территории Луганского завода



В 2007 году по инициативе ОАО «РЖД» изготовлен опытный газотурбовоз ГТ1-001 на базе электровоза ВЛ15-008. Турбины изготовлены в Самаре, сборка локомотива осуществлена на Воронежском тепловозоремонтном заводе имени Ф.Э.Дзержинского.

4 июля 2008 года ГТ1 (рисунок 45) впервые провел грузовой состав. Вес состава был равен 3 тыс. т, а испытание проходили на участке «Кинель-Жигулевское море» Куйбышевской железной дороги.



Рисунок 45. Газотурбовоз ГТ1

РЖД приводит следующие характеристики испытанной модели: скорость до 100 км/ч, мощность 8300 кВт, одной заправки хватает на 750 км, топливо – сжиженный природный газ. Газотурбовоз был продемонстрирован на выставке «Иннотранс-2008» в Берлине. Предполагается, что он будет использоваться в Сибири, богатой запасами природного газа.

7 сентября 2011 года газотурбовоз ГТ1-001 установил мировой рекорд массы грузового состава – 16000 тонн.

Главным преимуществом газотурбинных двигателей является возможность развивать большую мощность при относительно небольших размерах и массе. Преимуществом является также возможность работы на

более дешёвом топливе и существенно меньший расход смазочного масла, а кроме того, большая экологичность по сравнению с тепловозами.

Недостатком же является повышенный, по сравнению с дизелем, расход топлива, а также резкое снижение КПД при неполной нагрузке и высокий расход топлива на холостом ходу, что вызывает необходимость иметь вспомогательную энергетическую установку на локомотиве.

Кроме газотурбовозов, создавался и моторвагонный подвижной состав с газовыми турбинами (турбопоезда и турбомотрисы) для скоростных пассажирских перевозок.

### **2.2.1.6 Вопросы для самопроверки**

1. Что относится к автономному тяговому подвижному составу?
2. Как подразделяют тепловозы по назначению?
3. Какие основные части включает в себя тепловоз?
4. Что является первичным двигателем на тепловозе? Охарактеризуйте его.
5. Для чего нужна передача тепловоза?
6. Охарактеризуйте электрические передачи постоянного или постоянно-переменного тока тепловоза.
7. Охарактеризуйте механическую передачу тепловоза.
8. Охарактеризуйте гидравлическую передачу тепловоза.
9. Охарактеризуйте Экипажную часть тепловоза.
10. Охарактеризуйте главную раму тепловоза.
11. Охарактеризуйте аппаратуру управления тепловозом.
12. Что называется дизельным поездом?
13. Что представляет собой автомотриса?
14. Что называется мотовозом?
15. Что представляет собой газотурбовоз?

## **2.2.2 Электрический подвижной состав**

### **2.2.2.1 Общие сведения**

К электрическому подвижному составу относятся электровозы и электропоезда. В зависимости от рода применяемого тока различают электроподвижной состав постоянного (рисунок 46,*а*), переменного (рисунок 46,*б*) тока, а также двойного питания (рисунок 46,*в*).

Основные данные об электроподвижном составе отечественных железных дорог приведены в таблицах 3 и 4.





a)



б)



в)

Рисунок 46. Электровозы постоянного тока серии ЭП2К (а), переменного тока серии КЗ8А (б), двойного питания серии ЭП20 (в)

Таблица 3

Основные параметры электровозов

Показатель	Серии электровозов							
	ВЛ23, ВЛ8	ВЛ10, ВЛ10 <sup>у</sup> , ВЛ11	ЧС2, ЧС2 <sup>т</sup>	ЧС2, ЧС200	ВЛ80 <sup>т</sup> , ВЛ80 <sup>о</sup> , ВЛ80 <sup>с</sup>	ВЛ85	ЧС4, ЧС4 <sup>т</sup>	ВЛ82, ВЛ82 <sup>м</sup>
Ток	постоянный				переменный			постоянный и переменный
Осевая характеристика	3 <sub>0</sub> +3 <sub>0</sub> ; 2 <sub>0</sub> +2 <sub>0</sub> + +2 <sub>0</sub> +2 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> - -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> ; 2(2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> )	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	2(2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> ); 2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> - -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>	2(2 <sub>0</sub> - -2 <sub>0</sub> - 2 <sub>0</sub> )	3 <sub>0</sub> -3 <sub>0</sub>	2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub> -2 <sub>0</sub>
Назначение	грузовые		пассажирские		грузовые		пасса- са- жир- ские	грузовые и пассажирские
Конструкционная скорость, км/ч	100	100	160	180; 220	110	110	160; 180	110
Сцепная (полная) масса, т	132; 184	184	123; 126	160; 156	184; 184; 192	288	123; 126	184; 200
Длина по осям автосцепки, мм	17020; 27520	32840	18920	33000; 33080	32840	45000	19980	32840

Таблица 4

Основные параметры электропоездов

Показатель	Серии электропоездов				
	ЭР1, ЭР2, ЭР12, ЭР2Р, ЭТ2, ЭД2Т	ЭР22М, ЭР22В	ЭР200	ЭР29**	ЭР9П, ЭР9М, ЭР9Е, ЭД9Т
Ток	постоянный			переменный	
Состав поезда*	5М + 3П + + 2Пг	Мг + 2П + + Мг	2Пг + 12 М	2Пг + 6М + + 4П	5М + 3П + + 2Пг
Конструкционная скорость, км/ч	130	130	200	120	130
Число мест для сидения	1050	988	816	–	1060

### 2.2.2.2 Электровозы

Электрический подвижной состав включает в себя механическую часть, пневматическое и электрическое оборудование.

К *механической части* относятся кузов и тележки (экипажная часть).

*Электрическое оборудование* – это тяговые электродвигатели, аппараты управления и устройства защиты, токоприемники, вспомогательные электрические машины, аккумуляторная батарея, а на электровозах и электропоездах переменного тока и двойного питания – также тяговый трансформатор и преобразователи тока (выпрямители). Расположение оборудования на электровозе ВЛ10 приведено на рисунке 47.

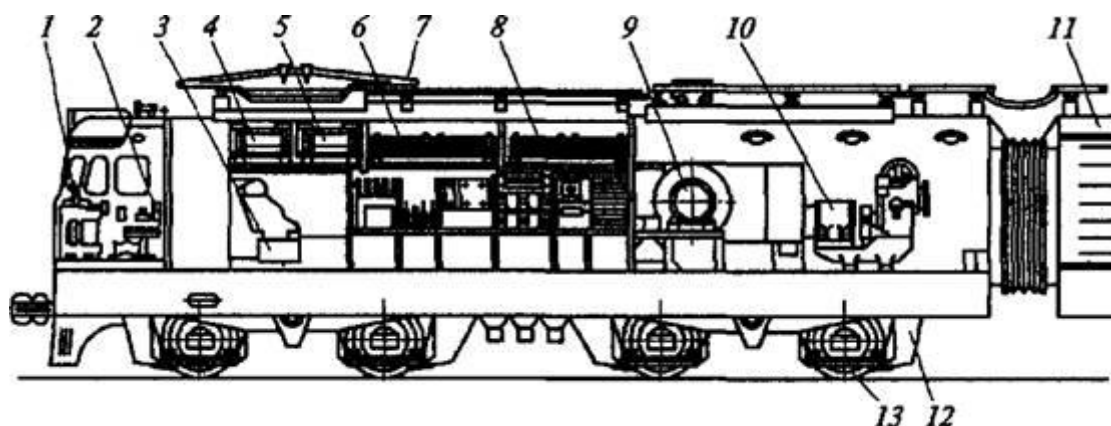


Рисунок 47. Расположение оборудования на электровозе постоянного тока ВЛ10:

1 – пульт управления; 2 – кресло машиниста; 3 – быстродействующий выключатель; 4, 5 – балки индуктивных шунтов и резисторов; 6, 8 – блоки пусковых резисторов и ослабления возбуждения; 7 – токоприемник; 9 – мотор-вентилятор; 10 – мотор-компрессор; 11 – кузов второй секции электровоза; 12 – тяговый электродвигатель; 13 – колесная пара.

Кузов электровоза служит для размещения в нем кабины машиниста, электрических машин и аппаратов. Каркас кузова выполняют из металла, его наружная обшивка обычно состоит из стальных листов, а кабина машиниста имеет также внутреннюю обшивку с тепло- и звукоизоляцией.

У четырех- и шестиосных электровозов кабины машиниста расположены с обеих сторон кузова, а у двухсекционных – на одном конце каждой секции.

В кабине машиниста монтируют аппараты управления, контрольно-измерительные приборы и тормозные краны. В средней части кузова установлена высоковольтная камера с электрической аппаратурой силовых

цепей. Вспомогательные машины – мотор-компрессоры, мотор-вентиляторы, генераторы тока управления – расположены между высоковольтной камерой и кабинами машиниста или переходами из секции в секцию (см. рисунок 47).

Рама кузова опирается на тележки через специальные опорные устройства.

Тележка электровоза (рисунок 48) состоит из рамы, колесных пар с буксами, рессорного подвешивания и тормозного оборудования. К тележкам крепят тяговые электродвигатели. У электровозов с несочлененными тележками тяговые усилия передаются упряжными приборами (автосцепками), расположенными на раме кузова.

Рама тележки представляет собой конструкцию, состоящую из двух продольных балок – боковин и соединяющих их поперечных балок. Рама воспринимает вертикальную нагрузку от кузова и через рессорное подвешивание передает ее на колесные пары. Рама тележки, передающая также тяговые и тормозные усилия, должна обладать высокой прочностью.

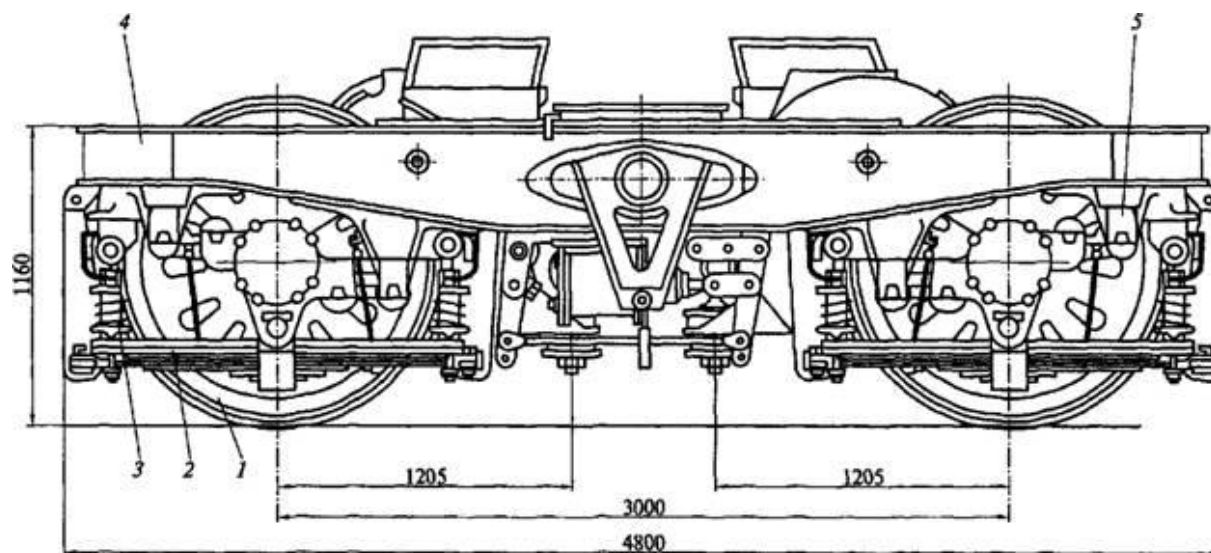


Рисунок 48. Тележка электровоза ВЛ80<sup>К</sup>:

1 – колесная пара; 2 – листовая рессора; 3 – винтовая пружина; 4 – боковина рамы тележки; 5 – кронштейн.

Колесные пары воспринимают вес электровоза, на них передается крутящий момент тяговых электродвигателей. Кроме того, на колеса воздействуют удары от неровностей пути. Поэтому, качеству изготовления колесных пар и содержанию их в исправном состоянии уделяют особое внимание. Колесную пару формируют из отдельных элементов; оси, двух колесных центров с бандажами (или безбандажных для цельнокатаных колес) и зубчатых колес тяговой передачи (рисунок 49). Оси колесных пар заканчиваются шейками, на которые опираются буксы с роликовыми подшипниками.

Рессорное подвешивание является промежуточным звеном между рамой тележки и буксами. Оно служит для смягчения толчков и ударов при прохождении колесами неровностей пути и равномерного распределения нагрузки между колесными парами. Основные элементы рессорного подвешивания таковы: листовые рессоры, пружины, балансиры, амортизаторы различной конструкции и связующие элементы. Чтобы повысить эффективность рессорного подвешивания, в него вводят резиновые элементы, гасящие небольшие толчки и колебания.

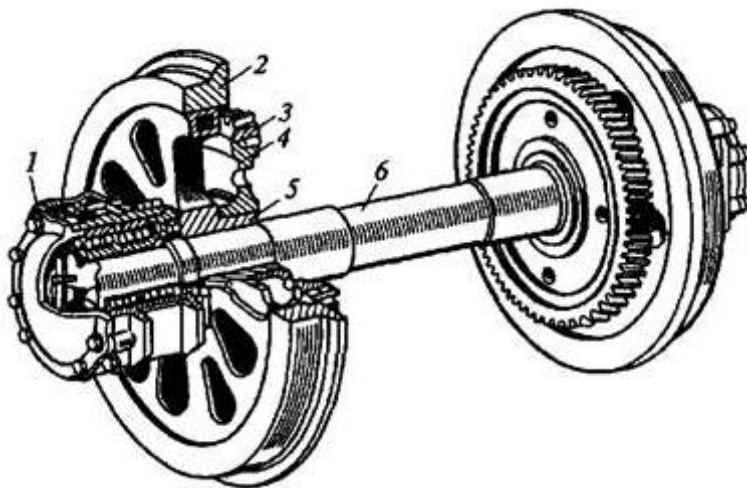


Рисунок 49. Колесная пара электровоза:

1 – букса; 2 – бандаж; 3 – венцы зубчатого колеса; 4 – центр зубчатого колеса; 5 – колесный центр; 6 – ось.

На современных электровозах применяют, как правило, индивидуальный привод. При этом различают два вида подвески тяговых электродвигателей – опорно-осевую и рамную.

При *опорно-осевой подвеске* одна сторона остова тягового электродвигателя опирается на ось колесной пары с помощью двух моторно-осевых подшипников, а другая подвешена к поперечной балке рамы тележки с помощью пружинного устройства. Передача тягового усилия осуществляется через зубчатое зацепление.

При *рамной подвеске* двигатель расположен над осью колесной пары и прикреплен к раме тележки.

Такая подвеска позволяет уменьшить динамические силы, действующие на тяговые двигатели, особенно при прохождении колесной пары через неровности пути, а также облегчает доступ к двигателям для осмотра. В то же время при рамной подвеске усложняется передача тягового усилия от вала двигателя к колесной паре, так как необходимы специальные шарнирные или упругие элементы, компенсирующие перемещения колесной пары относительно рамы тележки.

В качестве тяговых электродвигателей на электровозах постоянного тока применяют в основном двигатели с последовательным возбуждением. Они рассчитаны на номинальное напряжение 1500 В.

Скорость движения электровоза постоянного тока можно регулировать изменением напряжения, подаваемого на тяговые двигатели, или соотношения тока якоря и тока возбуждения.

Напряжение варьируют включением последовательно с тяговыми электродвигателями резисторов и перегруппировкой тяговых электродвигателей. При перегруппировке двигателей их соединяют друг с другом последовательно, последовательно-параллельно или параллельно.

В последние годы выполнены работы по осуществлению импульсного регулирования напряжения с использованием управляемых полупроводниковых вентилей – тиристоров.

*Основными аппаратами управления электровозом* являются контроллеры машиниста, устанавливаемые в каждой кабине управления.

Контроллер непосредственно не связан с силовой цепью электровоза. Все переключения в силовой цепи осуществляются приборами, имеющими пневматические или электромагнитные приводы, связанные низковольтными электрическими цепями с контроллером.

Такая система позволяет управлять с одного поста несколькими локомотивами и исключает попадание высокого напряжения на аппараты управления. Включение и выключение вспомогательных машин, получающих питание от контактной сети, производится кнопками и тумблерами, установленными на панели в кабине машиниста.

Устройства защиты от перегрузок и коротких замыканий цепи тяговых электродвигателей представлены быстродействующим выключателем, дифференциальным реле и реле перегрузки.

Токоприемник соединяет силовую цепь электровоза с контактным проводом. Электровозы имеют по два токоприемника, при движении в нормальных условиях работает один из них. В некоторых случаях, например, при разгоне с тяжелым составом или при гололеде, поднимают одновременно оба токоприемника.

К *вспомогательным электрическим машинам* электровоза относятся мотор-вентиляторы, мотор-компрессоры, мотор-генераторы и генераторы тока управления.

*Мотор-вентилятор* служит для воздушного охлаждения пусковых резисторов и тяговых электродвигателей, что способствует более полному использованию их мощности.

*Мотор-компрессор* питает тормозную систему поезда и пневматические устройства электровоза сжатым воздухом.

*Мотор-генератор* применяют на электровозах с рекуперативным торможением для питания обмоток возбуждения тяговых электродвигателей при их работе в режиме рекуперации.

*Генератор тока управления* предназначен для питания цепей управления, наружного и внутреннего освещения и заряда аккумуляторной батареи, являющейся резервным источником питания тех же цепей.

Вспомогательные машины электровоза приводятся в действие от контактной сети.

Трансформаторы выполняют с интенсивным циркуляционным маслораздушным охлаждением.

В качестве выпрямителей обычно применяют полупроводниковые (кремниевые) вентили – диоды (рисунок 50,а), а в последнее время – также управляемые кремниевые вентили – тиристоры (рисунок 50,б), которые позволяют отказаться от механических коммутирующих аппаратов.

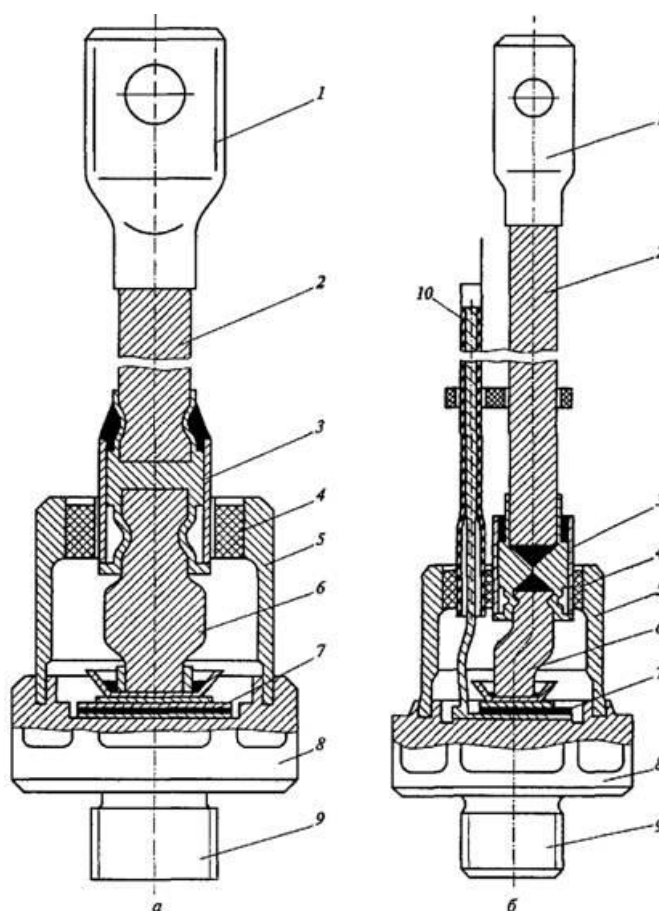


Рисунок 50. Кремниевые вентили:

а – диод; б – управляемый вентиль (тиристор); 1 – наконечник; 2 – гибкий внешний вывод; 3 – соединительная втулка; 4 – изолятор; 5 – крышка корпуса; 6 – внутренний гибкий вывод; 7 – пластина монокристаллического кремния; 8 – медный корпус; 9 – соединительный стержень корпуса; 10 – вывод управляющего электрода.

Скорость электровоза переменного тока регулируют изменением напряжения, подводимого к тяговым электродвигателям, путем подключения

их к различным выводам вторичной обмотки трансформатора или выводам автотрансформаторной обмотки. При таком способе регулирования отсутствует необходимость в использовании пусковых реостатов и перегруппировке двигателей. На электровозах переменного тока тяговые электродвигатели все время соединены друг с другом параллельно. Это улучшает тяговые свойства электровоза и упрощает электрические цепи.

Электровозы переменного тока помимо вспомогательного оборудования, применяемого на электровозах постоянного тока, оснащены *мотор-насосами*, обеспечивающими циркуляцию масла, которое охлаждает трансформатор, и *мотор-вентилятором* для охлаждения трансформатора и выпрямителя.

В качестве вспомогательных машин на электровозах переменного тока чаще всего применяют трехфазные асинхронные электродвигатели. Трехфазный ток получают из однофазного с помощью преобразователей, называемых расщепителями фаз.

Расположение оборудования в кузове электровоза переменного тока показано на рисунке 51.

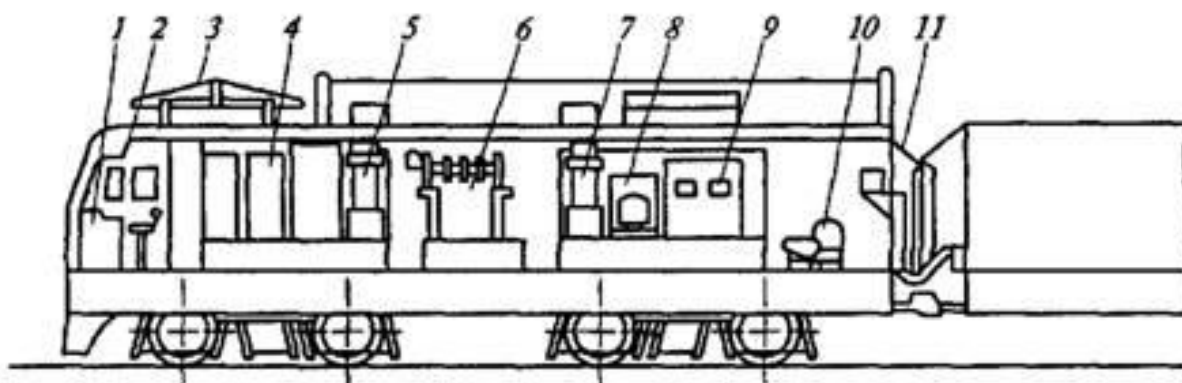


Рисунок 51. Расположение основного оборудования в кузове электровоза переменного тока:

1 – пульт управления; 2 – кабина машиниста; 3 – токоприемник; 4 – аппараты управления; 5, 7 – выпрямительные установки; 6 – трансформатор с переключателем ступеней; 8 – блок системы охлаждения; 9 – распределительный щит; 10 – мотор-компрессор; 11 – межсекционное соединение.

В ряде случаев целесообразно применение электровозов двойного питания, у которых возможно переключение электрического оборудования для работы на участках постоянного и переменного тока. Двойное питание предусмотрено на электровозах ВЛ82, ВЛ82М, ЭП10 и ЭП20.

### 2.2.2.3 Электropоезда



Электропоезд – разновидность моторвагонного подвижного состава, получающего энергию от внешней контактной сети с помощью токоприёмников.

Железнодорожные электропоезда широко используются в пригородном сообщении. В отличие от других типов тягового подвижного состава, они способны быстро разгоняться на коротких перегонах между станциями, малошумны и не загрязняют окружающую среду, что очень важно в густонаселённых районах. Кроме того, железнодорожные электропоезда применяются в высокоскоростном пассажирском сообщении.

Помимо железной дороги, электропоезда используются на метрополитене, а также на (конвенциональном) монорельсовом транспорте.

Электропоезд формируется из моторных (выполняющих функцию тяги) и прицепных вагонов. Прицепные вагоны могут содержать оборудование, выполняющее вспомогательные функции – например, компрессоры воздуха (для тормозной системы, подъёма токоприёмников, открывания-закрывания дверей, пневмоконтакторов и других систем), аккумуляторные батареи, преобразователи напряжения и т.д. В зависимости от пассажиропотоков поезда формируют из 4, 6, 8, 10 или 12 вагонов.

Вагоны электропоезда с кабинами управления называются головными. Пассажиры размещаются во всех вагонах электропоезда.

В некоторых зарубежных электропоездах любой вагон может иметь органы управления и использован как головной – независимо от того, моторный он или прицепной.

Для сцепления вагонов между собой на железных дорогах стран, входивших в СССР используется, в основном, автосцепка СА-3 (хотя отдельные электропоезда снабжаются и другими видами сцепок). В других странах используются другие сцепные устройства.

Механическая часть вагона состоит из кузова, тележек, сцепных приборов и тормозного оборудования. Сцепные приборы размещают на раме кузова. На моторных вагонах электропоездов обычно устанавливают по четыре тяговых электродвигателя с рамной подвеской. В отличие от электровозных, тяговые электродвигатели выполнены самовентилируемыми (т.е. их охлаждение обеспечивается вентиляторами, находящимися непосредственно на оси электродвигателя, в то время как на электровозах используются отдельные мотор-вентиляторы).

Электрическое оборудование электропоездов в основном аналогично оборудованию электровозов. Чтобы увеличить площадь для перевозки пассажиров, его размещают под кузовом и частично на крыше вагона (рисунок 52). Управляют электропоездом с помощью контроллера из кабины машиниста. Принцип управления тяговыми электродвигателями тот же, что и на электровозе, однако в электропоездах предусматривают устройство автоматического пуска, в котором специальное реле ускорения обеспечивает постепенное выключение пусковых резисторов или переключение выводов

вторичной обмотки трансформатора одновременно с поддержанием заданного пускового тока.

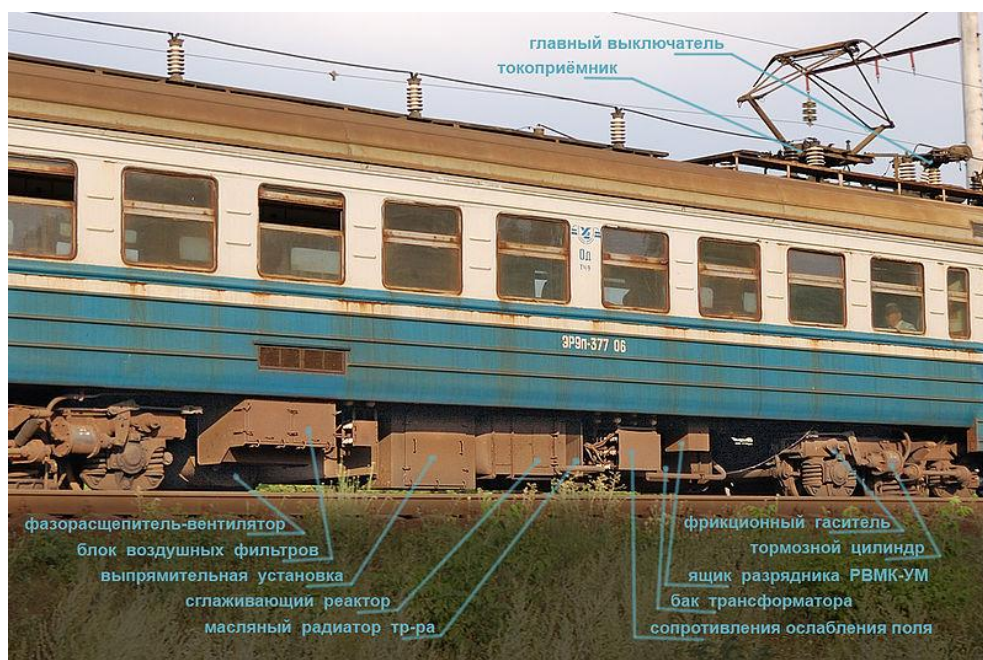


Рисунок 52. Электрооборудование моторного вагона электропоезда ЭР9п

В СССР первые электропоезда начали эксплуатироваться в 1926 г. на линии Баку – Сабунчи – Сураханы (напряжение 1200 В). 29 августа 1929 года началось движение электропоездов на линии Москва – Мытищи (напряжение 1500 В). С 1937 по 1958 гг. советские электропоезда работали как на напряжении 1500 В, так и на 3000 В, существовали станции для переключения напряжения. В 1950-х гг. почти все электропоезда постоянного тока были переведены на напряжение 3000 В. С конца 1950-х гг. строились новые электропоезда постоянного тока ЭР1 и ЭР2 на 3000 В; и началось внедрение системы переменного тока 25000 В (электропоезда ЭР7, ЭР9).

Суммарная мощность двигателей одного моторного вагона электропоезда обычно составляет 700...1000 кВт. Обычные электропоезда имеют конструкционную скорость 130 км/ч, поезда ЭР200 и Сокол-250 имеют конструкционную скорость 200 и 250 км/ч соответственно.

Выпускаются электропоезда на Демидовском заводе (серии ЭД) и на заводе в городе Торжке (серии ЭТ). Новочеркасский электровозостроительный завод также разработал модель электропоезда (ЭНЗ) и изготовил опытный образец. В СССР электропоезда серийно выпускал Рижский вагоностроительный завод в сотрудничестве с Рижским электромашиностроительным и Калининским вагоностроительным заводами (все поезда серии ЭР).

На Рижском вагоностроительном заводе выпускался 14-вагонный электропоезд постоянного тока ЭР200 (рисунок 53), имеющих

конструкционную скорость 200 км/ч. Такие электропоезда, предназначенные для пассажирского сообщения на высокоскоростных железных дорогах.



Рисунок 53. Все электропоезда ЭР200 в депо  
(видны различия в конструкции головного вагона)

На ряде железных дорог, электрифицированных на постоянном токе, эксплуатируются пригородные поезда производства Демиховского, серии ЭД (рисунок 54) и Торжокского, серии ЭТ (рисунок 55) вагоностроительных заводов, и электропоезда переменного тока.





Рисунок 54. Электропоезд ЭД9М-0096



Рисунок 55. Электропоезд ЭТ4А-001

На Тихвинском заводе Трансмаш построен первый электропоезд «Сокол», рассчитанный на скорость до 250 км/ч (рисунок 56). Также завершено создание электропоезда нового поколения ЭМ4 «Спутник».





Рисунок 56. Электропоезд «Сокол-250» (ЭС250)

На Новочеркасском электровагоностроительном заводе начат выпуск новых электровагонов серий ЭГИ, ЭП2 , ЭП100 и ЭП300, ЭНЗ (рисунок 57).



Рисунок 57. Электропоезд ЭНЗ

Проводятся научно-исследовательские работы по созданию электропоездов нового поколения с применением асинхронных тяговых электродвигателей и импульсным регулированием скоростного движения.

В мае 2006 года ОАО «РЖД» и Siemens Transportation Systems подписали соглашение о поставке скоростных электропоездов Velaro RUS.

### 2.2.3 Вопросы для самопроверки

1. Что относится к электрическому подвижному составу?
2. Из чего состоит электрический подвижной состав?
3. Что относится к механической части электрического подвижного состава?
4. Что относится к электрическому оборудованию электрического подвижного состава?
5. Для чего служит кузов электровоза?
6. Для чего служит тележка электровоза?
7. Охарактеризуйте колесные пары электровоза.
8. Охарактеризуйте опорно-осевую подвеску.
9. Охарактеризуйте рамную подвеску.
10. Что является основными аппаратами управления электровозом?
11. Что относится к вспомогательным электрическим машинам электровоза?
12. Для чего служит мотор-вентилятор?
13. Для чего служит мотор-компрессор?
14. Для чего служит мотор-генератор?
15. Для чего предназначен генератор тока управления?

## 2.3 Вагоны

### 2.3.1 Общие сведения о вагонах

Вагоны не имеют двигателей и предназначены для вождения их локомотивами. Вагоны состоят из следующих частей:

- рамы, на которой монтируются кузов и всё остальное оборудование. Рама состоит из центральной хребтовой балки, которая воспринимает тормозные и тяговые усилия при езде; поперечных балок и продольных балок. К хребтовой балке крепятся ударно-тяговые приборы (сцепки), связывающие вагоны с локомотивом и между собой;
- тележек, на которые опирается рама. Тележки крепятся к раме при помощи шкворневых соединений и могут поворачиваться независимо одна от другой. Для смягчения ударов при езде в тележках применяют рессоры;
- кузова, который определяет тип вагона (пассажирский или грузовой) и его назначение. Сейчас большинство вагонов оснащаются цельнометаллическим кузовом. В кузове размещаются груз, пассажиры, а также дополнительное оборудование;
- тормозной системы, в которую входят трубопроводы, соединительные шланги между вагонами, воздухораспределитель, тормозной цилиндр, тормозная рычажная передача, выводящие трубы к стоп-кранам, тормозные колодки, давящие при торможении на бандажи колёсных пар;
- дополнительных механизмов, к которым в пассажирских вагонах относятся генераторы для снабжения вагонов током при езде по неэлектрофицированным участкам; кондиционеры, система отопления. Система отопления бывает двух видов: электрическая и водяная. При электрическом отоплении в вагоны подаётся ток от дополнительной обмотки электровоза напряжением 3 тысячи вольт. Этим током питаются электрические калориферы. При водяном отоплении по трубам циркулирует горячая вода, нагреваемая в водяном котле, который топится углём.

### 2.3.2 Типы вагонов

В состав вагонного парка входят пассажирские и грузовые вагоны.

*Парк пассажирских вагонов* включает в себя цельнометаллические четырехосные вагоны для перевозки пассажиров, вагоны-рестораны, почтовые, багажные, почтово-багажные вагоны и вагоны специального назначения (вагоны-клубы, вагоны-лаборатории, служебные, санитарные и др.).

К несамоходным пассажирским вагонам относятся вагоны дальнего следования, межобластного и пригородного сообщения, вагоны-рестораны, багажные, почтовые, почтово-багажные и специальные. *Вагоны дальнего следования* (рисунок 58) – это некупейные и купейные вагоны со спальными жесткими местами, а также купейные с мягкими спальными местами. *Вагоны межобластного сообщения* используют для перевозки пассажиров на расстояние до 700 км. Эти вагоны строятся открытого типа или купейными и оборудуются мягкими креслами для сидения (рисунок 59). В *вагонах пригородного сообщения* перевозят пассажиров на расстояние до 150 км. Пригородные поезда локомотивной тяги формируются из вагонов с креслами или жесткими местами для сидения (рисунок 60).



Рисунок 58. Цельнометаллический пассажирский четырехосный вагон дальнего следования





Рисунок 59. Интерьер межобластного вагона 61-532



Рисунок 60. Салон вагона пригородного поезда

Пассажирские вагоны оборудованы устройствами отопления, вентиляции и освещения. Отопление может быть водяным или электрическим. В вагонах современной постройки применяется комбинированное водяное отопление (нагрев воды может осуществляться электронагревателем и твердым топливом). Вагоны оборудованы приточной принудительной вентиляцией (подогретый и очищенный воздух подается по воздушному желобу во все отделения вагона) и специальными установками для кондиционирования воздуха. Такие установки обеспечивают

определенную влажность и температуру воздуха при давлении, несколько превышающем атмосферное, что предотвращает попадание наружного воздуха в вагон через негерметичные соединения.

Освещение в пассажирских вагонах электрическое. Электроэнергию для каждого вагона вырабатывают генераторы, приводимые в действие от оси колесной пары вагона или специального вагона-электростанции, находящегося в поезде. В электропоездах вагоны освещаются от контактной сети через специальные установки, расположенные в моторных вагонах. На станциях и при малой скорости следования питание вагонов электроэнергией происходит от аккумуляторных батарей, заряжаемых во время движения. В последнее время широкое распространение нашло люминесцентное освещение.

*Вагоны-рестораны и вагоны-бары* предназначены для организации питания пассажиров в пути следования. Такие вагоны имеют зал, кухню, кладовые, холодильные камеры для хранения продуктов, купе для обслуживающего персонала и другие отделения (рисунок 61).

*Почтовые вагоны* служат для перевозки почтовых грузов. Эти вагоны имеют зал для почтовых операций и помещения для обслуживающего персонала (рисунок 62).

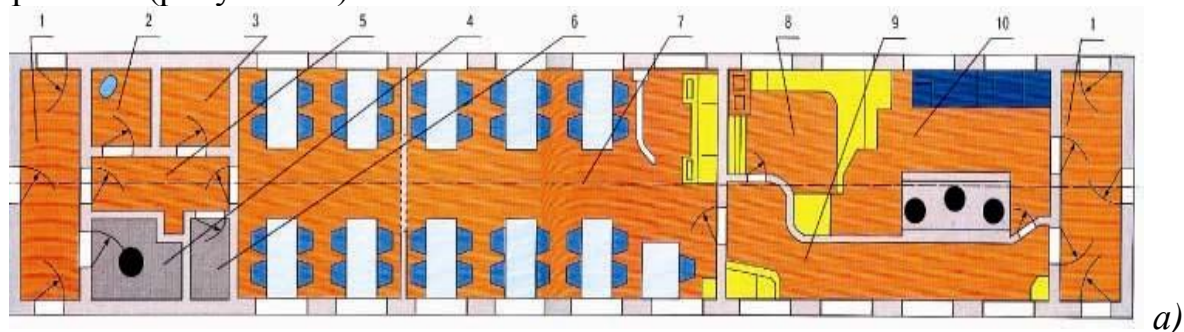






Рисунок 63. Планировка багажного вагона:

1 – тамбур тормозного конца вагона; 2 – котельное отделение; 3 – коридор; 4 – туалет; 5 – служебное отделение; 6 – купе персонала; 7 – багажная кладовая; 8 – тамбур нетормозного конца вагона

В пассажирском парке имеются также *почтово-багажные* вагоны, эксплуатируемые на линиях железных дорог с небольшими пассажирскими перевозками (рисунок 64).

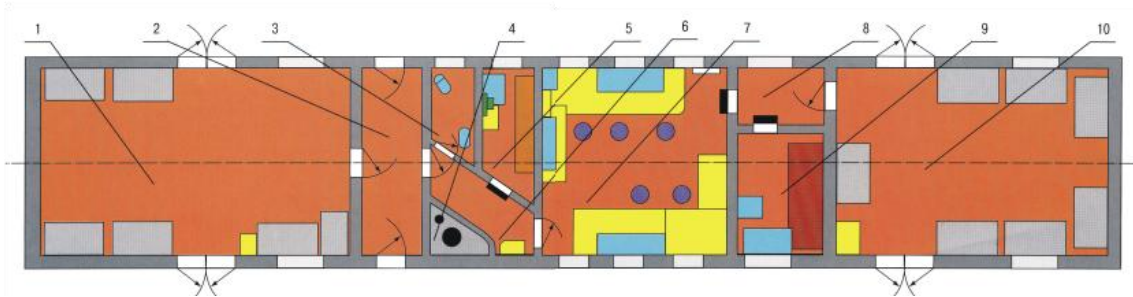


Рисунок 64. Планировка почтово-багажного вагона:

1, 10 – багажные и почтовые кладовые; 2 – тамбур; 3 – туалет; 4 – котельное отделение; 5 – служебное отделение; 6, 8 – коридор; 7 – зал сортировки писем; 9 – купе для отдыха

От вагонов для перевозки пассажиров они отличаются планировкой и внутренним оборудованием. К специальным пассажирским вагонам относятся: служебные и санитарные вагоны, вагоны-клубы, вагоны-электростанции и др.

В состав *парка грузовых вагонов* входят крытые вагоны, платформы, полувагоны, цистерны, изотермические вагоны и вагоны специального назначения.

*Крытые вагоны*(рисунок 65) предназначены для перевозки разнообразных грузов, обеспечения их сохранности и защиты от воздействия атмосферы. Эти вагоны, оснащенные соответствующим оборудованием, могут быть использованы и для массовой перевозки людей. Кузов крытого вагона имеет в каждой из боковых стен задвижные двери и по два люка с металлическими крышками. Люки служат для освещения, вентиляции и загрузки вагонов сыпучими грузами. Крытые вагоны, выпускаемые в настоящее время, имеют металлический кузов и расширенный дверной проем. Грузоподъемность вагона 68 т, вместимость кузова 140 м<sup>3</sup>.



Рисунок 65.4-х-осный цельнометаллический  
крытый вагон модель 11-217

На *платформах* (рисунок 66) перевозят длинномерные, громоздкие и тяжеловесные грузы. Платформы оборудуют невысокими откидными металлическими бортами и приспособлениями для установки стоек, необходимых при перевозке бревен, столбов, досок и т.п. Грузоподъемность современных платформ составляет 70...72 т. Для перевозки крупнотоннажных контейнеров массой брутто 10, 20 и 30 т выпускают специальные четырехосные платформы (рисунок 67), снабженные фитингами – устройствами для установки и крепления контейнеров.



Рисунок 66. Вагон-платформа 13-785



Рисунок 67. Специальная платформа для перевозки крупнотоннажных контейнеров

*Полувагоны* – наиболее распространенный тип вагонов грузового парка (рисунок 68). Они служат, в основном, для перевозки навалочных сыпучих грузов, таких, как уголь, руда, кокс, щебень, гравий и др. В полу кузова, вдоль боковых стен, предусмотрены разгрузочные люки, через которые сыпучий груз самотеком разгружается по обе стороны полувагона. Погрузку в полувагон длинномерных грузов и самоходного транспорта осуществляют через двери.



Рисунок 68. Полувагоны

На железных дорогах применяют четырех- и восьмиосные полувагоны, у которых боковые стены и торцевые двери кузова имеют металлическую обшивку. Выпускают также полувагоны с глухим кузовом, без разгрузочных люков; их разгружают на вагоноопрокидывателях.

Разновидностью полувагонов являются так называемые *вагоны-хопперы* (рисунок 69) для перевозки сыпучих и пылевидных грузов (щебень, гравий, песок, цемент, зерно и др.) грузоподъемностью 50 т. Хопперы имеют высокие боковые стелы. Для перевозки грузов, которые необходимо защитить от атмосферных осадков используют полувагоны с крышей. Их торцевые стены наклонены к середине вагона, где расположены разгрузочные люки.



Рисунок 69. Вагон-хоппер, модель 19-3116

На внутренних путях крупных металлургических заводов руду и строительные сыпучие материалы перевозят преимущественно полувагонами-самосвалами, называемыми *думпкерами*. Это четырехосные полувагоны грузоподъемностью 60 т и более с кузовом прямоугольной формы, снабженные пневматическим устройством для разгрузки, при выполнении которой кузов наклоняется и одновременно открывается борт с соответствующей стороны (рисунок 70).

Жидкие грузы (нефть, керосин, бензин, масло, кислоты и т.п.) перевозят в *цистернах*. Цистерна (рисунок 71) представляет собой специальный металлический сварной резервуар (котел) цилиндрической формы, имеющий в верхней части люки для наливания груза, очистки и ремонта. Разнообразие грузов обуславливает существенные различия в конструкции цистерн.

В зависимости от вида перевозимых грузов цистерны могут быть разделены на две группы:

- общего назначения – для перевозки нефтепродуктов широкой номенклатуры;
- специальные – для перевозки отдельных видов грузов.



Рисунок 70. Вагон-самосвал (думпкар), модель 31-945

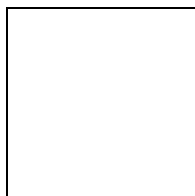


Рисунок 71. Цистерна

Цистерны общего назначения подразделяют на используемые для перевозки светлых (бензин, лигроин и т.п.) и темных (нефть, минеральные масла и т.п.) нефтепродуктов. Внутренняя поверхность цистерн, в которых перевозят кислоты, покрыта защитным слоем (резина, свинец), предохраняющим металл от разрушающего действия кислот. В этих же целях



котлы цистерн изготавливают из кислотоупорных металлов – коррозионно-стойкой стали, алюминия. Цистерны для перевозки молока выполняют из аналогичной стали, покрытой снаружи теплоизолирующим слоем.

Вязкие нефтепродукты перевозят в цистернах, оборудованных паровой рубашкой, что значительно упрощает и ускоряет слив предварительно разогретых грузов. Четырехосные цистерны имеют котел вместимостью 72 м<sup>3</sup>. Применяются и восьмиосные цистерны с котлом вместимостью 134 м<sup>3</sup>.

*Изотермические вагоны* используют в летнее время для перевозки скоропортящихся грузов (мясо, рыба и др.), а зимой – грузов, теряющих свои качества при замерзании (овощи, фрукты, молоко и др.). Для поддержания в вагонах необходимой температуры их оборудуют приборами охлаждения и отопления, а кузова снабжают тепловой изоляцией.

Изотермические вагоны соединяют в рефрижераторные секции по пять единиц. При этом в одном вагоне размещаются обслуживающая бригада механиков, дизель-электростанция и холодильное оборудование.

Для перевозки скоропортящихся грузов применяют также *автономные рефрижераторные вагоны* (рисунок 72), оборудованные холодильными агрегатами и дизель-генераторными установками с автоматическим (без обслуживающего персонала) управлением.

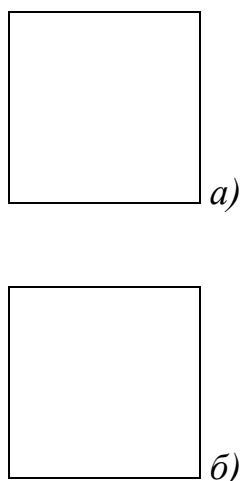


Рисунок 72. Схема (а) и общий вид (б) автономного рефрижераторного вагона:

1 – розетка для подключения к внешней сети; 2 – сигнальная лампочка; 3 – грузовое помещение; 4 – термостат для регулирования температуры в грузовом помещении; 5 – холодильная установка; 6 – дизель-генератор; 7 – дверь.

Помимо универсальных изотермических вагонов, используемых для перевозки скоропортящихся грузов, находятся в эксплуатации и специализированные вагоны для транспортирования живой рыбы, молочных и других продуктов.

*Вагоны специального назначения* предназначены для грузов, требующих особых условий перевозки. Например, транспортерами перевозят громоздкие и тяжеловесные машины и оборудование. *Транспортеры* (рисунок 73) – это многоосные платформы (12, 16, 20 и более осей) грузоподъемностью 130, 180, 230 и 300 т. К специальным относятся также вагоны для перевозки скота, живой рыбы, битума, легковых автомобилей и вагоны, предназначенные для технических и бытовых нужд железных дорог: вагоны-мастерские, вагоны восстановительных и пожарных поездов. Состав оборудования этих вагонов определяется их назначением.

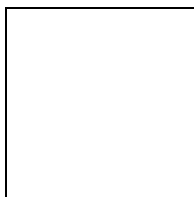


Рисунок 73. Двадцатиосный транспортер

Для перевозки различных грузов, в том числе штучных изделий, домашних вещей и др., используют деревянные или металлические контейнеры с массой брутто 3, 5, 20 т и более. При перевозке на платформах или в полувагонах контейнеры закрепляют соответствующими приспособлениями. Чтобы избежать перегрузки из вагонов в автомашины, применяют специальные контейнеры большой грузоподъемности, приспособленные для подкатки под них автомобильных шасси. Такие контейнеры называют контрейлерами.

В последние годы начат выпуск вагонов нового поколения, к которым можно отнести вагоны с раздвижными колесными парами, крытые вагоны с открывающейся или сдвигающейся крышей и со встроенными ленточными конвейерами для полной механизации выгрузки картофеля, овощей и фруктов, платформы со специальными стационарными приспособлениями для перевозки лесоматериалов и металлопроката, специальные вагоны с кузовами-амфибиями для транспортирования навалочных грузов в смешанном железнодорожно-водном сообщении.

### **2.3.3 Тележки вагонов**

Тележки (рисунок 74) устанавливаются по концам вагона на равном расстоянии от его середины. Рама кузова соединяется с ним так, что их без затруднения можно было выкатить из-под вагона для ремонта.

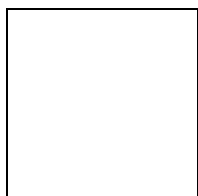


Рисунок 74. Тележка грузового вагона

По числу осей тележки делятся на двухосные, трёхосные и многоосные. Наибольшее распространение получили двухосные тележки. Для некоторых тяжёлых грузовых и пассажирских служебных вагонов применены трёхосные тележки. Многоосные тележки используются в транспортёрах большой грузоподъёмности.

Тележки состоят из каркаса; подпятников, соединяющих их с вагоном и дающих им возможность поворачиваться относительно вагона; букс; колёсных пар; рессорного подвешивания для плавного хода вагона; иногда – генератора, вырабатывающего ток для нужд вагона.

*Колёсная пара* воспринимает нагрузку от вагона и направляет его по рельсовому пути. Она состоит из оси и двух колёс. Колёса напрессовываются на ось и вращаются вместе с ней как одно целое. *Буксы* служат для передачи нагрузок, воспринимаемых вагоном, через подшипники на шейки оси колёсных пар, сохранения смазки и размещения смазочных устройств для смазывания шейки оси, защиты подшипника и шейки оси от попадания пыли, снега, воды и т.п. По типу подшипников буксы бывают с подшипниками скольжения и с подшипниками качения (роликовыми). Проём в боковой раме тележки, в которой устанавливается букса, называется челюстью. Существуют также бесчелюстные тележки, рама которых устанавливается на пружины, опирающиеся на приливы, отлитые вместе с буксами. Имеются также буксы, отлитые заодно с боковиной тележки.

#### 2.3.4 Рамы вагонов

Рама является основанием кузова вагона. Кроме того, на ней устанавливаются ударно-тяговые приборы, тормозное оборудование, а в пассажирских и некоторых грузовых вагонах к раме прикрепляется различное вспомогательное оборудование для освещения, отопления и других целей. Рама вагона воспринимает нагрузки от веса груза и кузова, тяговые и ударные усилия, а также динамические нагрузки, возникающие при движении вагона. Она состоит из системы продольных и поперечных балок, жёстко связанных между собой.

Рамы разделяются (рисунок 75) на свободонесущие, связанные и составляющие одно целое с кузовом.



Рисунок 75. Классификация рам вагонов

*Свободнонесущие рамы* имеют все платформы и транспортёры. Они целиком воспринимают все нагрузки, действующие на вагон.

*Связанные рамы* применяются в вагонах с несущим металлическим кузовом, с которым они жёстко соединены. Кузов в этом случае частично воспринимает нагрузки, действующие на вагон.

Рамы цельнометаллических пассажирских вагонов составляют *одно целое с кузовом*, поэтому боковые стены кузова, а также пол и крыша воспринимают все нагрузки вместе с рамой.

В зависимости от типа ходовых частей различаются рамы тележечных и нетележечных двухосных вагонов.

*Рамы нетележечных вагонов* опираются на рессоры через боковые балки, у *тележечных вагонов* – на подпятники тележек через пятники, установленные на балках, называемых шкворневыми, в точках пересечения этих балок с продольной осью вагонов.

Упряжные устройства передают растягивающие усилия поезда на продольные балки рамы. Автосцепка устанавливается между продольными балками, которые связываются между собой верхним и нижним листами, образуя одну сквозную центральную балку, называемую хребтовой; рамы, имеющие такие балки, называются рамами с хребтовой балкой.

### 2.3.5 Кузова вагонов

Устройство кузова вагона зависит от его назначения: для перевозки грузов, требующих защиты от атмосферных осадков, строятся крытые вагоны, для перевозки навалочных и штучных грузов – полувагоны, платформы и т.д.

**Крытые вагоны.** Крытый вагон общего назначения (называемый универсальным) модели 11-217 постройки Алтайского вагоностроительного завода имеет объем кузова  $120 \text{ м}^3$ . Его кузов оборудован двухстворчатыми раздвижными дверями 10 (рисунок 76), загрузочными люками в крыше 43 и в боковых стенах 6. Уширенные дверные проемы позволяют ускорить процесс производства погрузо-разгрузочных работ, что способствует сокращению простоев вагона под грузовыми операциями и повышению его производительности. Крайние верхние загрузочные люки снабжены печными разделками 42 на случай установки печей отопления при перевозке людей в зимнее время.



Рисунок 76. Кузов четырехосного крытого вагона

Рама кузова сварная, состоит из сквозной хребтовой балки 18, двух продольных боковых 4, двух шкворневых 16, двух концевых 26 поперечных балок. Между шкворневыми балками рамы расположены две поперечные основные (дверные) и семь промежуточных 14, а также продольные балки 15, предназначенные для поддержания настила пола. Под дверным проемом с каждой стороны имеются выдвижные откидывающиеся вниз подножки для обслуживающего персонала. В консольной части рамы размещены раскосы 17, а также продольные длинные 19 и короткие 20 балки. Раскосы 17 служат для передачи части продольных усилий от ударно-тяговых приборов на шкворневую балку и равномерного распределения продольной нагрузки на среднюю часть рамы кузова.

В консольной части хребтовой балки 18 установлены задние упоры 22 автосцепки, объединенные между собой усиливающей надпятниковой коробкой шкворневого узла, а также передние упоры 24, объединенные с ударной розеткой 25 автосцепки, заглубленной внутрь рамы. Между задними и передними упорами на вертикальных стенках хребтовой балки установлены предохранительные планки 23. Боковые продольные балки 4 рамы в дверном проеме усилены балками 9. По концам рама оборудована подножками 2 и поручнями 1, размещенными с каждой стороны вагона. На концевых балках 26 установлены поручни 21 и рычаг 28 расцепного привода автосцепки.

Все основные поперечные балки рамы – шкворневые 16, концевые 26 и дверные в средней части имеют большую высоту, чем в концевых частях, что приближает их к конструкции равного сопротивления изгибу и позволяет уменьшить массу; сверху на раму настлан пол 29 из досок, соединенных вчетверть и укрепленных по концам металлическим уголком 41. В зоне дверного проема настил пола покрыт металлическими листами, что предохраняет деревянные доски от повреждения при производстве погрузочно-разгрузочных работ.

Боковые и торцовые стены кузова жестко связаны с рамой. Каркас боковой стены состоит из верхней обвязки 44, двух шкворневых 5, двух дверных 11 и шести промежуточных стоек 3. Нижней обвязкой стены служит продольная боковая балка 4 рамы. Каркас снаружи обшит гофрированной металлической 12 и изнутри деревянной 13 обшивками.

В средней части боковой стены расположена двухстворчатая самоуплотняющаяся дверь, а по концам в верхней части имеются люки 6, оборудованные вентиляционными решетками. Створки двери раздвигаются в стороны и перемещаются с помощью роликов по дверному рельсу 7, расположенному в верхней части. Снизу дверь ограничивается порогом. Одна из створок двери оборудована обезгруживающим люком 8, снабженным специальным запором, объединенным с центральным запором дверей. Для облегчения открывания створок дверей при возможных заеданиях на кузове размещены специальные рейки 45, а на створках приварены скобы. С 1984 г. крытые вагоны самоуплотняющимися дверями

не оборудуются, а у ранее построенных вагонов разгрузочные (обезгруживающие) люки дверей были заглушены (по указанию МПС).

Торцовая стена посредством двух угловых 30 и двух промежуточных 27 стоек снизу приварена к концевой балке 26 рамы, а сверху верхней обвязкой 34 связана с фрамугой 55 крыши. Торцовая стена имеет наружную металлическую 31 и внутреннюю деревянную 32 обшивки и оборудована скобами 33, служащими для доступа обслуживающего персонала на крышу. Цельносварная крыша оборудована трапом 36 для доступа к загрузочным люкам 43. Крыша состоит из двух фрамуг 35 и набора дуг 40, продольных боковых обвязок и продольных подкрепляющих элементов, сверху покрытых гофрированной металлической обшивкой 38. Изнутри посредством уголков 39 и скоб болтами к дугам 40 крепится подшивной потолок 37 из влагостойкой фанеры.

С целью улучшения использования возрастающей грузоподъемности и повышения эффективности в эксплуатации объем кузова современных моделей крытого вагона увеличен до 140 м<sup>3</sup> а в перспективе повысится до 165 м<sup>3</sup>. Вместо внутренней обшивки из древесных материалов в их кузовах на внутренней поверхности металлической обшивки применяют специальное полимерное покрытие.

**Особенности конструкции кузова полувагона.** На примере вагона повышенной до 125 т грузоподъемности рассмотрим конструкцию кузова универсального восьмиосного полувагона модели 12-124 (рисунок 77) Уральского вагоностроительного завода. Он не имеет крыши, но снабжен разгрузочными люками в полу. По концам кузов оборудован двухстворчатыми открывающимися внутрь дверями.

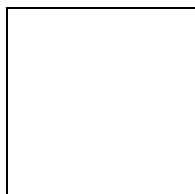


Рисунок 77. Кузов восьмиосного универсального полувагона

Рама кузова имеет хребтовую балку 9, состоящую из двух сваренных между собой продольным швом Z-образных профилей, перекрытых в месте соединения двутавром. На двутаврах укреплены кронштейны 8 петель для шарнирного навешивания крышек разгрузочных люков 6. Люки в открытом положении располагаются на специальных упорах 11.

В консольной части хребтовой балки установлены передние и задние упоры автосцепки. Передний упор отлит как одно целое с ударной розеткой 18. Шкворневые балки 10 замкнутого коробчатого сечения снизу имеют пятники и скользуны. Надпятниковые зоны опорных узлов усилены коробками, а над скользунами установлены усиливающие ребра. Сверху к

балкам 15 рамы приварены пороги 17, ограничивающие открывание створок дверей наружу кузова.

На торцовых поверхностях концевой балки укреплены рычаг расцепного привода 20 автосцепки и поручень составителя 16. Поперечные балки 13 рамы – двутаврового сечения, верхние их полки имеют гофры, выступающие над уровнем пола, что предупреждает непосредственное опирание длинномерных грузов на крышки разгрузочных люков и предохраняет их от деформации. Подобные выступающие части имеют шкворневые балки 10. Крышки 6 люков гофрированные, снабжены специальными запорами 5, удерживающими их в горизонтальном положении. Крышки также оборудованы торсионными устройствами, облегчающими их подъем при закрывании. Для обеспечения плотного прижатия с помощью рычага крышек на нижней обвязке 7 имеются скобы 4.

Боковые стены кузова имеют металлическую обшивку 30 с корытообразными выштамповками, подкрепленную каркасом, состоящим из верхней 31 и нижней 7 обвязок, а также угловых 14, шкворневых 3 и промежуточных 12 стоек. Шкворневые и промежуточные стойки замкнутого поперечного сечения сварены из  $\Omega$ -образных профилей. Угловые стойки 14 (замкнутого поперечного сечения) сварены из двух Z-образных элементов, укрепленных к верхней обвязке накладками 27. Верхняя обвязка 31 между стойками усилена накладками 32. Обшивка 30 укреплена к каркасу точечной сваркой.

Двухстворчатые двери шарнирно соединены с угловыми стойками кузова при помощи петель 26. Каждая створка двери состоит из металлической гофрированной обшивки 21, подкрепленной каркасом, состоящим из верхней 23 и нижней обвязок, а также вертикальных элементов 22 замкнутого поперечного сечения, сваренных из  $\Omega$ - и Z-образных профилей. В закрытом положении дверь удерживается запорами – нижним 19 и верхним, состоящим из клина 24 и направляющих с упорами 25 для клина, приваренных соответственно к правой и левой створкам двери. В открытом положении двери располагаются вдоль боковых стен и удерживаются специальными поворачивающимися скобами 28, вставляемыми в отверстия 29 на верхних обвязках кузова. По концам кузов оборудован наружными 1 и внутренними лестницами, а также подножками 2 и поручнями, предназначенными для обслуживающего персонала.

**Особенности конструкции кузова платформы.** Кузов четырехосной платформы общего назначения (универсальной) (рисунок 78) состоит из рамы, оборудованной восемью продольными боковыми 1 и двумя торцовыми 25 бортами. Рама сварная, снабжена мощной хребтовой балкой 10, состоящей из двух двутавров переменной высоты, уменьшающейся к консольным частям. Боковые продольные балки 17 – из двутавров, а шкворневые 12 – замкнутого поперечного сечения. В месте пересечения хребтовой 10 и шкворневых 12 установлены пятники 15, сверху которых имеются усиления надпятниковыми диафрагмами. В консольных частях хребтовой балки 10



укреплены задние 16 и передние 19 упорные кронштейны, объединенные ударной розеткой автосцепки 20, а также предохранительные планки 17, предназначенные для защиты от истирания вертикальных стенок двутавров. На нижнем листе шкворневых балок установлены скользуны 14, над которыми расположены усиливающие ребра 13.

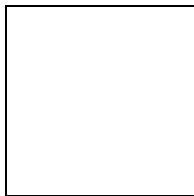


Рисунок 78. Кузов универсальной четырехосной платформы модели 13-4012

На концевых балках 21 укреплены кронштейны 22, служащие опорой для торцовых бортов 25 в открытом положении. При погрузке колесной техники самоходом с заездом вдоль платформы кронштейны 22 и торцовые борта 25 воспринимают значительную нагрузку. На концевой балке 21 укреплен рычаг 23 расцепного привода автосцепки. Основные поперечные балки 7 рамы – переменного по высоте, а промежуточные 8 – постоянного двутаврового сечения. Верхняя плоскость поперечных балок 7, 8, 12 расположена ниже уровня пола на высоту вспомогательных продольных балок 6 и 9.

Настил пола комбинированный: металлический 18 в средней части и деревянный 5 по бокам. Доски пола одним концом заводятся в S-образную балку 9, а другой их конец укреплен к продольным боковым балкам 11 гнутым специальным элементом 4. На боковых продольных балках рамы укреплены лесные скобы 2, а также кронштейны шарниров и упоры клиновых запоров 3 продольных бортов. Торцовые борта 25, имеющие меньшую высоту по сравнению с продольными, в вертикальном положении фиксируются клиновыми запорами 24.

**Особенности конструкции кузова цистерны.** Одним из вариантов оснащения кузова восьмиосной цистерны безрамной конструкции показан на рисунке 79. Его котел сварен посередине из двух цилиндрических обечаек 1 и двух эллиптических днищ 21, расположенных по концам. Котел снабжен двумя люками 26 и двумя универсальными сливными приборами 10, закрываемыми клапанами 9, привод которых расположен в люках 26. Для придания котлу повышенной жесткости и прочности он подкреплен шестью Ω-образными кольцевыми шпангоутами 2, приваренными к цилиндрической части посередине и над опорами. С целью обеспечения полного слива жидкого груза на нижней цилиндрической части в сторону к сливным приборам предусмотрены уклоны, образованные выштамповкой или постановкой специальных листов 22. Для доступа внутрь котла через люк 26 он имеет лестницу 23. Снаружи на котле установлены два

предохранительных клапана 24, наружные лестницы 8, площадки 25 с ограждениями 27, предназначенные для обслуживающего персонала. По концам котел установлен на опорах, имеющих хребтовую балку 7 и шкворневую –6, приваренную к опорному листу 5, укрепленному снизу к цилиндрической части 1. В зоне опоры нижний лист котла усилен накладками 4. Кроме того, котел приварен к хребтовым балкам 7 при помощи специальных лап, а на шкворневых балках закреплен посредством ребер 11.

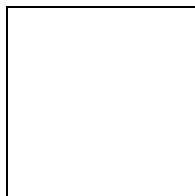


Рисунок 79. Кузов восьмиосной цистерны безрамной конструкции

В пересечении хребтовой балки 7 со шкворневой 6 установлен пятник 13, усиленный сверху надпятниковой коробкой 14, а к нижнему листу шкворневой балки приварены скользуны 12, ограничивающие боковую качку кузова во время движения цистерны и служащие дополнительной опорой при вписывании в кривые участки пути. В консольных частях хребтовой балки 7 размещены задние упоры 15 автосцепки, объединенные между собой, и передние упоры 17, объединенные ударной розеткой 18. На внутренних вертикальных стенках хребтовой балки между упорами установлены предохранительные планки 16. К концевым балкам 19 опор котла прикреплены рычаги 20 расцепного привода автосцепки. Концевые 19 и шкворневые балки связаны боковыми элементами 3.

Каркас кузова **цельнометаллического изотермического вагона** состоит из стоек, поперечных балок пола и дуг крыши, соединённых между собой продольными балками. Обшивка стен и кузова выполнена из листовой стали. Снизу кузов закрыт гофрированным полом из стального листа.

При постройке изотермических вагонов особое внимание уделяется изоляции кузова, для того, чтобы имелась возможность поддержать внутри него определённую температуру. В металлических изотермических вагонах для изоляции стен, пола и крыши применяется мипора, которая изготавливается из искусственных смол и представляет собой лёгкую белую пористую массу с небольшим объёмным весом. Для предохранения от насыщения влагой плиты мипоры заворачиваются в водонепроницаемую оболочку – перфоль, края которой склеиваются специальным клеем. Поверх изолированного металлического пола укладывается деревянный настил, покрытый оцинкованным железом с пропайкой швов.

Стены и крыша изотермического вагона старой постройки в разрезе представляют последовательное сочетание наружных обшивочных досок, рубероида, шевелина, внутренних обшивочных досок. Распространённой системой охлаждения в изотермических вагонах является льдосоляная. Она бывает потолочная и пристенная.

Для массовых перевозок особо ценных скоропортящихся грузов в последнее время нашли широкое применение изотермические вагоны с механическим охлаждением и электрическим отоплением. Из этих вагонов формируются рефрижираторные поезда, состоящие из 20 грузовых вагонов, двух вагонов, в которых размещено энергетическое и холодильное оборудование, и одного служебного вагона. Для охлаждения помещений в вагонах установлены батареи, по которым циркулирует раствор хлористого кальция. Этот раствор подводится к вагонам по трубопроводам, соединёнными между вагонами шлангами с соединительными головками. Для охлаждения раствора и его циркуляции в рефрижираторном поезде имеется специальная холодильная установка, состоящая из аммиачных компрессоров, насоса, испарителя аммиака, конденсатора с вентилятором и другого оборудования.

#### **Особенности конструкции кузова пассажирского вагона.**

Ограждение кузова без хребтовой балки (рисунок 80) состоит из рамы, боковых и торцовых стен и крыши. В связи с тем, что рама в средней части не имеет хребтовой балки, усилены консольные части, а также продольные боковые балки и элементы, связывающие продольные балки между собой в средней части кузова.

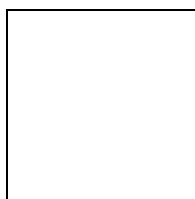


Рисунок 80. Ограждение кузова пассажирского вагона без хребтовой балки

Концевая 25, шкворневая 17 и хребтовая 23 балки в консольной части рамы сверху и снизу перекрыты листами, имеющими вырезы. Форма листов и вертикальные элементы образуют поперечные балки 22 и раскосы 20, предназначенные для передачи части продольных усилий от ударно-тяговых приборов на продольные боковые балки 12 рамы и боковые стены кузова. Отверстие 21 служит для шкворня, соединяющего кузов с ходовыми частями. Кроме того, консольные части перекрыты гладким листом 30, являющимся одним из элементов настила пола.

Боковые продольные балки 12, в поперечном сечении имеющие форму скругленного уголка, связаны между собой поперечными балками 14. В средней части между шкворневыми балками 17 на поперечные балки 14 уложены гофрированные листы 13, сверху которых располагаются деревянные бруски 15 и пакеты теплоизоляции 19. Верхний слой настила пола состоит из столярных плит 15, покрытых сверху линолеумом 16.

Боковые стены кузова образованы верхним 2 и нижним 8 поясами, имеют оконные 6 и дверные 3 проемы. Нижней обвязкой боковой стены

служат продольные балки 12 рамы, а верхней – швеллер 17. Гофрированная обшивка 34 подкреплена промежуточными 37 и дверными 33 стойками Z-образного поперечного сечения. Бруски 40 обрешетки крепятся к металлическому каркасу болтами. Пакеты теплоизоляции 39, обернутые слоем гидроизоляционной бумаги 38, укреплены на деревянной обрешетке гвоздями. Изнутри боковые стены под окнами покрыты столярной плитой 41, а над окнами и в межоконных простенках – древесноволокнистой плитой 43. Для обеспечения большей жесткости обшивки боковых стен под оконными проемами установлены продольные пояса 7. Торцовая стена крепится к концевой балке 25 рамы и к угловым стойкам 32. В зоне дверного проема установлены мощные противоударные стойки 27, приваренные внизу к концевой балке рамы 25, а вверху – к поперечной балке 35, обеспечивая безопасность пассажирам даже при крушении поезда. В нижней части на концевую балку установлен порог 24. На гофрированной обшивке 26 торцовых стен имеются угольные ящики 31.

Металлический каркас крыши обшит снаружи гофрированными листами 47, а по скатам – гладкими листами 1 с отливами 9. Каркас сварен из боковых продольных обвязок 10 и дуг 36. Если крыша покрыта сверху гладкими листами, то для обеспечения ее устойчивости в каркас введены продольные подкрепляющие элементы 48. Пакеты теплоизоляции 46, обернутые слоем гидроизоляции, подшиты оцинкованными листами и внутренней обшивкой 49 из фанеры. Ниже обшивки кузовов имеет подшивной потолок 44, сверху которого размещен вентиляционный канал 45. Внутри кузова имеются специальные кожухи 42 для труб водяного отопления.

В крыше размещаются дефлекторы 50 естественной вентиляции и трубы печного отопления 37, а также люки 52 для монтажа и демонтажа котла отопления, калориферов, бака для воды и вентиляционного агрегата. По концам кузова установлены рычаги расцепного привода 29 автосцепки и розетка 28, подножки 5 и поручни 4.

Кузов пассажирского вагона с хребтовой балкой имеет подобную конструкцию ограждения, отличающуюся, в основном, наличием сквозной хребтовой балки и некоторыми особенностями конструкции рамы.

Опытные образцы одного из вариантов кузова построены с обшивкой из нержавеющей стали, масса их на 3 т меньше серийно выпускаемых.

В вагоностроении решается задача создания конструкции кузова, обеспечивающей блочный монтаж и демонтаж внутреннего оборудования. В частности, разработан вариант со съемной крышей, позволяющий повысить производительность монтажных и демонтажных работ при строительстве и ремонте вагонов. Кроме того, разрабатываются модульные конструкции кузовов пассажирских вагонов, а также кузовов с трансформируемой планировкой.

Для перевозки багажа и почты имеются **багажные и почтовые цельнометаллические вагоны**. В средней части кузова багажного вагона расположено багажное отделение с двумя двустворчатыми дверями и

полками, а по обе стороны от него служебные отделения. Планировка и оборудование почтовых вагонов сделаны с таким расчётом, чтобы обеспечить все операции по приёму, сортировке и выдаче почтовых посылок и корреспонденции.

В составы пассажирских поездов дальнего следования включаются **вагоны-рестораны**, в которых имеется обеденный зал и буфет для пассажиров, кухня, помещение для обслуживающего персонала и др.

**Пассажирские вагоны пригородных поездов** оборудуются только жёсткими или полумягкими местами для сидения и полками для багажа. В связи с повышением скоростей и резким сокращением нахождения местных поездов в пути началось строительство для таких поездов так называемых межобластных вагонов, которые имеют 74 мягких места для сидения, багажные полки и другое необходимое для обслуживания пассажиров оборудование.

Кузова грузовых вагонов снаружи окрашиваются преимущественно в красный цвет; котлы цистерн для перевозки бензина, спиртовые цистерны и изотермические вагоны – в палевый цвет. Пассажирские вагоны снаружи окрашиваются преимущественно в зелёный или синий цвет, а крыши – в серый цвет.

### 2.3.6 Вопросы для самопроверки

1. Что представляет собой парк пассажирских вагонов?
2. Что представляют собой несамоходные пассажирские вагоны?
3. Для чего предназначены вагоны-рестораны и вагоны-бары?
4. Для чего служат почтовые вагоны?
5. Для чего предназначены багажные вагоны?
6. Что такое почтово-багажные вагоны?
7. Что представляет собой парк грузовых вагонов?
8. Для чего предназначены крытые вагоны?
9. Для чего предназначены платформы?
10. Для чего предназначены полувагоны?
11. Что такое вагоны-хопперы?
12. Что такое думпкары?
13. Что представляют собой цистерны?
14. Что представляют собой автономные рефрижераторные вагоны?
15. Что представляют собой вагоны специального назначения? Приведите пример.
16. Что представляют собой тележки вагонов?
17. Что представляют собой рамы вагонов?
18. Что представляет собой кузов крытого вагона?
19. Что представляет собой кузов полувагона?
20. Что представляет собой кузов платформы?
21. Что представляет собой кузов цистерны?

22. Что представляет собой кузов пассажирского вагона?

### 3 АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ

#### 3.1 Виды и классификация автодорожного подвижного состава

##### 3.1.1 Виды автодорожного подвижного состава

Подвижным составом автомобильного транспорта (рисунок 81) называют автомобили, автомобильные поезда, прицепы и полуприцепы.

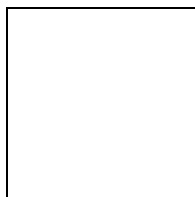


Рисунок 81. Виды автодорожного подвижного состава

*Автомобилем* называется колесное безрельсовое транспортное средство, оборудованное двигателем, обеспечивающим его движение.

*Автомобильный поезд* – автомобиль с полуприцепом, одним или несколькими прицепами, присоединяемыми тягово-сцепными или опорно-сидельными устройствами и имеющими общие с автомобилем тормозную систему и электрооборудование. Бывают грузовые, пассажирские (автобус с прицепом) и специальные.

*Прицеп (полуприцеп)* – транспортное средство, не оборудованное двигателем и предназначенное для движения в составе с механическим транспортным средством.

Подвижной состав служит для выполнения транспортных и нетранспортных работ: перевозки грузов, пассажиров и специального оборудования для производства различных операций.

**Пассажирский подвижной состав** предназначен для перевозки людей. К нему относятся (рисунок 82) легковые автомобили и автобусы.

*Легковые автомобили* служат для индивидуальной перевозки пассажиров (от 2 до 8 человек).

Легковые автомобили общего назначения имеют закрытые и открытые кузова (рисунок 83).

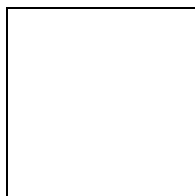


Рисунок 82. Виды пассажирского подвижного состава



Специализированные легковые автомобили предназначены для перевозки пассажиров определенных категорий. К специализированным (рисунок 84) относятся автомобили скорой помощи, такси и др.

Специальные легковые автомобили служат для выполнения нетранспортных работ. Они выпускаются на базе шасси легковых автомобилей и оборудуются специальными устройствами, аппаратурой и т.п. К специальным (рисунок 85) относятся лабораторные, исследовательские, милицейские автомобили и др.

*Автобусы* служат для массовой перевозки пассажиров. Автобусами общего назначения (рисунок 86) являются городские, пригородные и междугородные автобусы.

К специализированным (рисунок 87) относятся санитарные, туристические и школьные автобусы.

Автобусы имеют кузова вагонного и капотного типов и обычно выполняются на базе агрегатов грузовых автомобилей. Широкое распространение получили микроавтобусы, которые выпускаются на базе легковых автомобилей.

Специальные автобусы выполняются на базе шасси автобусов общего назначения, могут иметь специальные кузова и оборудуются специальными устройствами, приборами, аппаратурой и др. К этим автобусам относятся подвижные технические станции, кинолаборатории, санитарно-ветеринарные автобусы и др.

*Микроавтобус* (рисунок 88) – полный синоним понятия автобус особо малого класса, то есть автотранспортное средство, предназначенное для перевозки пассажиров и имеющее более 8 мест для сидения, не считая места водителя, длиной до 5 метров.

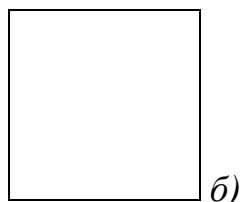


Рисунок 83. Легковые автомобили общего назначения с закрытым (а) и открытым (б) кузовом

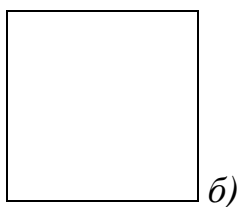
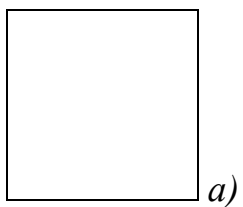


Рисунок 84. Специализированные легковые автомобили:  
а – такси; б – автомобиль скорой помощи.

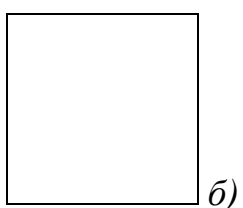
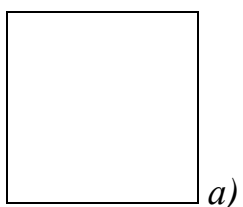


Рисунок 85. Специальные легковые автомобили:  
а – полицейский автомобиль; б – автомобиль–лаборатория

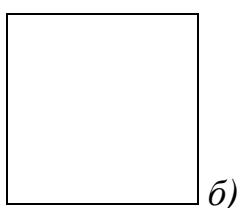
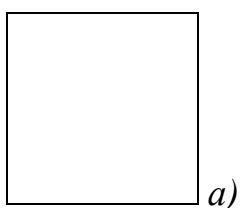


Рисунок 86. Автобусы общего назначения:  
а – городской; б – пригородный

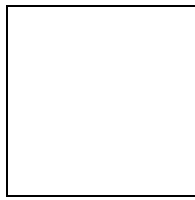


Рисунок 87. Специализированный автобус

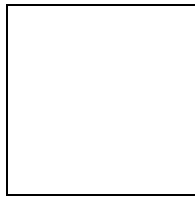


Рисунок 88. Микроавтобусы

Так же на бытовом уровне иногда в понятие «микроавтобус» ошибочно включают не только автобусы особо малого класса, но и автобусы малого класса (например, ПАЗ-3205) и минивены. От первых они отличаются длиной (менее 5 м), от вторых – количеством пассажиров (более 8).

**Грузовой подвижной состав** служит для перевозки грузов различных видов. К нему относятся грузовые автомобили, автомобили-тягачи, автопоезда, прицепы и полуприцепы.

*Грузовые автомобили* могут быть общего назначения, специализированными и специальными.

Грузовые автомобили общего назначения (рисунок 89) предназначены для перевозки всех видов грузов кроме жидких (без тары). Они имеют грузовые кузова в виде бортовых платформ.

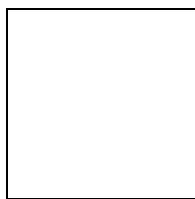


Рисунок 89. Грузовой автомобиль общего назначения

Специализированные грузовые автомобили (рисунок 90) служат для перевозки грузов только определенных видов. Они имеют приспособленные для таких перевозок кузова и оборудуются специальными устройствами и приспособлениями для погрузки и разгрузки. К специализированным относятся автомобили-самосвалы, цистерны, фургоны, рефрижераторы, самопогрузчики.

Специальные грузовые автомобили (рисунок 91) предназначены для выполнения разнообразных нетранспортных работ и операций. Они

оборудованы специальными приспособлениями, механизмами, устройствами, изготавливаются на базе шасси грузовых автомобилей и могут иметь специальные кузова. К специальным грузовым автомобилям относятся коммунальные (мусороуборочные, снегоуборочные, поливочные и др.), пожарные, ремонтные мастерские, автокраны, автовышки, автокомпрессоры, автобетономешалки.

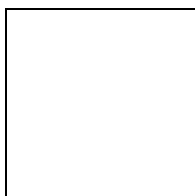


Рисунок 90. Специализированный грузовой автомобиль

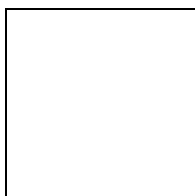


Рисунок 91. Специальный грузовой автомобиль

*Автопоезда* позволяют увеличить производительность подвижного состава и снизить себестоимость перевозок. Так, в одинаковых условиях эксплуатации себестоимость перевозок автопоездом на 25...30% ниже, а производительность в среднем в 1,5 раза выше, чем у одиночного автомобиля.

Автопоезда (рисунок 92) состоят из автомобилей-тягачей, прицепов и полуприцепов. Автопоезда подразделяются на прицепные, седельные и роспуски.

Прицепной автопоезд состоит из грузового автомобиля и одного или нескольких прицепов. Седельный автопоезд состоит из седельного автомобиля-тягача и полуприцепа, передняя часть которого закреплена на тягаче.



Рисунок 92. Автопоезд

Автомобили высокой проходимости способны преодолевать рвы, ямы и другие подобные препятствия. Это автомобили со всеми ведущими мостами, число которых три и более. Колесные формулы автомобилей высокой проходимости – 6×6 и 8×8.

### 3.1.2 Классификация и индексация автодорожного подвижного состава

Различают подвижной состав общего назначения, специализированный и специальный. Подвижной состав *общего назначения* служит для выполнения различных транспортных перевозок, *специализированный* – только для определенных транспортных перевозок, а *специальный* – для производства разнообразных нетранспортных работ.

Подвижной состав автомобильного транспорта очень разнообразен. Его можно классифицировать (рисунок 93) по назначению и проходимости.

Подвижной состав автомобильного транспорта *по назначению* подразделяется на три группы: грузовой, пассажирский и специальный.

К грузовому подвижному составу относятся грузовые автомобили, автомобили-тягачи, прицепы и полуприцепы.

Грузовой подвижной состав в зависимости от характера его использования делят на подвижной состав общего назначения имеют опрокидывающийся бортовой кузов и используются для перевозки грузов всех типов (кроме жидких) без тары. К специализированному подвижному составу относятся автомобили, прицепы и полуприцепы, предназначенные для перевозки грузов определенных видов. Применение специализированного подвижного состава, особенно автомобильных поездов, позволяет повысить провозные возможности автотранспортных предприятий и снизить себестоимость перевозок.

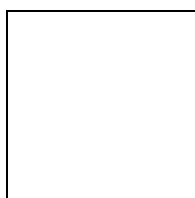


Рисунок 92. Классификация подвижного состава автомобильного транспорта

К пассажирскому подвижному составу относятся автобусы, легковые автомобили, пассажирские прицепы и полуприцепы.

Специализированный подвижной состав включает в себя автомобили, прицепы и полуприцепы и предназначается для выполнения не транспортных работ, а технологических операций. При этом на нем устанавливается, в зависимости от назначения, специальное оборудование – пожарные машины, автокраны, передвижные ремонтные мастерские и др.

Легковые автомобили (рисунок 93) подразделяются на следующие классы в зависимости от рабочего объема цилиндра двигателя, л:

- особо малый – до 1,2;
- малый – 1,2...1,8;
- средний – 1,8...3,5;

- большой – свыше 3,5;
- высший – не регламентируется.

По назначению автобусы подразделяются на городские (внутригородские и пригородные), местного сообщения (для сельских перевозок), междугородные и туристские.

В основе классификации автобусов (рисунок 94) положена их длина, м:

- особо малый – до 5,0;
- малый – 6,0 ... 7,5;
- средний – 8,0 .... 9,5;
- большой – 10,5 .... 12,0;
- особо большой (сочлененный) – 16,5 и более.

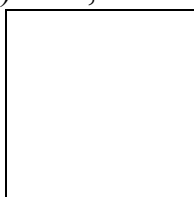


Рисунок 93. Классификация и индексация легковых автомобилей (в зависимости от рабочего объема цилиндров двигателя)

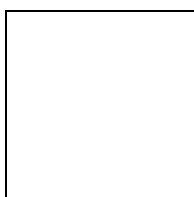


Рисунок 94. Классификация и индексация автобусов (в зависимости от их длины)

*Грузовые автомобили* (рисунки 95 и 96) разделены на семь классов в зависимости от их полной массы: первый класс (до 1,2 т), второй (свыше 1,2 до 2 т), третий (свыше 2 до 8 т), четвертый (свыше 8 до 14 т), пятый (свыше 14 до 20 т), шестой (свыше 20 до 40 т) и седьмой (свыше 40 т).

У грузовых автомобилей первая цифра индекса означает класс автомобиля по полной массе, вторая цифра индекса показывает тип грузового автомобиля (3 – бортовой, 4 – тягач, 5 – самосвал, 6 – цистерна, 7 – фургон, 9 – специальный). Третья и четвертая цифры – номер модели автомобиля, а пятая цифра – номер модификации.

*Прицепы и полуприцепы* (рисунок 97) маркируются четырехзначным цифровым индексом, перед которым ставится буквенное обозначение завода-изготовителя. При этом для различных моделей прицепов (полуприцепов) даются следующие две первые цифры индекса из четырех: легковые – 81(91), грузовые бортовые – 83(93), самосвальные – 85(95), цистерны – 86(96), фургоны – 87(97) и специальные — 89(99).



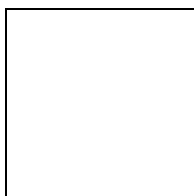


Рисунок 95. Классификация и первая цифра индексации грузовых автомобилей (в зависимости от полной массы)

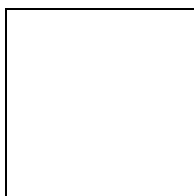


Рисунок 96. Вторая цифра индексации грузовых автомобилей (в зависимости от типа)

*По проходимости* подвижной состав подразделяется на дорожный и внедорожный. По степени приспособления к работе в различных дорожных условиях различают подвижной состав дорожной проходимости, предназначенный для работы по благоустроенным дорогам, и повышенной проходимости – для работы по неблагоприятным дорогам и в отдельных случаях – по бездорожью.

Все автомобили условно обозначают колесной формулой, где первая цифра обозначает число колес автомобиля, а вторая – число ведущих колес. При этом каждое из сдвоенных колес считается за одно колесо, например 4×2 – двухосный автомобиль с одним ведущим мостом, 6×4 – трехосный с двумя ведущими мостами, 6×6 – трехосный автомобиль со всеми ведущими мостами.

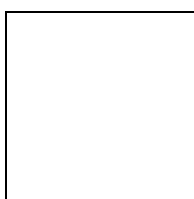


Рисунок 97. Классификация и индексация прицепов и полуприцепов

*По роду потребляемого топлива и виду двигателя* автомобили подразделяются на карбюраторные, дизельные, газобаллонные, газогенераторные, газотурбинные, электрические (электромобили).

Система индексации подвижного состава автотранспорта была введена в 1966г. Каждой новой модели автомобиля присваивается индекс, состоящий из четырех цифр. Первые две из них обозначают класс автомобиля:

- для легковых – по рабочему объему двигателя;
- для автобусов – по длине;

– для грузовых – по полной массе.

Вторые две цифры обозначают модель. Модификация моделей имеет дополнительную пятую цифру, обозначающую порядковый номер модификации. Перед цифровым индексом ставят буквенное обозначение завода-изготовителя.

Для примера рассмотрим обозначение некоторых автомобилей: легковой автомобиль Волжского автозавода с рабочим объемом двигателя 1,3 л – 21; шестая модель – 06 - ВАЗ-2106; автобус Павлодарского завода длиной 7,15 м – 32, первая модель - 01 – ПА33201; грузовой автомобиль бортовой Камского автозавода полной массой 15,2 т – 53, двадцатая модель – 20 – КамАЗ-5320.

Аналогично осуществляется индексация прицепного состава. В зависимости от полной массы назначаются последние две цифры индекса. Например, специальный полуприцеп–фургон – 99 Одесского завода полной массой 9 т – 25 обозначается ОдАЗ-9925; полуприцеп-рефрижератор – 97 полной массой 19,1 т – 72 – модель 9772, прицеп-тяжеловоз ЧМЗАП-8390 означает – Челябинский машиностроительный завод автомобильных прицепов, прицеп грузовой, полной массой свыше 24 т.

### 3.1.3 Зарубежная классификация автомобилей

**Класс автомобилей – это термин, используемый для отличия типов транспортных средств.** В разных странах мира исторически сложились и применяются в настоящее время различные системы классификации легковых автомобилей, использующие в качестве оснований классифицирования различные параметры – габаритные размеры, полезный объем пассажирского салона, массу, рабочий объем или мощность двигателя, место на потребительском рынке, и так далее. Давайте более подробно рассмотрим основные из них.

Например, в **Европе** действует классификация Европейской экономической комиссии, основанная на статье Европейской классификация легковых автомобилей, в основе которой лежат габаритные размеры машины (рисунок 98).

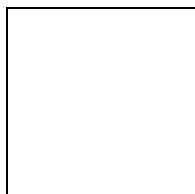


Рисунок 98. Европейская классификация автомобилей

Классификация Европейской экономической комиссии ориентирована скорее на сегментацию целевого рынка, нежели описание каких-либо конкретных характеристик автомобилей; рамки между сегментами размыты

и не ограничиваются такими параметрами, как габариты или масса. Факторы сегментации включают также такие параметры как цену, вид, набор опций и иные параметры.

С другой стороны, эти сегменты используются производителями для того, чтобы определить место автомобиля на рынке, при этом конкретные концепции автомобилей внутри одного сегмента могут обладать совершенно разными характеристиками, использовать разные технологии и набор опций в зависимости от производителя.

Данные сегменты используются для мониторинга рынка Европы. Жёсткое определение набора характеристик может серьёзно препятствовать эффективному анализу рынка.

В целом, рынок пассажирских автомобилей делится на следующие сегменты:

- **сегмент А**      особо малый класс (Mini cars);
- **сегмент В**      малый класс (Small cars);
- **сегмент С**      малый средний класс, или так называемый «гольф-класс» (Medium cars);
- **сегмент D**      средний класс (Larger cars);
- **сегмент E**      высший средний или бизнес-класс (Executive cars);
- **сегмент F**      высший представительский класс (Luxury cars);
- **сегмент S**      класс спортивных автомобилей, включающих кабриолеты и купе;
- **сегмент M**      класс многоцелевых автомобилей;
- **сегмент J**      класс внедорожников.

Рассмотрим подробнее каждый из сегментов.

**Класс А.** Сюда входят малогабаритные автомобили, предназначенные в основном для эксплуатации в городских условиях. Длина таких машин не должна превышать 3,6 м, а ширина до 1,6 м. Тип кузова – обычно 3-дверный, реже 5-дверный хэтчбек. Экономичны, но удобны лишь для двух человек и небольшого багажа. Типичные представители – *Smart, Daewoo, Ford K, Renault Twingo, Peugeot 106, Kia Picanto, Ока*.

**Класс В.** Это достаточно популярный в Европе класс машин, считающихся «чисто городскими», значительная часть которых имеет кузов хэтчбек и передний привод. Габариты автомобилей класса В: длина – 3,6...3,9 м; ширина – 1,5...1,7 м. Типичные представители: *Volkswagen Polo/Classic, Seat Ibiza и Cordoba, Ford Fusion, Peugeot 206, Fiat Punto, Opel Corsa, Таврия*.

**Класс С.** Так называемый низший средний класс, именуемый еще «гольф-классом», наиболее популярный в Европе (около 30%). Длина автомобиля «гольф-класса» – 3,9...4,4 м, ширина – 1,6...1,75 м. Типичные представители: *VW Golf и Bora, Ford Escort и Focus, Audi A3, Mercedes-Benz А-класса, Opel Astra, Peugeot 307, Honda Civic, Hyundai Accent, Toyota Corolla*, все «Жигули» с первой по пятнадцатую модель.

**Класс D.** Средний (или «полноценный» средний) класс. Один из наиболее динамично развивающихся классов автомобилей, представители которого все чаще соперничают с машинами следующего класса E. Автомобили этого класса, хетчбэки и седаны, многими считаются, и вправду, оптимальным транспортным средством, как по вместимости, так и по своим потребительским качествам. В D класс входят автомобили длиной 4,4...4,7 м и шириной 1,7...1,8 м. Типичные представители: *Audi A4, Opel Vectra, VW Passat, Ford Mondeo, Mercedes-Benz C-класса, BMW 3-й серии, Peugeot 406, «Волга»* от ГАЗ 24 до ГАЗ-3110.

**Класс E.** Высший средний или бизнес-класс. Параметры машин E-класса: длина – свыше 4,6 м, ширина – свыше 1,7 м. Автомобили данного класса отличает высокий уровень комфорта, внушительные размеры и, соответственно, высокая цена. Типичные представители: *Audi A6, BMW 5-й серии, Mercedes-Benz E-класса, Opel Omega, Toyota Camry, Renault Safrane.*

**Класс F.** Сосредоточил в себе комфортабельные мощные автомобили, а потому называется еще «люкс» или «представительским классом». Длина таких машин обычно свыше 4,6 м, ширина – свыше 1,7 м. Типичные представители: *Rolls-Royce, Jaguar XJ8, Mercedes-Benz S-класса, BMW 7-й серии, «Чайка»* ГАЗ-13, ГАЗ-14.

**Класс S.** Класс спортивных автомобилей, включающих кабриолеты и купе. Автомобили класса купе трудно разделить ни на лидеров, ни на аутсайдеров. Они занимают свою, особую нишу. Автомобили с кузовом купе вместимостью 4, 2+2 и, тем более, 2 посадочных места, характерны своей непрактичностью, и по сему, имеют очень маленький спрос (не более 12% продаж). Кроме такого недостатка, как маленькая вместимость, эти автомобили имеют ряд особенностей – низкий дорожный просвет, жесткая подвеска – которые делают их очень прихотливыми к выбору дорожного покрытия. Размеры кузова находятся в пределах: длина от 4,40 м до 4,75 м, ширина – 1,70...1,85 м. Автомобили класса «кабриолет», имеющие мягкий откидной верх, в основном востребованы в дорогих курортных городах. К представителям этого класса автомобилей можно отнести кабриолеты: *MINI Cabrio Cooper, Porsche Boxster S, Audi A3, Ford Mustang GT 500.*

**Класс M.** Минивэны. Автомобили этого класса предназначены, в основном, для семейных поездок, для путешествий, могут быть использованы в качестве офисных автомобилей. Вместимость минивэнов варьируется от 6 до 9 мест (включая место водителя). Минивэны могут быть использованы и для грузовых перевозок, для этого надо лишь демонтировать пассажирские сиденья. Размеры кузова колеблются в пределах: длина от 4,40 до 4,72 м, ширина – 1,70...1,85 м. Представителями это класса автомобилей являются *Ford C-Max, Ford Galaxy, Toyota Verso, VW Multivan PanAmericana, Hyundai H1, KIA Carens, KIA Carnival.*

**Класс J.** Внедорожники. Класс автомобилей «внедорожники» пользуется большим спросом в США, а вот в Европе спрос на автомобили такого класса составляет около 3% продаж. Автомобили этого класса

отличаются очень прочной подвеской, имеют колесную формулу 4x4, усиленный кузов, что обеспечивает безопасность и повышенную проходимость. Кузов внедорожника – трех- или пяти- дверный «универсал». Вместимость внедорожника от 4 до 9 посадочных мест. Размеры кузова колеблются в пределах: длина – 4,58...4,80 м, ширина – 1,71...1,90 м. Внедорожники можно разделить как минимум, на 3 класса:

- малый класс, представители *Suzuki Jimny* и *Daihatsu Terios*;
- средний класс, представители *Honda CR — V*;
- большой класс, представители *Chevrolet Tahoe* и *Jeep Grand Cherokee*.

На самом деле, это автомобили разных типов, объединенных только названием. Вдобавок, автомобили этого класса делят на быстроходные, предназначенные для езды по хорошим, ровным дорогам. Это *Lexus RS 300*, *Range Rover*. А есть и работяги, способные с равным успехом передвигаться и по ровной дороге, и по серьезной пересеченке – *Mercedes-Benz* класса *G*, *Nissan Patrol GR*.

Более узкое определение рынка не было востребовано, поэтому осталось открытым.

Имеется также **классификация автомобилей по типу кузова:**

- *однообъемник* – кузов, состоящий из объединенных в одно целое пассажирского отсека и отсеков для двигателя и багажа;
- *двухобъемник* – кузов, состоящий из 2-х отсеков: один для двигателя или багажа, второй – для размещения пассажиров и багажа (двигателя);
- *трехобъемник* – кузов, состоящий из трех отсеков: один для двигателя или багажа, второй – для размещения пассажиров, и третий – для багажа (двигателя);
- *салон* – пассажирский отсек кузова.

Имеются следующие **типы кузовов:**

- **кабрио** (фр. «cabriolet») – первоначально легкий двухколесный одноконный экипаж; начиная с 1930-х – прогулочный открытый кузов с убирающимся верхом («convertible»). Форма кузова – любая, за исключением автомобилей с люками в крыше или съемной жесткой крышей. В ранних кабриолетах заднее сидение могло быть откидным. Термин скорее центрально-европейский и сильно пересекается с «родстером»; итальянские производители предпочитают «Barchetta»;
- **купе (coupe)** (фр. «couper») – закрытый кузов спортивного типа с 2-мя боковыми дверьми (двух- или трехобъемник). Термин близок, но не вполне эквивалент «двухдверному седану». Такой тип близок спортивным машинам – стремительного, динамичного вида. В отличие от трехдверного хэтчбека, в свою очередь, у купе салон разделен с багажником. Главное для купе – стильный вид и удовольствие от процесса езды;
- **кроссовер** – термин «crossover» суть пересечение типов или «мутирование» (например, изменяемый кузов, превращающий 6-местный

универсал в 4-местный седан), но чаще понятие связывают с многофункциональным автомобилем (в США: «многофункциональный путешественник», multi-activity cruiser, например пикап *Spor Trac*). К представителям можно отнести *Audi SteppenWolf*, *Volvo CrossCountry*, *Porsche Cayenne*, *Nissan Murano*, *Lexus RX/LX*, *Infiniti FX*, *Cadillac SRX* и другие. Очевидно, что стремление совместить качества внедорожников/универсалов с комфортом новейших седанов – одно из направлений автопроизводителей;

- **лимузин** (нем. «limousine») – представительский автомобиль с перегородкой (подъемным стеклом) между первым и остальными сиденьями. Однако в Германии исторически под «лимузином» часто понимают и тип кузова «седан» (когда появились седаны, их поначалу иногда называли «лимузинами с самоуправлением»);
- **минивэн** (дословно «маленький грузовой фургон») – универсал повышенной вместимости с коротким капотом. Однообъемный кузов, сочетающий в себе черты легкового автомобиля и микроавтобуса. Кузов выше универсала, в пассажирском салоне обычно три ряда сидений, при этом компоновка минивэнов может быть самой различной.
- **пикап** (от англ. «pick up», «подбирать») – тип кузова грузопассажирских автомобилей с открытой платформой (кабина может быть как одноместная, так и многоместная, особенно у американских и японских моделей). Автомобили с таким типом кузова обычно полноприводные;
- **родстер** («roadster») – кузов открытых автомобилей полу-спортивного типа на двоих (редко, с детскими местами сзади). Крыша складывается в отделение за сиденьем или в багажник. Из-за многообразия моделей термин имеет сильные пересечения с «кабрио» и «convertible» – и иногда их сложно разделить, тем более, что сейчас множество моделей отклоняются от раннего смысла «родстеров» (так, фирма Mercedes-Benz отличает кабрио от родстеров тем, что складывающийся верх у первых мягкий, у вторых – жесткий складной);
- **седан** «стандартный трехобъемник» – самый распространенный тип кузова с четырьмя боковыми дверьми (бывает с шестью, но очень редко). Багажное отделение структурно отделено от салона. Седан считается самым комфортным и престижным после лимузина. Французы и итальянцы иногда называют этот тип кузова «berlina», англичане-британцы – «saloon».
- **универсал** – под общей крышей объединены пассажирский салон и грузовой (багажный) отсек с задней, почти вертикальной дверью. Универсал относится к грузопассажирским автомобилям – как правило, в классических универсалах все сиденья, кроме водительского, имеют возможность складываться. Другие названия кузова универсал – «комби», «wagon» и «туринг» (название моделей с кузовом универсал фирмы БМВ);



- **фастбэк** – кузов автомобиля с двумя или четырьмя дверьми и очень плавно сходящей назад крышей. Изолированный от салона багажник;
- **хэтчбэк** (от англ. «hatch-back» – «задний люк»). «Практичные авто» с тремя или пятью дверьми, одна из которых является «задней». По сути, это среднее между седаном и универсалом (еще не универсал, но уже не седан) с нечетным числом дверей (с учетом крышки багажного отсека). Хэтчбэки – вторые по распространенности после седанов – широкая задняя дверь позволяет перевозить достаточно крупные предметы. По сути, можно было бы отнести к хэтчбэкам множество разных автомобилей, однако обычно термин применяют к компактным машинам эконом-класса;
- **вседорожник, SUV** («off-road»; «Sport utility vehicle») – автомобиль повышенной проходимости, с большим дорожным просветом. В большинстве случаев оснащен полным приводом (4WD). Обычно кузов имеет заднюю дверь. Иногда такие автомобили называют «джип», что на самом деле является названием американской автомобильной марки (Jeep), долгое время производившей вседорожники для армии США.

Организация **EuroNCAP** применяет для проходящих краш-тесты моделей собственную классификацию с целью разграничения категорий автомобилей, сравнимых между собой по актуальным для пассивной безопасности параметрам – размерам, массе и типу кузова:

- Superminis;
- Small family cars (а также – седаны-супермини вроде *Renault Logan*);
- Large family cars;
- Executive cars (дорогие автомобили длиной более 4,8 м);
- Roadsters (двухместные открытые автомобили);
- Small off-roaders (маленькие внедорожники);
- Large off-roaders (большие внедорожники);
- Small MPVs (маленькие минивэны);
- Large MPVs (большие минивэны).

Во **Франции** система классификации автомобилей использовалась для налогообложения автотранспорта.

До 1998 года ключевым элементом этой системы было понятие *фискальной* (или *налоговой*) *лошадиной силы* – *Cheval vapeur fiscal, CV*, в которых измерялась условная величина мощности мотора, рассчитываемой с целью определения его налоговой категории.

Величина налоговой мощности рассчитывалась в зависимости от количества цилиндров, диаметра цилиндра и хода поршня, а также максимальных рабочих оборотов двигателя, и не имела отношения к реальной мощности мотора. Конкретная формула расчёта CV менялась в 1958 году, затем снова в 1978.

Некоторые французские производители автомобилей даже использовали налоговую мощность двигателя в качестве обозначения своих моделей. Например, *Citroën 2CV* имел 2 налоговые лошадиные силы, мощность мотора при этом составляла 9 л.с. *Citroën Traction Avant*, или *Citroën 7CV*, имел 7 налоговых лошадиных сил, а его двигатель развивал уже 32 л.с.

С июля 1998 года для расчёта налогов стала использоваться реальная мощность двигателя в кВт.

В **Испании** в качестве основания для классификации также используется условная налоговая мощность двигателя. Она рассчитывается в зависимости от рабочего объёма двигателя.

Кроме того, в настоящее время используется коэффициент пересчёта для экологически «грязных» двухтактных двигателей, делающий их использование менее выгодным с точки зрения налогов.

В **Северной Америке** исторически сложилась система классификации автомобилей, основанная на длине колесной базы и (в последнее время) объеме полезного пространства салона (*interior passenger space*). Критерии классификации претерпевали серьезные изменения с течением времени.

В **США** в настоящее время (с 1985 года), согласно документу *Title 40 – Protection of Environment, Section 600.315-82 Classes of comparable automobiles*, в рамках данной классификации, выделяются по полезному объему салона:

- **Мини** (*minicompact car*, до 85 кубических футов), примерно соответствует европейским **A-B**.
- **Субкомпакты** (*sub-compact cars, subcompacts*, 85...99,9), примерно соответствует европейскому **C**.
- **Компакты** (*compact cars, compacts*, 100...109,9), примерно соответствует европейскому **C-D**.
- **Среднеразмерные автомобили** (*mid-size cars, intermediates*, 110...119,9), примерно соответствует европейскому **D-E**.
- **Полноразмерные автомобили** (*large cars, full-size cars, standard size cars*, 120 и более), примерно соответствует европейскому **F**.

Отдельные категории по объему салона существуют для автомобилей с кузовом «универсал»:

- **Small station wagon** (до 130 куб. футов)
- **Midsize station wagon** (130...160)
- **Large station wagon** (более 160)

По аналогии с этой классификацией, в Америке внедорожники, называемые SUV – *Sport-Utility Vehicles*, так же делят на:

- **Full size SUV**
- **Midsize SUV**
- **Compact SUV**

Однако, цифры многократно пересматривались, а вплоть до 1980-х годов в основе этой классификации лежал параметр длины колесной базы. Ситуация такова, что скажем «компакты» 1970-х годов по современным меркам соответствуют среднеразмерным, или даже полноразмерным автомобилям.

Современные **полноразмерные** автомобили: *Ford Taurus, Chevrolet Impala, Dodge Charger, Toyota Avalon, Nissan Maxima, Honda Accord, Hyundai Genesis, Kia Cadenza, Toyota Camry.*

Современные **среднеразмерные** автомобили: *Chevrolet Malibu, Ford Fusion* (Северная Америка).

Современные **компакты**: *Chevrolet Cruze, Ford Focus, Hyundai Elantra, Dodge Dart, Volkswagen Jetta.*

Современные **субкомпакты**: *Chevrolet Aveo, Ford Fiesta, Opel Corsa.*

В **Канаде** принята классификация, близкая к американской, но объем салона устанавливается в литрах (таблица 5).

Таблица 5.

#### Канадская классификация автомобилей

Класс	Two-seater	Subcompact car
	Compact car	Mid-size car
	Full-size car	Объем салона
	Two-seater	Subcompact car
	Compact car	Mid-size car
	Full-size car	Объем салона
	Subcompact car	Compact car
	Mid-size car	Full-size car

car	Объе м салона Compact
car	Mid- size
car	Full- size
car	Объе м салона Mid-size
car	Full- size
car	Объе м салона Full-size
car	Объе м салона Объем салона
Класс	Two- seater Subc ompact
car	Compac t car Mid- size
car	Full- size
car	Объе м салона Two- seater Subc ompact
car	Compac t car Mid- size
car	Full- size
car	Объе м салона Subcompact
car	Compac t car Mid- size
car	Full- size
car	Объе м салона































В Японии принята очень простая классификация:

- **Keijidosha** (легкий класс, *kei-cars*): эти автомобили пользуются большим количеством льгот. В настоящее время критерии этого класса – длина не более 3,4 м, ширина не более 1,48 м, высота не более 2 м и двигатель не более 660 см<sup>3</sup>. В наше время в этот класс попадает очень немного автомобилей из-за жесткого ограничения рабочего объема двигателя.
- **Small size vehicles**, часто называемые «5 number» по числу знаков в префиксе номерного знака. Длина не более 4,7 м, ширина до 1,7 м, высота до 2 м и двигатель не более 2000 см<sup>3</sup>. Фургоны, грузовики и универсалы этого класса в Японии получают номера с четырехразрядным префиксом. Следует заметить, что ввиду работы японского автопрома преимущественно на экспорт эти рамки редко соблюдаются в наше время, и зачастую даже автомобили, имеющие длину до 4,7 м, не попадают в этот класс по ширине или объему двигателя.
- **Normal size vehicles**, или «3 number» (автобусы и грузовики этого класса получают номера, начинающиеся соответственно с 1 или 2 знаков), сюда относятся автомобили длиннее 4,7 м, шире 1,7 м, выше 2 м или с двигателями объемом более 2000 см<sup>3</sup>. В прошлом многие модели выпускались в двух вариантах, для внутреннего рынка использовались «урезанные» длиной немного менее 4,7 м и шириной несколько меньше 1,7 м, а на экспорт шли в «полноразмерных» вариантах, например *Honda Legend*. В наше время так поступают только производители фургонов и микроавтобусов.

В Китае классификация, разработанная China Automotive Technology and Research Center (CATARC), – по сути ближе к японской, хотя названия классов ближе к европейской.

- **Small cars**, или A<sub>0</sub>-segment: длина до 4 м (приблизительно соответствует европейским А– и В).
- **Category A** (A–segment): автомобили с двухобъемными кузовами длиной от 4 до 4,5 м, или с трехобъемными двигателем до 1600 см<sup>3</sup>.
- **Category B** (B–segment): автомобили длиннее 4,5 м с двигателями свыше 1600 см<sup>3</sup>.
- **Multi-Purpose Vehicles**, или MPV: более 2х рядов сидений.
- **Sport Utility vehicles**, или SUVs: внедорожники.

И в заключении, хотелось бы привести соотношение различных классификаций, сведенное в таблицу 6.

Таблица 6.

## Классификация легковых автомобилей по размеру

США	Великобритания	РФ	Сегмент	Euro NCAP 1997-2009	Примеры
Microcar	Microcar, Bubble car	Мотоколяска	А-класс		Isetta, Smart Fortwo
City car	Городской автомобиль			Supermini	Supermini Малый класс B-класс Volkswagen Polo, Ford Fiesta, Peugeot 208, Opel Corsa, Citroën DS3, Kia Rio Compact car Small family car
Compact car	Small family car	Гольф-класс, Малый средний	C-класс	Small family car	Volkswagen Golf, Ford Focus, Peugeot 308, Opel Astra, Hyundai Elantra, Honda Civic, BMW 1
Entry-level luxury car	Compact executive car				Audi A4, BMW 3, Mercedes-Benz C-класс

Продолжение таблицы 6.

Великобритания	РФ	Сегмент	Euro NCAP 1997-2009	Примеры	Sports car Sports car Спорткар S-класс – Chevrolet Corvette, Porsche 911 Grand tourer Grand tourer Гран туризмо Sports car
Grand tourer	Grand tourer	Гран туризмо		–	Jaguar XK, Maserati GranTurismo
Convertible	Convertible	Кабриолет		–	Mercedes-Benz CLK-класс, Volvo C70, Volkswagen Eos
Leisure activity vehicle	–	M-класс	Small MPV	Peugeot Partner, Škoda Roomster	– Mini MPV Микровэн Ford B-Max, Opel Meriva, Honda Fit Compact minivan
Compact minivan	Compact MPV, Midi MPV	Компактвэн			Ford C-Max, Opel Zafira, Volkswagen Touran, Renault Scenic
Mini 4×4	–	J-класс	Small Off-Road 4×4	Daihatsu Terios, Mitsubishi Pajero iO,	Compact SUV Compact 4×4 Компактный кроссовер Jeep Liberty, Honda CR-V, Kia Sportage, Toyota RAV4 – Compact SUV
Coupe SUV	Внедорожное				SUV Тяжёлый внедо-

Suzuki Jimny Compact SUV	купе					роз
--------------------------------	------	--	--	--	--	-----



Мини-пикап	Пикап	Пикап	–	Pick-up	Chevrolet Montana, Fiat Strada, Volkswagen Saveiro
Среднеразмерный пикап					Chevrolet Colorado, Ford Ranger, Mitsubishi Triton/L200, Nissan Navara
Полноразмерный пикап					Dodge Ram, Ford F-150, GMC Sierra, Nissan Titan, Toyota Tundra
Пикап-гигант					Chevrolet Silverado, Ford Super Duty, Ram Heavy Duty

### 3.1.4 Вопросы для самопроверки

1. Что называется подвижным составом автомобильного транспорта?
2. Что называется автомобилем?
3. Для чего предназначен пассажирский подвижной состав?
4. Для чего служат легковые автомобили?
5. Для чего служат автобусы?
6. Для чего служит грузовой подвижной состав?
7. Охарактеризуйте грузовые автомобили.
8. Охарактеризуйте автопоезда.
9. Приведите классификацию автомобильного транспорта.
10. Приведите классификацию легковых автомобилей.
11. Приведите классификацию автобусов.
12. Приведите классификацию грузовых автомобилей.
13. Приведите классификацию прицепов и полуприцепов.
14. Расшифруйте индексацию легковых автомобилей. Приведите примеры.
15. Расшифруйте индексацию автобусов. Приведите примеры.
16. Расшифруйте индексацию грузовых автомобилей. Приведите примеры.
17. Расшифруйте индексацию прицепного состава. Приведите примеры.

## 3.2 Автомобили общего назначения. Тракторы и пневмоколесные тягачи

### 3.2.1 Автомобили общего назначения

**К автомобилям общего назначения** (рисунок 99) относятся автомобили с открытой платформой и откидными бортами для перевозки любых видов грузов (см. рисунок 99,*а*) в том числе автомобили повышенной проходимости (см. рисунок 99,*б*) со всеми ведущими колесами, а также оборудованные сцепным седельным устройством *1* (см. рисунок 99,*в*) для буксировки прицепов и полуприцепов. Вместе с прицепом или полуприцепом автомобиль образует *автопоезд*.

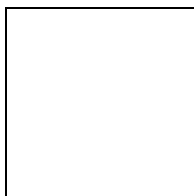


Рисунок 99. Грузовые автомобили общего назначения:

- а – с открытой платформой и откидными бортами для перевозки любых видов грузов; б – повышенной проходимости; в – оборудованные сцепным седельным устройством для буксировки прицепов и полуприцепов

По проходимости различают автомобили *дорожные, внедорожные (карьерные), повышенной и высокой проходимости*. Дорожные автомобили предназначены для эксплуатации по общей сети автомобильных дорог. Внедорожные автомобили, отличающиеся большими габаритными размерами и повышенной грузоподъемностью, применяют на стройках и разработках карьеров строительных материалов, обустроенных дорогами со специальным основанием. Автомобили повышенной высокой проходимости рассчитаны на работу в тяжелых дорожных условиях и по бездорожью. Повышенная проходимость достигается за счет увеличения числа ведущих осей, применения шин широкого профиля с развитыми грунтозацепами и с регулируемым давлением воздуха в них, самоблокирующихся дифференциалов, уменьшения радиуса поворота и других мер.

В зависимости от типа двигателя автомобили повышенной и высокой проходимости делятся на *колесные, колесно-гусеничные, на воздушной подушке и автомобили-амфибии*. В строительстве применяют, в основном, колесные полноприводные автомобили.

По грузоподъемности грузовые автомобили делят на следующие классы: *особо малой* (до 1 т), *малой* (1...2 т), *средней* (2...5 т), *большой* (более 5 т) и *особо большой грузоподъемности*. К последним относятся внедорожные

грузовые автомобили. Грузоподъемность отечественных грузовых автомобилей составляет от 1...110 т.

Для безопасного движения на дорогах и в городах длина двухосного автомобиля не должна превышать 11 м, автомобиля с большим количеством осей – 12м, автопоезда – 22 м; ширина и высота для всех автомобилей и автопоездов соответственно не более 2,5 и 3,8 м.

Конструкция грузовых автомобилей характеризуется компоновочной схемой, применяемым двигателем, трансмиссией, ходовой частью, механизмами управления. Наиболее распространены компоновочные схемы – «кабина за двигателем» и «кабина над двигателем». Последняя получает все большее распространение, особенно в конструкциях автомобилей большой грузоподъемности благодаря удачному распределению массы по осям как в нагруженном, так и в порожнем состоянии, а также использованию кузова наибольшей длины при минимальной общей длине автомобиля.

Для более полного соответствия автомобиля виду перевозимого груза часто одну и ту же модель выпускают в нескольких модификациях, отличающихся базой (расстоянием между передней и задней осями) и, следовательно, длиной кузова. Шасси с самой короткой базой применяют под кузов самосвала, предназначенного для перевозки грузов с большой объемной массой, а также для седельных тягачей. На шасси с длинной базой ставят кузова больших размеров, с которыми можно достаточно хорошо использовать грузоподъемность автомобиля даже при перевозке легковесных грузов.

**Грузовой автомобиль** состоит (рисунок 100) из шасси, кузова и двигателя (карбюраторного, дизеля или газотурбинного). В приводах грузовых автомобилей преимущественное применение получили дизели благодаря более высоким КПД по сравнению с карбюраторными двигателями, меньшей токсичности отработавших газов и большому сроку службы. Газотурбинные двигатели применяют на автомобилях особо большой грузоподъемности, а карбюраторные – на машинах малой и средней грузоподъемности.

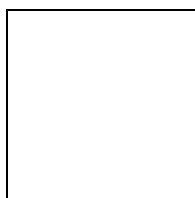


Рисунок 100. Составные части автомобиля общего назначения

**Шасси** включает силовую передачу (трансмиссию), ходовую часть, механизмы управления и электрооборудование.

**Трансмиссия** передает вращающий момент от двигателя к движителю (колесам). Она может быть *механической, электромеханической и*

*гидромеханической*. Наиболее распространена механическая трансмиссия (рисунок 101), обычно состоящая из сцепления 1, коробки передач 2, карданной передачи 3 и 4, главной передачи, дифференциала и полуосей, смонтированных в одном корпусе и образующих ведущий мост 6. Сцепление представляет собой нормально замкнутую дисковую фрикционную муфту, с помощью которой кратковременно разъединяют и плавно соединяют двигатель с последующими элементами трансмиссии. Коробку передач обычно выполняют со ступенчатым регулированием скоростей, включая заднюю скорость. Карданная передача представляет собой два телескопически (на шлицах с возможностью взаимного осевого перемещения) соединенных вала с универсальными шарнирами для соединения с коробкой передач и главной передачей ведущего моста. Благодаря такой конструкции карданная передача может передавать вращение при непрерывных линейных и угловых смещениях ведомой части (главной передачи) относительно ведущей части (коробки передач). Главная передача представляет собой конический зубчатый редуктор. Дифференциал обеспечивает вращение полуосей с колесами без проскальзывания последних независимо от дорожных условий.



1 – сцепление;  
 2 – коробка передач; 3, 4 –  
 карданная передача;  
 5 – рама;  
 6 – ведущий мост; 7, 8 – рессорная  
 упругая подвеска.

Рисунок 101. Шасси грузового автомобиля ЗИЛ-130

Гидромеханические (с гидротрансформатором вместо муфты сцепления) и электромеханические трансмиссии применяют, в основном, в приводах карьерных самосвалов особо большой грузоподъемности. В последнее время в приводах тяжелых грузовых автомобилей и тягачей стали применять гидрообъемные трансмиссии с мотор-колесами.

**Ходовая часть** грузового автомобиля включает раму 5, подвеску, оси (мосты) и колеса. На раме устанавливают кузов, кабину, двигатель, коробку передач и другие узлы и механизмы. Рессорная упругая подвеска 7 и 8 соединяет раму с мостами. В качестве упругих элементов в подвесках применяют также витые пружины, торсионы, пневматические и гидропневматические элементы. В ее состав включают также гидравлические амортизаторы. На большинстве автомобилей малой и средней грузоподъемности применяют дисковые колеса, состоящие из диска, обода и пневматической шины, а на автомобилях большой грузоподъемности – бездисковые колеса с ободом, крепящимся непосредственно к ступице.

**Механизмы управления** грузовыми автомобилями включают рулевое управление, управление скоростями передвижения (обычно рычажное) и

тормозную систему. Рулевое управление служит для изменения направления движения автомобиля поворотом передних колес вместе с цапфами, на которых они установлены, посредством рулевого механизма (червячной, винтовой, кривошипной или реечной передачи), связанного валом с рулевым колесом и системой привода с цапфами передних колес (*рулевой трапеции*). Для облегчения управления в рулевой привод вводятся гидравлические, пневматические или гидропневматические усилители. Рулевой привод обеспечивает одновременный поворот управляемых колес на разные углы с их качением без бокового скольжения. Для повышения маневренности двухосных автомобилей управляемыми делают все колеса, а в четырехосных автомобилях – только две передние оси. Колеса прицепов-ропусков или полуприцепов автопоездов также выполняют поворотными.

**Тормозная система** служит для замедления движения и полной остановки (ножной тормоз), а также для удержания автомобиля на месте (стояночный ручной тормоз). На каждом колесе устанавливают колодочный или дисковый тормозной механизм, приводимый в действие гидравлической, пневматической или гидропневматической системами. Гидравлический тормозной привод, обычно с вакуумным или пневматическим усилителем, применяют на автомобилях малой грузоподъемности. На остальных автомобилях устанавливают преимущественно пневматический привод с питанием сжатым воздухом от компрессора, приводимого двигателем автомобиля. Стояночный тормоз действует обычно только на ведущие колеса. Для повышения надежности тормозов применяют отдельный привод от одной педали на передние и задние колеса и дублированный привод на задние колеса. Автомобили большой грузоподъемности чаще оборудуют дополнительными тормозами-замедлителями с независимым от двигателя электрическим или гидравлическим тормозящим устройством.

### 3.2.2 Тракторы

*Трактором* называют самодвижущуюся гусеничную или колесную машину, предназначенную для передвижения прицепных навесных строительных, дорожных, сельскохозяйственных и других машин, а также используемую в качестве базы для создания строительных и дорожных машин.

По назначению (рисунок 102) тракторы разделяют на сельскохозяйственные общего назначения, промышленные, транспортные и специальные.

В строительстве **сельскохозяйственные тракторы** (рисунок 103) используют ограниченно из-за их непригодности для длительной работы на малых скоростях (2,5...5 км/ч), с навесным оборудованием, а также из-за малого тягового усилия по сцепной массе. Они также не обладают необходимой для строительных работ проходимостью.

**Промышленные тракторы** (рисунок 104) характеризуются большими, чем у сельскохозяйственных тракторов тяговыми усилиями. Их используют на земляных, дорожно-строительных, мелиоративных и других работах в агрегате с различными навесными и прицепными орудиями. Чаще промышленные тракторы оборудуют гидроприводом для питания рабочего оборудования, использующего до 70% мощности двигателя. Все колеса промышленных колесных тракторов, эксплуатируемых с навесным оборудованием, выполняют, как правило, ведущими, одного размера, с одинаковым распределением веса трактора на переднюю и заднюю оси, благодаря чему обеспечивается высокое тяговое усилие по сцепной массе, удовлетворительная устойчивость и высокая проходимость. Максимальная скорость передвижения гусеничных тракторов обычно составляет 12 км/ч, а колесных тракторов – 40 км/ч.

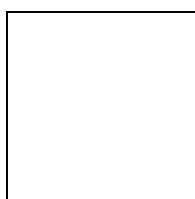


Рисунок 102. Классификация тракторов по назначению

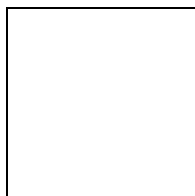


Рисунок 103. Трактор сельскохозяйственный

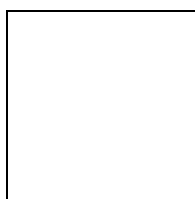


Рисунок 104. Трактор промышленный

**Транспортные тракторы** (рисунок 105) оборудуют грузовой платформой для перевозки грузов, а **специальные тракторы** (рисунок 106) – лебедками, платформами, подъемниками и другими устройствами для выполнения специальных работ.

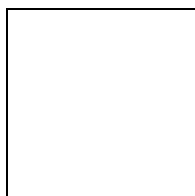


Рисунок 105. Трактор транспортный

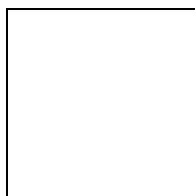


Рисунок 106. Трактор специальный

Основным показателем, по которому тракторы разделяют на классы, является *тяговое усилие*. Максимальное тяговое усилие гусеничных тракторов ограничено сцепным весом машины вместе с навесным оборудованием, а для колесных тракторов – общим весом, приходящимся на ведущие колеса.

Гусеничный движитель соединяется с остовом трактора по схеме полужесткой (с шарниром в задней части и рессорами – в передней) и мягкой (с подпружиненными независимыми или балансирными опорными катками) подвески. Движители колесных тракторов обычно соединяют с остовом по схеме мягкой подвески – через пружины и рессоры попарно на одной оси.

Для привода тракторов применяют дизели, реже – карбюраторные двигатели с механической, гидромеханической и электромеханической трансмиссиями. В тракторах, используемых для навески строительного рабочего оборудования, широкое применение получили первые два вида трансмиссий. Гусеничные тракторы с передним расположением двигателя (рисунок 107,*а*) и колесные тракторы с передними управляемыми колесами (рисунок 107,*б*) имеют сходные кинематические схемы механических трансмиссий. Для поворота колесного трактора одно из его колес затормаживают, но направление передвижения при повороте определяется текущим углом поворота управляемых колес. При этом неизбежно проскальзывание одного или обоих колес, что снижает долговечность шин.

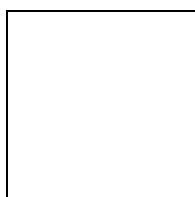


Рисунок 107. Тракторы:



гусеничные с передним (а) и задним (б) расположением двигателя; пневмоколесные с передними управляемыми колесами (в) и шарнирно-сочлененной рамой (г)

В гидромеханических передачах вслед за двигателем устанавливают гидротрансформатор (вместо муфты сцепления), автоматически изменяющий скорость движения трактора в зависимости от внешней нагрузки. В гусеничных тракторах с электромеханической трансмиссией движение ведущим звездочкам гусениц сообщается тяговым электродвигателем постоянного тока, питаемым от приводимого двигателем трактора генератора, через бортовые фрикционы и редукторы. Система привода дизель-генератор-электродвигатель упрощает кинематическую схему передачи и обеспечивает бесступенчатое регулирование скорости передвижения в широких пределах. Гидромеханическая и электрическая силовые передачи наиболее полно отвечают режиму работы тракторов с прицепным и навесным оборудованием строительных машин.

У пневмоколесных тракторов с шарнирно сочлененными рамами (рисунок 107,з) каждая из полурам опирается соответственно на ведущий и управляемый мосты. Для поворота трактора с помощью гидроцилиндров изменяют угол между продольными осями передней и задней полурам (до  $40^\circ$  в каждую сторону). По сравнению с тракторами с передними управляемыми колесами тракторы с шарнирно сочлененными рамами имеют меньший радиус разворота и соответственно обладают большей маневренностью.

### 3.2.3 Пневмоколесные тягачи

Пневмоколесные тягачи используют в строительстве как базовые машины для работы с различным прицепным и навесным рабочим оборудованием (рисунок 108). Они обладают высокой тяговой характеристикой, транспортными скоростями (до 50 км/ч и более), большим диапазоном изменения скоростей и хорошей маневренностью, что способствует достижению высокой производительности машин, создаваемых на их базе. Пневмоколесные тягачи обычно собирают из узлов и деталей тракторов и тяжелых автомобилей серийного производства при широкой степени унификации, что делает их конструкцию более дешевой и долговечной. Мощность двигателя достигает 900 кВт при нагрузке на ось 750 кН и более.

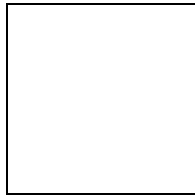


Рисунок 108. Прицепное и навесное рабочее оборудование пневмоколесных тягачей:

а – скрепер; б – землевоз; в – кран; г – цистерна для цемента и жидкостей; д – тяжеловоз; е – кран-трубоукладчик; ж – траншейный экскаватор; з – корчеватель; и – бульдозер; к – рыхлитель; л – погрузчик

Тягачи мощностью 12...25 кВт имеют обычно гидрообъемный привод с бесступенчатым регулированием скоростей. Тягачи мощностью 30...300 кВт чаще выпускаются в двух исполнениях – с гидромеханическими и механическими трансмиссиями, а тягачи большой мощности (более 300 кВт) – с мотор-колесами и шинами диаметром до 3 м и шириной более 1 м с автоматически изменяемым давлением воздуха в них в зависимости от дорожных условий. Система управления двигателями мотор-колес позволяет сообщать каждому из них различные моменты и угловые скорости, а при разворотах – и направление вращения, чем обеспечивается высокая маневренность в стесненных дорожных условиях.

В зависимости от числа осей (рисунок 109) пневмоколесные тягачи могут быть одноосными и двухосными.



Рисунок 109. Классификация пневмоколесных тягачей в зависимости от числа осей

**Одноосный тягач** (рисунок 110) состоит из шасси, на котором установлен двигатель *б* (рисунок 111), силовая передача, два ведущих колеса, кабина и опорно-цепное устройство, стоящее из стойки *2*, которая может качаться относительно продольной горизонтальной оси, закрепленной на раме тягача, что позволяет полуприцепу перекашиваться относительно тягача в вертикальной плоскости, и вертикального шкворня для соединения тягача с полуприцепом. Поворот тягача относительно полуприцепа на  $90^\circ$  в каждую сторону обеспечивается двумя гидроцилиндрами *4*. Гидромеханическая силовая передача состоит из раздаточной коробки *7*, гидротрансформатора *8*, коробки перемены передач *9*, карданных валов *10* и *12*, моста с главной передачей и дифференциалом *11*, полуосей *13* и планетарных редукторов *14*, встроенных в ступицы колес. От раздаточной коробки через вал *12* приводятся один или несколько насосов *5* для обеспечения работы исполнительных органов прицепного орудия. Управляют тягачом и рабочим оборудованием с помощью блока *1*.



Рисунок 110. Тягач одноосный

Рисунок 111. Одноосный тягач (а) и его кинематическая схема (б)

**Двухосный пневмоколесный тягач** (рисунок 112) конструктивно сходен с пневмоколесным трактором с шарнирно сочлененной рамой. В трансмиссию тягача обычно включена трехступенчатая коробка передач, обеспечивающая одинаковые скорости движения передним и задним ходом.



Рисунок 112. Тягач двухосный

### 3.2.4 Вопросы для самопроверки

1. Что относится к автомобилям общего назначения?
2. Как различаются автомобили по проходимости?
3. Для чего предназначены дорожные автомобили?
4. Для чего предназначены внедорожные автомобили?
5. Для чего предназначены автомобили повышенной и высокой проходимости?
6. Как подразделяются грузовые автомобили по грузоподъемности?
7. Из чего состоит грузовой автомобиль?
8. Что включает шасси?
9. Для чего предназначена трансмиссия?
10. Для чего предназначена ходовая часть?
11. Для чего предназначены механизмы управления?
12. Для чего предназначена тормозная система?
13. Что такое трактор?
14. Как разделяют тракторы по назначению?
15. Чем характеризуются промышленные тракторы?
16. Что представляют из себя пневмоколесные тягачи?
17. Что представляет из себя одноосный тягач?
18. Что представляет из себя двухосный пневмоколесный тягач?

### 3.3 Специализированные транспортные средства

Специализированные транспортные средства предназначены для перевозки одного или нескольких однородных грузов, отличающихся специфическими условиями их транспортировки, и оборудованы различными приспособлениями и устройствами, которые обеспечивают сохранность и качество доставляемых на строительные объекты грузов и комплексную механизацию погрузочно-разгрузочных работ. Применение специализированного транспорта способствует повышению эффективности и качества строительства, позволяет снизить себестоимость перевозок, свести к минимуму потери строительных материалов и полуфабрикатов, а также повреждение строительных изделий и конструкций, весьма значительные при использовании транспортных средств общего назначения. В настоящее время без применения специализированного транспорта практически невозможна доставка многих грузов на объекты строительства.

Большинство специализированных транспортных средств представляют собой сменные прицепы и полуприцепы к грузовым автомобилям, пневмоколесным тягачам и тракторам, что позволяет более эффективно использовать базовую машину. Наибольшее распространение в строительстве получил автомобильный специализированный транспорт. К специализированным транспортным средствам относятся автомобили-самосвалы и керамзитовозы – для перевозки грунта и сыпучих грузов; панелевозы, фермовозы, плитовозы, сантехкабиновозы и т.п. – для перевозки строительных конструкций; трубовозы, плетевозы, металловозы – для перевозки длинномерных грузов; контейнеровозы – для перевозки строительных грузов в контейнерах; тяжеловозы – для перевозки технологического оборудования и строительных машин.

#### 3.3.1 Автомобили для перевозки грунта и сыпучих грузов

*Автомобили-самосвалы* (рисунок 113) перевозят строительные грузы в металлических кузовах с корытообразной, трапециевидной и прямоугольной формой поперечного сечения, принудительно наклоняемых при разгрузке с помощью подъемного гидравлического (опрокидного) механизма назад, на боковые (одну или обе) стороны, на стороны и назад. По назначению различают специальные карьерные и универсальные общестроительные самосвалы.

Общестроительные самосвалы имеют грузоподъемность 7...20 т и используются для перевозки грунта, щебня, песка, бетонной смеси, строительного раствора, асфальтовой массы, строительного мусора и т.п. Они базируются на шасси серийных грузовых автомобилей и оборудуются однотипными гидравлическими подъемными механизмами,

обеспечивающими быстрый подъем и опускание кузова, высокую надежность и безопасность работы. Основными узлами таких механизмов являются масляный бак, гидронасос с приводом от коробки отбора мощности автомобиля, один или два (в зависимости от грузоподъемности) телескопических гидроцилиндра одностороннего действия, непосредственно воздействующих на кузов, распределитель или кран управления, соединительные трубопроводы и предохранительные устройства.

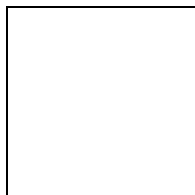


Рисунок 113. Автомобиль-самосвал КамАЗ-6520:  
1 – шасси, 2 – телескопический гидроцилиндр; 3 – кузов.

Гидроцилиндры подъемных механизмов могут иметь горизонтальное, наклонное и вертикальное расположение и устанавливаются на раме автомобиля под передней частью кузова или на переднем его борту (рисунок 114). Распределитель или кран управления направляет поток рабочей жидкости от насоса к гидроцилиндру (или синхронно работающим гидроцилиндрам) при опрокидывании кузова, соединяет полости гидроцилиндров со сливным баком при опускании кузова, ограничивает давление в системе и обеспечивает фиксацию кузова в определенных положениях (крайних или промежуточных).



Рисунок 114. Автомобиль-самосвал

Все большее распространение в строительстве получают самосвальные автопоезда в составе автомобиля-самосвала и прицепа-самосвала (рисунок 115) или седельного тягача и полуприцепа-самосвала. Автомобиль-самосвал разгружается на стороны, а прицеп-самосвал – на стороны и назад (рисунок 116). Прицепы-самосвалы могут иметь разъемные (сдвоенные) кузова, передний из которых разгружается на две (боковые), а задний – на три (боковые и назад) стороны. Гидроцилиндры прицепов действуют от гидравлической системы базового автомобиля. Современные автомобили-самосвалы и самосвальные прицепы имеют унифицированные кузова, ходовую часть, подъемные механизмы и оборудуются системой автоматического открывания и закрывания бортов с управлением из кабины водителя.



Рисунок 115. Самосвальный автопоезд МАЗ-5551-20Р:  
1 – автосамосвал МАЗ-5551, 2 – дышло, 3 – прицеп САТ ПРС-1106

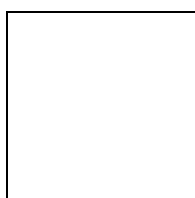


Рисунок 116. Самосвальный автопоезд

*Полуприцепы-керамзитовозы* (рисунок 117) оборудуются самосвальными кузовами большой вместимости и предназначены для перевозки керамзита и других сыпучих материалов с небольшой плотностью. В зависимости от грузоподъемности полуприцепы-керамзитовозы (рисунок 118) выполняются двух- и трехосными. Разгрузка кузовов обеспечивается гидравлическим самосвальным механизмом с приводом от гидрооборудования тягача и может осуществляться на стороны и назад. Со стороны разгрузки борта керамзитовозов выполняются открывающимися. Полуприцепы-керамзитовозы оборудуются опорными устройствами с механическим приводом.



Рисунок 117. Схема полуприцепа-керамзитовоза:  
1 – опорное устройство; 2 – самосвальный кузов, 3 – двухосная тележка.

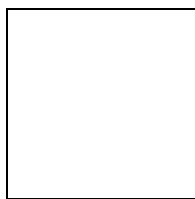


Рисунок 118. Полуприцеп-керамзитовоз

### 3.3.2 Автомобили для перевозки строительных конструкций



*Полуприцепы-панелевозы* предназначены для перевозки в вертикальном или крутонаклонном положении стеновых панелей, перекрытий, перегородок, плит, лестничных маршей и т.п.

Передняя часть полуприцепов-панелевозов опирается на седельно-сцепное устройство автотягача, а задняя – на одно- или двухосную тележку со сдвоенными колесами. Тележки могут быть неповоротными (неуправляемыми) или поворотными (управляемыми), что улучшает маневренность автопоезда и позволяет использовать его в стесненных условиях застройки. Поворотное устройство выполнено с механическим канатным приводом и блокировочным устройством для удобства маневрирования.

Современные полуприцепы-панелевозы оборудуются отдельно управляемыми гидравлическими опорами с гидроцилиндрами двойного действия, работающими от гидросистемы автомобиля, и имеют автоматическую сцепку с тягачом, что позволяет вести монтаж непосредственно с панелевоза (монтаж «с колес»), более эффективно использовать базовый автомобиль, который может обслуживать несколько сменных полуприцепов (челночный метод работы) и осуществлять погрузку-разгрузку панелевоза на неровных площадках.

По конструкции несущего металлического каркаса полуприцепы-панелевозы разделяются на хребтовые, кассетные, платформенные и с наклонной рамой. Все они (за исключением платформенных) выполнены низкорамными.

*Хребтовые панелевозы* (рисунки 119 и 120) имеют пространственный несущий каркас трапециевидного поперечного сечения, изготовленный из прокатных или гнутых профилей. Панели устанавливаются под углом  $8...10^\circ$  к вертикали на грузовые площадки с деревянным настилом, расположенные по бокам каркаса. Для крепления панелей используют винтовые зажимы, прижимные планки и канаты, затягиваемые с помощью ручной лебедки.

Преимуществом хребтовых панелевозов является малая погрузочная высота и удобство проведения погрузочно-разгрузочных работ, недостатком – необходимость симметричной загрузки грузовых площадок.

*Кассетные панелевозы* (рисунки 121 и 122) имеют две вертикальные боковые несущие фермы с поперечными связями, между которыми расположена грузовая площадка с деревянным настилом. Панели устанавливаются на грузовую площадку в вертикальном положении и удерживаются с помощью разделителей и боковых держателей. Кассетная форма кузова позволяет перевозить как четное, так и нечетное количество панелей. Кроме панелей кассетные панелевозы могут перевозить различные строительные грузы, по своим габаритам и массе не превышающие размеров грузовой площадки и грузоподъемности панелевоза. Основным недостатком кассетных панелевозов – большая погрузочная высота.

Полуприцепы-панелевозы платформенного типа (рисунки 123 и 124),

кроме перевозки строительных панелей, могут использоваться как грузовые платформы для перевозки плит, балок, ригелей и других штучных грузов, не превышающих размеров платформы и грузоподъемности полуприцепа. Грузовые площадки панелевозов имеют деревянный настил и снабжены в передней части упором, предотвращающим грузы от смещения, а по бокам – выдвижными стойками.

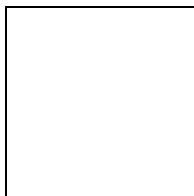


Рисунок 119. Полуприцепы-панелевозы хребтового типа:  
а – одноосный; б – двухосный; 1 – опорное устройство, 2 – одноосная тележка, 3 – несущий каркас; 4 – двухосная тележка.

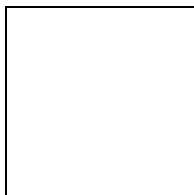


Рисунок 120. Общий вид полуприцепа-панелевоза хребтового типа



Рисунок 121. Полуприцеп-панелевоз кассетного типа

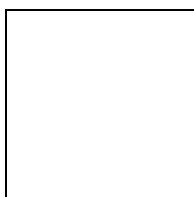


Рисунок 122. Общий вид полуприцепа-панелевоза кассетного типа

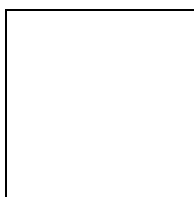


Рисунок 123. Полуприцеп-панелевоз платформенного типа

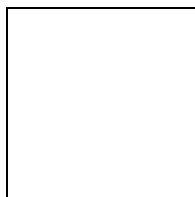


Рисунок 124. Общий вид полуприцепа-панелевоза платформенного типа

*Полуприцепы-плитовозы* (рисунки 125 и 126) применяют для перевозки крупногабаритных плоских и линейных строительных конструкций – плит перекрытий и покрытий в горизонтальном положении, а также балок, опор, металлопроката, колонн, ригелей, пиломатериалов и др. Они представляют собой высокорамные одноосные и двухосные полуприцепы платформенного типа с грузовой площадкой, оборудованной специальной съемной оснасткой для опирания и крепления перевозимых изделий. Несущей частью грузовой площадки, плитовоза (рисунок 125,а) является хребтовая рама 3 с консолями для настила и выдвижными боковыми стойками 2, опирающаяся на заднюю тележку 4. Грузовая площадка имеет деревянный настил и снабжена в передней части ограждением 7, предотвращающим сдвиг груза вперед. Некоторые конструкции плитовозов выполняются с раздвижной (телескопической) рамой (рисунок 124,б). Разъемная платформа полуприцепа состоит из передней 5 и задней 7 грузовых площадок, соединенных с полурамами. Для сопряжения полурам служит хребтовая балка 6. Раздвижка полуприцепа осуществляется перемещением тягача после расфиксации штырей на задней полураме.

*Длиннобазовые полуприцепы-фермовозы* предназначены для перевозки ферм длиной 12, 18, 24 м, установленных и закрепленных в положении, близком к рабочему. Полуприцепы-фермовозы (рисунок 127) имеют низкорамную ферменно-кассетную конструкцию и опираются на управляемые одно- и двухосные поворотные тележки со сдвоенными колесами. Одноосными тележками оборудуются полуприцепы-фермовозы грузоподъемностью до 12 т, фермовозы большей грузоподъемности имеют двухосные тележки. Канатное или гидравлическое поворотное устройство тележек обеспечивает поворот их осей с колесами на соответствующий угол в зависимости от угла «складывания» автопоезда. Управляемые тележки позволяют эксплуатировать фермовозы в стесненных условиях строительных площадок.



Рисунок 125. Полуприцепы-плитовозы:

а – плитовоз с нераздвижной рамой; б – плитовоз с раздвижной (телескопической) рамой: 1 – ограждение; 2 – выдвижные боковые стойки; 3 – хребтовая рама; 4 – задняя тележка; 5 – передняя грузовая площадка; 6 – хребтовая балка; 7 – задняя грузовая площадка.



Рисунок 126. Общий вид полуприцепа-плитовоза

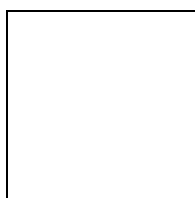


Рисунок 127. Общий вид полуприцепа-фермовоза

На рисунке 128 показан полуприцеп-фермовоз ПФ2224 грузоподъемностью 22960 кг для перевозки ферм любой конструкции длиной до 24 м и высотой до 2,5 м. Рама полуприцепа кассетно-ферменного типа передней частью опирается на седельно-цепное устройство тягача, а задней – на седельно-опорное устройство двухосной задней поворотной тележки.



Рисунок 128. Полуприцеп-фермовоз

Полуприцепы-сантехкабиновозы (рисунки 129 и 130) предназначены для перевозки объемных элементов жилых и промышленных зданий (унифицированных санитарно-технических кабин, блок-комнат, маршей), технологического оборудования (секций лифтов, трансформаторов, котлов, бункеров, баков и др.), контейнеров и других строительных грузов широкой номенклатуры (плит, балок, колонн, свай, кирпича и т.п.). По конструкции они имеют много общего с панелевозами платформенного и кассетного типов и отличаются более низким расположением грузовой площадки и отсутствием специальных средств крепления.



Рисунок 129. Общий вид полуприцепа-сантехкабиновоза

Полуприцеп-сантехкабиновоз платформенного типа (рисунок 130,а) состоит из рамы сварной конструкции из катаных профилей и листовой стали, одноосной неуправляемой тележки и выдвижных стоек. В передней части рамы по обеим сторонам имеются кронштейны для установки опорных устройств.

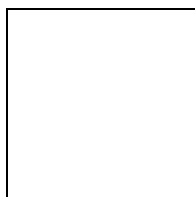


Рисунок 130. Полуприцепы-сантехкабиновозы платформенного (а) и кассетного (б) типа

Полуприцеп-сантехкабиновоз кассетного типа (рисунок 130,б) представляет собой сварной из гнутых или катаных профилей и стальных листов каркас-кассету, передняя часть которого опирается на седельно-сцепное устройство автомобиля-тягача, а задняя – на одно- или двухосную тележку, которая может быть управляемой (поворотной) или неуправляемой.

Поворотное устройство тележек – механическое, канатное с блокировочным приспособлением для удобства маневрирования. Сантехкабиновозы оборудуются механическими или управляемыми гидравлическими опорными устройствами.

### **3.3.3 Автомобили для перевозки длинномерных грузов**

*Автомобильные трубовозы-плетевозы*(рисунок 131) представляют собой специальные автопоезда, предназначенные для перевозки труб и плетей (сварных секций из труб) и состоящие из тягача и прицепной тележки-ропуска.



Рисунок 131. Общий вид автомобильного трубовоза-плетевоза

Тягачи и роспуски трубовозов и плетевозов оснащены специальным навесным оборудованием для укладки и крепления перевозимых труб и плетей. Тяговое усилие на груженный прицеп-ропуск передается: у трубовозов – через тяговосцепной прибор и жесткое дышло, у плетевозов – непосредственно трубами (плетями), закрепленными на тягаче и роспуске. Количество одновременно перевозимых труб устанавливается исходя из грузоподъемности автопоезда.

Автомобильные трубовозы-плетевозы аналогичны по конструкции и различаются только базовыми тягачами. Плетевоз (рисунок 132) состоит из автотягача 7 и двухосного прицепа-ропуска 7. Тягач оборудуется надрамником 3 с предохранительным щитом 2 и поворотным коником 5 с двумя переставными стойками-упорами для укладки передних концов перевозимых труб. Прицеп-ропуск имеет двухосную рессорно-балансирную подвеску и два коника 5 (аналогичные конику тягача) для размещения задних концов перевозимых труб. Стойки-упоры коников тягача и роспуска переставляют в зависимости от количества и диаметра транспортируемых труб (плетей) и фиксируют в нужном положении шкворнями. Рама роспуска оборудована дышлом для соединения с буксирным устройством автомобиля при холостом пробеге и для крепления страхового каната 6 при транспортировке труб и плетей.



Рисунок 132. Трубовоз-плетевоз:

1 – автотягач; 2 – предохранительный щит; 3 – надрамник; 4 – канатное устройство для удержания труб от сползания вперед; 5 – поворотный коник; 6 – страховый канат; 7 – задняя тележка; 8 – канатное устройство для удержания труб от сползания назад.

При многорядной укладке трубы увязывают на кониках предохранительным канатом. Натяжение увязочного каната обеспечивается или устройствами винтового типа, или специальной ручной лебедкой, вмонтированной в одну из стоек каждого коника. Задний коник роспуска и коник тягача снабжены канатными устройствами 4 и 8 для удержания труб от сползания вперед или назад при рывках и резких торможениях тягача.

Погрузка – разгрузка труб (плетей) производится автокранами или кранами-трубоукладчиками.

### **3.3.4 Автомобили для перевозки строительных грузов в контейнерах**

*Автомобили-самопогрузчики с бортовыми кранами-манипуляторами* (рисунок 133) применяют для доставки контейнеров и пакетированных строительных грузов, грузов на поддонах, а также для механизации транспортно-складских, ремонтно-восстановительных и строительного-монтажных работ небольшого объема на рассредоточенных объектах.

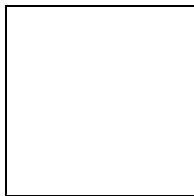


Рисунок 133. Автомобиль-самопогрузчик с бортовым краном-манипулятором

Бортовые краны-манипуляторы осуществляют самопогрузку и саморазгрузку базового автомобиля и прицепа, погрузку – разгрузку других расположенных рядом транспортных средств.

Главный параметр кранов-манипуляторов – максимальный грузовой момент.

Краны-манипуляторы оснащаются гидроуправляемыми телескопическими стрелами с одной, двумя и более подвижными секциями с возможностью установки механических удлинителей.

Краны-манипуляторы могут иметь крюковое и грейферное исполнение рабочего органа. Грейферное исполнение предусматривает применение активных приводных гидроуправляемых сменных рабочих органов – грейфера, гидробура, клещевого захвата и др.

Размещение кранов-манипуляторов на автотранспортных средствах может быть: на шасси грузового автомобиля между кабиной и грузовой платформой – в средней и задней части грузовой платформы; на седельном тягаче между кабиной и седельно-сцепным устройством; на шасси полуприцепа – в задней, средней и передней частях грузовой платформы.

Бортовой кран-манипулятор (рисунок 134) состоит из поворотной колонки, шарнирно сочлененного стрелового оборудования, двух выносных гидравлических опор  $b$  для обеспечения необходимой устойчивости манипулятора, механизма поворота стрелы в плане, двух пультов управления  $4$  и комплекта сменного рабочего оборудования.

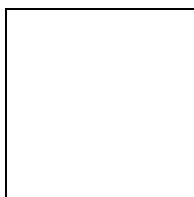


Рисунок 134. Автомобиль-самопогрузчик с бортовым краном-манипулятором:

1 – двигатель; 2 – коробка отбора мощности; 3 – аксиально-поршневой насос; 4 – пульт управления; 5 – опорная рама шасси; 6 – гидравлические опоры; 7 – рейка; 8 – шестерня; 9 – вал; 10 – поворотная колонка; 11 – рукоять; 12 – гидроцилиндр управления; 13 – рычаг; 14 – телескопическая стрела; 15 – гидроцилиндр управления; 16 – гидроцилиндр управления; 17 – основная секция стрелы; 18 – выдвижная секция стрелы; 19 – крюковая подвеска; 20 – ротатор; 21 – гидроцилиндр двустороннего действия; 22 – рейка ротора; 23 – шестерня.

Стреловое оборудование смонтировано на поворотной колонке 10, установленной на опорной раме 5 шасси, и состоит из рукоятки 11, рычага 13, телескопической стрелы 14 с основной 17 и выдвижной 18 секциями, гидроцилиндров 12, 15 и 16 управления, крюковой подвески 19 или ротатора 20. Ротатор обеспечивает манипулирование грузом в горизонтальной плоскости через реечную передачу и гидроцилиндр 21 двустороннего действия, штоком которого является рейка 22 ротора, входящая в зацепление с шестерней 23. В комплект сменного рабочего оборудования манипулятора входят удлинитель стрелы, выдвигаемый вручную, вилочный подхват, клещевой захват для пакетированных грузов и захват для контейнеров. Поворот стрелового оборудования в плане на угол до  $420^\circ$  обеспечивается реечным поворотным механизмом, включающим два попеременно работающих гидроцилиндра, рейку 7 и шестерню 8, жестко закрепленную на валу 9 поворотной колонки. Привод аксиально-поршневого насоса 3 гидросистемы манипулятора осуществляется от двигателя 1 автомобиля через коробку отбора мощности 2. Управление манипулятором может осуществляться с любого из двух пультов управления 4, расположенных по обеим сторонам автомобиля.

Конструкции отечественных бортовых манипуляторов выполнены по единой принципиальной схеме и различаются между собой грузовым моментом, грузоподъемностью, числом подвижных секций стрелы, высотой подъема-опускания крюка, массой, габаритными размерами.

На рисунках 135 и 136 представлены несколько типов полуприцепов-контейнеровозов.

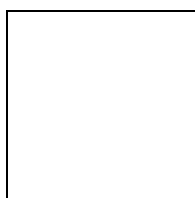


Рисунок 135. Полуприцепы-контейнеровозы:

а – с шарнирно-сочлененной телескопической стрелой; б – с грузоподъемным устройством в виде качающегося портала.





Рисунок 136. Общий вид полуприцепа-контейнеровоза

### 3.3.5 Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначены специализированные транспортные средства?
2. Что относится к специализированным транспортным средствам?
3. Что представляют собой автомобили-самосвалы?
4. Что представляют собой полуприцепы-керамзитовозы?
5. Что представляют собой полуприцепы-панелевозы?
6. Что представляют собой хребтовые панелевозы?
7. Что представляют собой кассетные панелевозы?
8. Что представляют собой полуприцепы-панелевозы платформенного типа?
9. Что представляют собой полуприцепы-плитовозы?
10. Что представляют собой длиннобазовые полуприцепы-фермовозы?
11. Что представляют собой полуприцепы-сантехкабиновозы?
12. Что представляют собой автомобильные трубовозы-плетевозы?
13. Что представляют собой автомобили-самопогрузчики с бортовыми кранами-манипуляторами?

## 3.4 Специальные автотранспортные средства

Из специальных транспортных средств наиболее широкое применение в строительстве нашли специальные автомобили для перевозки жидкотекучих (растворов и бетонов, расплавленного битума, жидкого топлива) и псевдожидких грузов (цемента, извести-пушенки, алебастра, гипса, молотого известняка, сухой золы, минеральных порошков, сухих смесей растворов, мелкозернистых бетонов, их компонентов и других вяжущих веществ). Эти грузы характеризуются повышенной подвижностью при перевозках, вследствие чего снижается безопасность движения в отношении управляемости, устойчивости и тормозных свойств транспортного средства при движении, особенно при частичном заполнении емкости.

### 3.4.1 Автомобили для перевозки жидкотекучих грузов

**Авторастворовозы** (рисунок 137) применяют для транспортирования со скоростью до 65 км/ч качественных строительных растворов различной подвижности (5...13 см) с механическим побуждением в пути следования и порционной выдачи смеси на строительных объектах в приемные емкости растворонасосов, штукатурных агрегатов и станций, промежуточные

расходные бункера и бады. Перемешивание раствора в пути следования обеспечивается шнековыми или лопатными побудителями, порционная выдача раствора – шиберными отсекающими (заслонками). Побудители и отсекающие имеют гидравлический привод. Авторастворовозы (рисунок 138) оборудуются бортовым устройством промыва цистерны водой, подогреваемой выхлопными газами, что облегчает уход за цистерной и препятствует нарастанию скелетного остатка на ее стенках. Они работают при температуре окружающей среды  $-20...40\text{ }^{\circ}\text{C}$ .

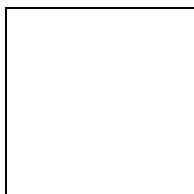


Рисунок 137. Авторастворовоз

Главным параметром авторастворовозов является полезная вместимость цистерны или объем перевозимой смеси ( $\text{м}^3$ ).

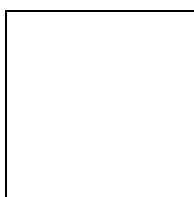


Рисунок 138. Общий вид авторастворовоза

Авторастворовоз 581430 предназначен для перевозки, побуждения и порционной выдачи строительных растворов различных марок и консистенций на строительных площадках. В процессе доставки сохраняются физико-механические свойства строительной смеси.

В комплект оборудования входит горизонтально установленная цистерна полезной вместимостью  $2,2\text{ м}^3$  с развернутой верхней образующей, внутри которой имеется одновальный лопатный побудитель со спиралеобразной лопастью (рисунок 139) для перемешивания раствора во избежание его расслаивания при транспортировке. Раствор загружается в цистерну сверху при открытых откидных двустворчатых крышках. Разгружается раствор через разгрузочное устройство, снабженное пневмоуправляемой шиберной заслонкой и разгрузочными лотками. К разгрузочному устройству шарнирно прикреплен дополнительный поворотный лоток.



Рисунок 139. Цистерна с побудителем авторастворовоза 581430:  
1 – цистерна; 2 – лопастной вал (побудитель); 3 – стойка; 4 – лопасть; 5 – подшипник.

Лопастной вал побудителя приводится во вращение с частотой  $5...15 \text{ мин}^{-1}$  от гидромотора через закрытую зубчатую передачу. Привод насоса гидросистемы осуществляется от двигателя базовой машины через коробку отбора мощности. При вращении вала побудителя по часовой стрелке осуществляется побуждение растворной смеси, предупреждающее ее расслаивание. При вращении в обратную сторону побудитель обеспечивает подачу растворной смеси к разгрузочному устройству.

Управляют работой побудителя с помощью гидрораспределителей как с панели управления, так и из кабины водителя.

Механическая система разгрузки цистерны с управляемой шиберной заслонкой позволяет выдавать раствор порциями и за один рейс машины обслуживать несколько строительных объектов.

**Машины для транспортирования бетонов** (рисунок 140) способны выполнять либо только транспортные операции, либо, наряду с транспортированием, выполнять побуждение для предотвращения расслаивания смеси и порционную разгрузку, а также во время транспортирования готовить бетон из его компонентов с последующей его раздачей. Емкости этих машин либо утеплены, либо имеют двойные стенки, между которыми циркулируют отработавшие газы автомобиля для поддержания положительной температуры смеси в холодное время. Емкости в их верхней части загружают через люк, герметически закрываемый крышкой, а разгружают опрокидыванием с помощью гидравлического подъемника или реверсивным вращением емкости (смесительного барабана), как, например, у автобетоносмесителей.

**Автобетоносмесители** (рисунок 141) применяют для приготовления бетонной смеси в пути следования от питающих отдозированными сухими компонентами специализированных установок к месту укладки, для приготовления бетонной смеси непосредственно на строительном объекте, а также для транспортирования готовой качественной смеси с побуждением ее при перевозке. Они представляют собой гравитационные реверсивные бетоносмесители с грушевидным смесительным барабаном, установленные на шасси грузовых автомобилей, специальных шасси автомобильного типа или на полуприцепах, агрегатируемых с трехосными тягачами.



Рисунок 140. Бетоновоз

Смесительные барабаны имеют постоянный угол наклона оси (10...15°) к горизонту. Внутри смесительных барабанов установлены двухзаходные винтовые лопасти, обеспечивающие загрузку и перемешивание бетонной смеси при вращении барабана в одну сторону и выгрузку готовой смеси при вращении барабана в обратном направлении (реверсе).



Рисунок 141. Общий вид автобетоносмесителя

Для загрузки смесительного барабана компонентами смеси или бетонной смесью, а также выгрузки смеси из смесительного барабана на место укладки автобетоносмесители оборудуются лотковыми загрузочно-погрузочными устройствами. Для обеспечения технологического процесса приготовления бетонной смеси из сухих компонентов, предварительно загруженных в смесительный барабан, а также промывки барабана и узлов автобетоносмесителя от остатков бетонной смеси автобетоносмеситель снабжен системой водопитания с баками для воды, аппаратурой для подачи воды под давлением и ее дозирования.

Технологическое оборудование отечественных автобетоносмесителей имеет мало различий и максимально унифицировано. Автобетоносмесители способны работать при температуре окружающего воздуха  $-30^{\circ}\dots+40^{\circ}\text{C}$ . Максимальная скорость загруженных автобетосмесителей при движении по дорогам в технологическом режиме составляет не более 60 км/ч.

Главным параметром автобетоносмесителей является вместимость смесительного барабана по выходу готовой смеси ( $\text{м}^3$ ).

Автобетоносмеситель 581412 (рисунок 142) с объемом готового замеса  $5 \text{ м}^3$  смонтирован на шасси 1 грузового автомобиля КамАЗ-55111. Рабочее оборудование автобетоносмесителя включает раму 9, смесительный барабан 4 с загрузочно-разгрузочным устройством, механизм 3 вращения барабана, дозировочно-промывочный бак 2, водяной центробежный насос, систему управления оборудованием с рычагами 10, 12 и контрольно-измерительные приборы 11. Смесительный барабан имеет три опорные точки и наклонен к горизонту под углом  $15^{\circ}$ . Загрузочно-разгрузочное устройство состоит из

загрузочной 5 и разгрузочной 6 воронок, складного лотка 7 переменной длины и поворотного устройства 8. Лоток может поворачиваться при разгрузке в горизонтальной плоскости на угол до  $180^\circ$  и в вертикальной плоскости на угол до  $60^\circ$ .

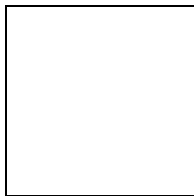


Рисунок 142. Автобетоносмеситель 581412

Автобетоносмесители на полуприцепе (рисунок 143) представляют модифицированный вид автобетоносмесителей, которые позволяют транспортировать и готовить бетонную смесь в пути следования или по прибытии на строительный объект.

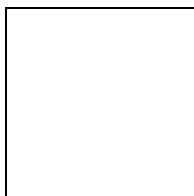


Рисунок 143. Автобетоносмеситель на полуприцепе

Технологическое оборудование автобетоносмесителей (рисунок 144) смонтировано на полуприцепе ЧМ ЗАП-8001, соединяемом сцепным устройством с трехосными седельными тягачами различных моделей: КамАЗ, МАЗ, «Татра», «Ивеко», «Мерседес-Бенц».

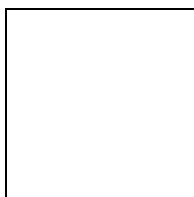


Рисунок 144. Общий вид автобетоносмесителя на полуприцепе

Полуприцеп имеет две выносные опоры, на которые бетоносмеситель устанавливается по прибытии автопоезда на строительный объект, до тех пор, пока автотягач не доставит очередной загруженный полуприцеп и не заберет для загрузки освободившийся.

Для транспортирования жидкого битума с температурой до  $200^\circ\text{C}$ , а также холодных материалов (битума, дегтя, эмульсий, мазута и нефти) применяют сходные по устройству автобитумовозы и автогудронаторы,

оборудованные устройствами для подогрева перевозимых материалов в случае их остывания или доведения до необходимой температуры по технологическим условиям производства работ, а также для их разлива самотеком и под давлением с равномерным распределением и точным регулированием норм разлива.

**Автобитумовоз**(рисунок 145) представляет собой полуприцеп-цистерну, сагрегатированную с седельным автомобилем-тягачом. Для уменьшения потерь тепла стенки овальной в поперечном сечении цистерны покрыты изнутри слоем стекловолокна. Для подогрева битума цистерна оснащена внутри продольно расположенной П-образной жаровой трубой и установленной в задней части днища горелкой, работающей на дизельном топливе или керосине и разжигаемой дистанционно от электросистемы автомобиля-тягача. Цистерна оборудована также поплавковым указателем уровня битума и рукавами для слива последнего с помощью битумного шестеренного насоса, приводимого от коробки отбора мощности гидрообъемной передачей.

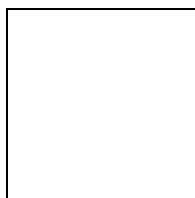


Рисунок 145. Общий вид автобитумовоза

Для перевозки воды, технических жидкостей, нефтепродуктов (топлива, масел), а также заправки ими строительных, дорожных и транспортных машин используют специальные транспортные машины: автоцистерны, водо- и бензовозы, топливо- и маслозаправщики, заправочные агрегаты (заправочные станции) на базе автомобильного шасси с цистерной круглого, овального, эллиптического или прямоугольного сечения с плоским днищем (рисунки 146 – 149). Загружают цистерну через герметически закрываемый люк с фильтром в ее верхней части, а разгружают через установленное в ее задней части раздаточное или сливное устройство, состоящее из раздаточных кранов и насоса. Цистерны оснащают раздаточными и приемными рукавами, фильтрами, контрольно-измерительными приборами и т.п.

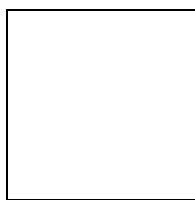


Рисунок 146. Автотопливозаправщик

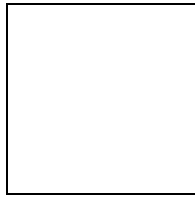


Рисунок 147. Автоцистерна

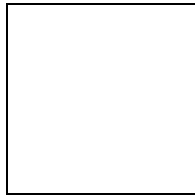


Рисунок 148. Бензовоз

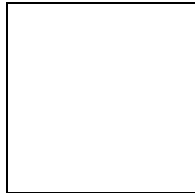


Рисунок 149. Маслозаправщик

### **3.4.2 Автомобили для перевозки псевдожидких грузов**

**Автосмесевозы**(рисунок 150) предназначены для доставки силосов с сухими строительными смесями на строительные объекты и самостоятельной погрузки-выгрузки силосов. Кроме силосов на базовые шасси могут быстро (за 10...15 мин) устанавливаться другие сменные модули: цистерны, контейнеровозы, самосвальное оборудование и т.п.

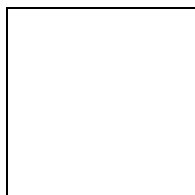


Рисунок 150. Схема автосмесевоза

Конструкция автосмесевоза позволяет самостоятельно манипулировать спуском-подъемом как пустых, так и груженых силосов; смесевоз обслуживается одним водителем-оператором.

В состав автосмесевоза (рисунок 151) входит комбилифт на базе шасси КамАЗ-6520 с прицепом, на который устанавливаются силосы объемом 6...22,5 м<sup>3</sup>.

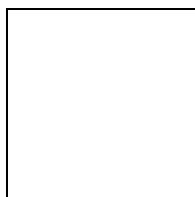


Рисунок 151. Общий вид автосмесевоза

Применение сухих смесей имеет ряд преимуществ по сравнению с традиционными технологиями строительства, а именно:

- смеси узко специализированы, т.е. каждая смесь предназначена для определенного вида работ (заливка полов, штукатурка, кирпичная кладка и т.д.) и имеет соответствующие добавки, что повышает качество выполняемых работ;
- готовые сухие строительные смеси могут длительное время храниться в силосах на строительных площадках в неизменном виде и вырабатываться по необходимости;
- силосы обеспечивают сохранность сухих строительных смесей при транспортировке и хранении заводах, базах и строительных площадках, а дополнительные устройства позволяют дозировать и непрерывно подавать сухие строительные смеси к месту приготовления и использования готовых строительных смесей.

Схема работы автосмесевоза показана на рисунке 152. Наиболее эффективна работа автосмесевоза при использовании его с дополнительным навесным оборудованием, включающем универсальную штукатурную машину для готовой штукатурки, пневматическую транспортную установку для всех видов раствора, смеситель непрерывного действия.

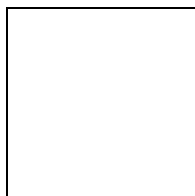


Рисунок 152. Схема рабочего цикла автосмесевоза

### 3.4.3 Другие специальные автомобили

**Автобетононасосы**(рисунок 153) предназначены для подачи свежеприготовленной бетонной смеси с осадкой конуса 6...12 см в



горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки при возведении сооружений из монолитного бетона и железобетона. Они представляют собой самоходные мобильные бетонотранспортные машины, состоящие из базового автошасси, бетононасоса с гидравлическим приводом и шарнирно сочлененной стрелы с бетоноводом для распределения бетонной смеси в зоне действия стрелы во всех ее пространственных положениях. Отечественные автобетононасосы конструктивно подобны и оборудуются двухцилиндровыми гидравлическими поршневыми бетононасосами.

Бетононасос (рисунки 154, 155) состоит из двух бетонотранспортных цилиндров *б*, поршни которых получают синхронное движение во взаимно противоположных направлениях от индивидуальных рабочих гидроцилиндров *10*, осуществляя попеременно такт всасывания смеси из приемной воронки *3* и такт нагнетания ее в бетоновод *1*. Движение поршней согласовано с работой поворотного бетонораспределительного устройства *2*, поворот которого на определенный угол осуществляется с помощью двух гидроцилиндров *12*. Когда в одном из бетонотранспортных цилиндров бетонная смесь всасывается из воронки, во втором через поворотную трубу распределительного устройства смесь нагнетается в бетоновод.

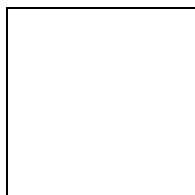


Рисунок 153. Общий вид автобетононасоса

Рисунок 154. Схема бетононасоса

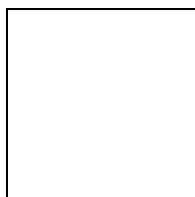


Рисунок 155. Расположение бетононасоса

В конце хода нагнетания распределительное устройство изменяет свое положение одновременно с переключением хода приводных гидроцилиндров с помощью следящей системы.

Приемная воронка оборудована в верхней части решеткой *4*, в нижней – лопастным побудителем с приводом *11*.

Бетонотранспортные цилиндры помещены в корпус *5*, имеющий резервуар *8* для промывочной воды и сообщающийся со штоковыми

полостями бетонотранспортных цилиндров. При замене промывочную воду сливают через спускное отверстие, перекрываемое крышкой с рукояткой 7. Бетононасос снабжен электрогидравлическим блоком управления 9.

Гидравлический привод обеспечивает более равномерное движение смеси в бетоноводе, предохраняет узлы насоса от перегрузок и позволяет в широком диапазоне регулировать рабочее давление и производительность машины. Двухпоршневые бетононасосы с гидравлическим приводом обеспечивают диапазон регулирования объемной подачи 5...65 м<sup>3</sup>/ч при максимальной дальности подачи до 400 м по горизонтали и до 80 м по вертикали.

Автобетононасос (рисунок 156) подает товарный бетон в горизонтальном и вертикальном направлениях к месту укладки с помощью распределительной стрелы 4 с бетоноводом 9 или инвентарного бетоновода. Распределительная стрела состоит из трех шарнирно сочлененных секций, движение которым в вертикальной плоскости сообщается гидроцилиндрами двустороннего действия 5, 7 и 11. Стрела монтируется на поворотной колонне 3, опирающейся на раму 15 шасси 1 через опорно-поворотное устройство 2, поворачивается в плане на 360° гидравлическим поворотным механизмом и имеет радиус действия до 19 м. На шасси также монтируются гидробак 6 и бак для воды 10. Прикрепленный к стреле шарнирно сочлененный секционный бетоновод 9 заканчивается гибким шлангом 3. Бетонная смесь подается в приемную воронку 14 бетононасоса 8 из автобетоносмесителя или автобетоновоза. При работе автобетононасос опирается на выносные гидравлические опоры 16. Автобетононасосы имеют переносной пульт дистанционного управления движениями стрелы, расходом бетонной смеси и включением-выключением бетононасоса, что позволяет машинисту находиться вблизи места укладки смеси.



Рисунок 156. Схема автобетононасоса:

1 – шасси; 2 – опорно-поворотное устройство; 3 – поворотная колонна; 4 – распределительная стрела; 5 – гидроцилиндр двустороннего действия; 6 – гидробак; 7 – гидроцилиндр двустороннего действия; 8 – бетононасос; 9 – бетоновод; 10 – бак для воды; 11 – гидроцилиндр двустороннего действия; 12 – пульт управления; 13 – гибкий шланг; 14 – приемная воронка; 15 – рама; 16 – выносные гидравлические опоры.

### 3.4.4 Вопросы для самопроверки

1. Что относится к специальным автотранспортным средствам?
2. Что представляют из себя авторастворовозы?
3. Что представляет из себя авторастворовоз 581430?
4. Для чего применяются машины для транспортировки бетонов?
5. Что представляют из себя автобетоносмесители?
6. Что представляет из себя автобетоносмеситель 581412?
7. Что представляют из себя автобетоносмесители на полуприцепе?
8. Что применяется для транспортирования жидкого битума с температурой до 200°C, а также холодных материалов (битума, дегтя, эмульсий, мазута и нефти)?
9. Что представляет из себя автобитумовоз?
10. Что применяется для перевозки воды, технических жидкостей, нефтепродуктов (топлива, масел), а также заправки ими строительных, дорожных и транспортных машин?
11. Что представляют из себя автосмесевозы?
12. Каковы преимущества применения сухих смесей?
13. Что представляют из себя автобетононасосы?
14. Что представляет из себя бетононасос?

## 4 ДОРОЖНАЯ И ПУТЕВАЯ ТЕХНИКА

### 4.1 Виды и классификация дорожной и путевой техники

#### 4.1.1 Классификация и индексация дорожных машин

**Классификация.** В дорожном строительстве эксплуатируется значительное количество машин, различающихся между собой по назначению, конструкции, принципу действия, размерам, параметрам и т.п. Рассмотрим основы классификации дорожных машин.

*По назначению* (технологическому признаку) машины делят на транспортные; транспортирующие; для земляных работ; для свайных работ; для переработки и сортировки каменных материалов; для приготовления, транспортировки, укладки и уплотнения бетонных смесей; для уплотнения грунтов; для ремонта и содержания дорог; для отделочных работ; ручные машины. Каждая группа делится на подгруппы (бульдозеры, скреперы, экскаваторы в группе машин для земляных работ). Внутри подгрупп машины отдельных типов различаются конструкцией узлов или машин в целом (экскаваторы одноковшовые с прямой или обратной лопатой, траншейные роторные или цепные, шагающие, с поперечным копанием). Каждый тип машин имеет ряд типоразмеров (моделей), близких по конструкции, но отличающихся отдельными параметрами (емкость ковша, размеры, масса, мощность, производительность). При изготовлении машин одного типоразмерного ряда широко используются стандартные детали и унифицированные сборочные единицы.

*По режиму работы* (принципу действия) различают машины периодического (циклического) действия, выполняющие работу путем периодического многократного повторения одних и тех же чередующихся рабочих и холостых операций с циклической выдачей продукции (бульдозеры, скреперы, одноковшовые экскаваторы) и машины непрерывного действия, выдающие или транспортирующие продукцию непрерывным потоком (многоковшовые экскаваторы непрерывного действия, конвейеры). Машины циклического действия отличает их универсальность и приспособленность к работе в различных производственных условиях, а машины непрерывного действия – повышенная производительность. Имеются машины и комбинированного действия (шагающие экскаваторы, экскаваторы поперечного копания для формирования откосов каналов и т.п.).

*По степени подвижности* машины делят на переносные, стационарные и передвижные (в том числе в кузове автотранспорта, прицепные и полуприцепные к грузовым автомобилям, тракторам, тягачам и самоходные).

*По типу ходового оборудования* различают машины на гусеничном, пневмоколесном ходу, шагающие и комбинированные.

*По виду силового оборудования* машины подразделяют на работающие от электрических двигателей и двигателей внутреннего сгорания. Первые обладают большой готовностью к работе, но зависят от наличия электроэнергии, а вторые не зависят от источников энергии и являются автономными. Многие дорожные машины имеют комбинированный привод с использованием гидравлических и пневматических двигателей. К таким относят дизель-электрический, дизель-гидравлический (наиболее распространен), дизель-пневматический, электрогидравлический, электропневматический и т.п.

*По количеству двигателей*, установленных на машине, различают одноmotorные (все механизмы приводятся в действие от одной силовой установки) и многоmotorные (для каждого механизма предусмотрен индивидуальный двигатель).

*По системам управления* машины делят на механические (рукоятки и педали, приводящие в действие системы рычагов), гидравлические (безнасосные и насосные, где частично или полностью используются гидроустройства), пневматические (с использованием сжатого воздуха), электрические (с использованием электрооборудования) и комбинированные (электрогидравлические, пневмоэлектрические и т.п.).

*По степени универсальности* машины подразделяют на универсальные многоцелевого назначения, снабженные различными видами быстросъемных рабочих органов, приспособлений и оборудования для выполнения большого разнообразия технологических операций (строительные одноковшовые экскаваторы, погрузчики) и специализированные, имеющие один вид рабочего оборудования и предназначенные для выполнения только одного технологического процесса (дробильные машины, бетононасосы).

*По степени автоматизации* различают машины с механизированным управлением, с автоматизированным управлением и контролем на базе микропроцессорной техники, с автоматизированным управлением на расстоянии, с автоматическим управлением на базе микропроцессоров и мини-ЭВМ, строительные манипуляторы и роботы, а также роботизированные машины и комплексы.

**Индексация дорожных машин.** На все выпускаемые в нашей стране машины распространяется единая система индексации, в соответствии с которой каждой машине разработчиком присваивается индекс (марка), содержащий буквенное и цифровое обозначение. Основные буквы индекса, располагаемые перед цифрами, обозначают вид машины. Например, буквенная часть индекса одноковшовых строительных экскаваторов содержит буквы ЭО, экскаваторов траншейных роторных – ЭТР, цепных – ЭТЦ, землеройно-транспортных машин – ДЗ, машин для подготовительных работ и разработки мерзлых грунтов – ДП, машин для уплотнения грунтов и дорожных покрытий – ДУ, оборудования для погружения свай – СП, бурильных и бурильно-крановых машин – БМ, машин для уборки и очистки городов – КО, ручных машин электрических – ИЭ, пневматических – ИП,

вибраторов – ИВ и т.п. Цифровая часть индекса означает техническую характеристику машины. После цифровой части в индекс могут быть включены дополнительные буквы, обозначающие порядковую модернизацию машины, вид ее специального исполнения и т.п.

#### **4.1.2 Классификация путевых машин, их комплекты и требования, предъявляемые к ним**

К признакам, по которым классифицируют машины, относят: назначение, способ выполнения работ, тип приводов, вид ходового оборудования, наличие энергетической базы, способ передвижения.

*По назначению* путевые машины и механизмы делятся на группы, которые включают в себя машины для: ремонта земляного полотна (путевые струги, дренажные и уборочные машины), балластировки пути (балластеры, путеподъёмники, тракторные дозировщики); хоппер-дозаторы; очистки балластного слоя (щебнеочистительные машины); укладки пути (рельсоукладчики, путеукладчики); сварки рельсов; машины звеносборочных баз (звеносборочные и звеноразборочные линии); уплотнения балласта и выправки пути (шпалоподбивочные, выправочно-отделочные, рихтовочные и путерихтовочные машины); контрольно-измерительные (путеизмерительные и дефектоскопные вагоны, автотрисы, и тележки); очистки и уборки снега (плуговые и роторные снегоочистители, снегоуборочные машины), а также транспортные и погрузочно-разгрузочные средства для путевых работ (саморазгружающиеся вагоны, дрезины, мотовозы).

*По способу выполнения работ* различают машины тяжёлого типа или несъёмные (струги, балластировочные машины, путеукладочные, щебнеочистительные, снегоуборочные и др.) и лёгкого типа или съёмные (передвижные электростанции, шпалоподбойки, рельсорезные и рельсосверлильные станки, другой электрический и гидравлический инструмент и т.д.) Машины тяжёлого типа занимают перегон, их нельзя снять с пути для пропуска поездов, а лёгкого типа снимаются с пути для пропуска поезда.

Для приведения в действие рабочих органов, а также для передвижения самоходных путевых машин используются следующие типы приводов: гидравлический, электрический, от двигателя внутреннего сгорания с механической передачей.

*По виду ходового оборудования* машины бывают на железнодорожном ходу (струги, путеукладчики, электро-балластеры, выправочно-подбивочные т.п.) и гусеничном (тракторные путеукладчики, дозировщики и т.п.). Большую часть машин выпускают на железнодорожном ходу. Они, согласно правил технической эксплуатации железных дорог, являются специальным подвижным составом. На транспортном строительстве внедряются машины на комбинированном ходу, на пневможелезнодорожном – пневмоколесные машины с роликами, установленными на специальных подвесках. Для

движения по автомобильным дорогам ролики поднимают, а по железным дорогам опускают и машина опирается на них.

В зависимости от наличия энергетической установки путевые машины делятся на автономные и неавтономные. Первые оснащены собственной энергетической базой, к которой подключают все двигатели. Многие путевые машины автономные (путеукладчики, дрезины, выправочно-подбивочно-рихтовочная ВПР-1200, ВПР-02 и т.п.). Неавтономные машины подключаются к локомотивам (путевые струги, плуговые снегоочистители роторные, снегоочистители и т.п.)

При создании путевых машин к ним предъявляются как общие, так и специфические требования. К общим относятся: показатели назначения, обеспечивающие возможные технологические показатели, унификация узлов и деталей, повышение надежности, снижение стоимости, металло- и энергоемкости, универсальность машин, легкость управления, простоту изготовления деталей, ремонтпригодность (возможность демонтажа и ремонта узлов и агрегатов), обеспечение безопасности при обслуживании машин и их работе, создание благоприятных условий для работы машинистов, автоматизация управления и т.п. Специфические требования обусловлены тем, что путевые машины работают на железных дорогах и большинство их на железнодорожном ходу. Они должны вписываться в габарит подвижного состава; не превышать допустимых нагрузок на ось; обладать плавностью хода; оснащаться ходовым, сцепным и тормозным оборудованием, совместным с подобным оборудованием на подвижном составе; быстротой перевода рабочих органов из транспортного положения в рабочее и наоборот, т.е. отвечать требованиям, предъявляемым к железнодорожному подвижному составу.

#### **4.1.3 Перечень основных путевых машин и механизмов и их сокращенные названия**

Учитывая, что основной способ сношений на железнодорожном транспорте – телеграфно-телефонный, то все сообщения должны быть краткими. Поэтому широко используются сокращенные названия путевых машин (таблица 7).

Таблица 7.

Перечень некоторых путевых машин и механизмов, их сокращенные обозначения

№	Полное название путевой машины	Сокращенно е
---	--------------------------------	-----------------

Машина для очистки и нарезки кюветов	МНК-1 СЗП-600	3 Машина уборочная (С — самоходная) 3
№	Полное название путевой машины	Сокращенное
6	Щебнеочистительная машина на ЭЛБ-3М	ЩОМ-4 ЩОМ-4М
8	Щебнеочистительная машина	RM-80
9	Щебнеочистительная машина	RM-76
10	Щебнеочистительная машина	ЩОМ-6Р, ЩОМ-6БМ
11	Балласто-очистительная машина	ВМС
14	Путеукладочный кран	У К 25/9- 18

15 Укладочный кран для стрелочных переводов

16	Моторная платформа дизельная	МПД МПД-2
19	Выправочно-подбивочно-рихтовочная стрелочная машина	ВПРС-500 ВПРС-02М
21	Выправочно-подбивочно-отделочная машина	ВПО-3-3000
22	Динамический стабилизатор пути	ДСП
23	Путевая рельсосварочная машина	ПРСМ-3 ПРСМ-4 ПРСМ-5
25	Тягово-энергетическая установка	ТЭУ-400
26	Универсальный тяговый модуль	УТМ-1
27	Машина шпалозаменяющая	МШЗ

Хоппер-дозатор	Х/Д	29 Машина подготовки старогонных рельсов 29
----------------	-----	--



Путеу кладч ик (тракт орный ) систе мы Бакир ева	ПБ-2 ПБ-3М	32	
35	2-х путный снегоочиститель плужный	СДП СДПМ	
36	Универсальный плужный снегоочиститель	СПУ-Н	
37	Фрезерно-роторный электро-снегоочиститель	ФРЭС-3	
№ №	Полное название путевой машины	Сокращенно е	
Маши на для очист ки рельс ов	РОМ	40 Мотов оз путевой транспортны й 40	ДГКУ
	41	Дрезина грузовая крановая	
Автом отрис а грузов ая	АГД	43 Прице п к дрезине 43	
Шпал сподб ивочн ая маши на	ШПМ-02	47 Автом атическая шпалоподби вочная машина 47	
Путеп одъем ник	ПРМ	50 Путер ихтовщик системы Балашенко 50	
52	Ультразвуковой рельсовый дефектоскоп	УЗД	
Магни тный рельс овый дефек тоско п	МРД	54 Поточ ная полуавтомат ическая звеносбороч ная 54	
	линия (производительность 500-600 ш/смена	ППЗЛ-650	

Звено сборочная линия Хабаровского института	ЗЛХ-500 ЗЛХ-800	56 Звено сборочная линия на железобетонных шпалах 56
Поточная звено сборочная линия	ПЗЛ	58 Технологическая стендовая линия 58
60	Рельсошлифовальный поезд	РШП
61	Рельсошлифовальная цистерна	РШЦ
Вагон путеизмеритель	ПС	63 Автоматриса путеизмерительная 63
64	Автоматриса дефектоскопная	АМД, АСД, АДЭ
65	Рельсорезный станок	РМ-5Г
Рельсорезный станок с кругами	РМК	67 Рельсо сверлильный станок 67
69	Малая рельсошлифовалка	МРШ-3
70	Рельсошлифовалка на тележке	ЧРА
Шурт поверт электрический	ШВ	72 Электрический ключ 72
Путевой гаечный ключ	КПУ	74 Электрошпалоподборка 74
Машина для смены шпал	МСШУ	77 Гидравлический рихтовщик 77
78	Моторные гидравлические рихтовщики	РГУ

№ №	Полное название путевой машины	Сокращенно е
80	Домкрат гидравлический	ДГ ДПГ

#### 4.1.4 Вопросы для самопроверки

1. Приведите классификацию дорожных машин по назначению.
2. Приведите классификацию дорожных машин по режиму работы.
3. Приведите классификацию дорожных машин по степени подвижности.
4. Приведите классификацию дорожных машин по типу ходового оборудования.
5. Приведите классификацию дорожных машин по виду силового оборудования.
6. Приведите классификацию дорожных машин по количеству двигателей.
7. Приведите классификацию дорожных машин по системам управления.
8. Приведите классификацию дорожных машин по степени универсальности.
9. Приведите классификацию дорожных машин по степени автоматизации.
10. Охарактеризуйте индексацию дорожных машин. Приведите примеры.
11. Приведите классификацию путевых машин по назначению.
12. Приведите классификацию путевых машин по способу выполнения работ.
13. Приведите классификацию путевых машин по виду ходового оборудования.
14. Охарактеризуйте требования, предъявляемые к путевым машинам.

## 4.2 Машины для строительства и содержания автомобильных дорог

### 4.2.1 Землеройные машины

Землеройные машины предназначены для выполнения одной операции – отделения грунта от массива. К таким машинам относят одноковшовые экскаваторы (циклического действия) и многоковшовые (непрерывного действия).

Наиболее распространенным видом землеройных машин являются одноковшовые строительные экскаваторы. Они служат для разработки грунта и перемещения его в отвал или для погрузки в транспортные средства. Разрабатывают они грунты I...IV групп и разрыхленные мерзлые или скальные грунты. Кроме того, экскаваторы применяют на сваебойных, погрузочно-разгрузочных, монтажных и других работах, используя различные виды сменного рабочего оборудования.

#### 4.2.1.1 Одноковшовые экскаваторы

Экскаваторы – это самоходные землеройные машины с ковшовым рабочим оборудованием. Они предназначены для разработки грунтов и горных пород с перемещением их на сравнительно небольшие расстояния в отвал или в транспортные средства. По характеру рабочих процессов различают экскаваторы циклического и непрерывного действия.

Рабочее оборудование экскаватора (рисунок 157) состоит из ковша, рукояти и стрелы. Смонтировано оно вместе с силовой установкой, приводными механизмами и кабиной машиниста на поворотной платформе, которая с помощью опорно-поворотного устройства опирается на ходовую часть.

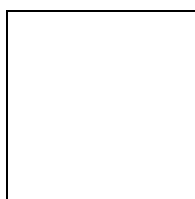


Рисунок 157. Одноковшовый экскаватор с механическим приводом  
1 – ходовая часть; 2 – поворотная платформа; 3 – силовая установка; 4 – опорно-поворотное устройство; 5 – двуногая стойка; 6 – механизм подъема стрелы; 7 – поворотный механизм; 8 – механизм подъема ковша; 9 – напорный механизм; 10 – канатный напор; 11 – рукоять; 12 – ковш; 13 – стрела.

Экскаватор имеет следующие механизмы: подъема ковша, напорный для выдвижения рукояти с ковшом относительно стрелы, стрелоподъемный для изменения наклона стрелы, поворотный для поворота рабочего оборудования вместе с платформой и механизм передвижения.

Одноковшовые экскаваторы классифицируются по следующим признакам:

- *по типу ходового устройства* – на гусеничные с нормальной и увеличенной опорной поверхностью гусениц, пневмоколесные, на специальном шасси автомобильного типа, на шасси грузового автомобиля или трактора;
- *по типу привода* – с одномоторным (механическим и гидромеханическим) и многомоторным (гидравлическим и электрическим) приводом;
- *по исполнению опорно-поворотного устройства* – на полноповоротные (угол поворота рабочего оборудования в плане не ограничен) и неполноповоротные (угол поворота рабочего оборудования в плане ограничен  $270^\circ$ );
- *по способу подвески рабочего оборудования* – с гибкой подвеской на канатных полиспастах и с жесткой подвеской с помощью гидроцилиндров;
- *по виду исполнения рабочего оборудования* – с шарнирно-рычажным и

телескопическим рабочим оборудованием.

Кроме перечисленных признаков одноковшовые экскаваторы бывают универсальные, полууниверсальные и специальные (карьерные, вскрышные, тоннельные и др.). Универсальными условно называют экскаваторы, работающие со сменным рабочим оборудованием более трех видов, полууниверсальными – двух-трех видов, специальными – работающие с оборудованием одного вида. В дорожном строительстве наибольшее применение находят универсальные одноковшовые экскаваторы на гусеничном ходу с ковшом вместимостью 0,65...2,5 м<sup>3</sup>.

Главный параметр одноковшовых экскаваторов – эксплуатационная масса в тоннах.

Действующая система индексации предусматривает следующую структуру индекса (рисунок 158), дающего более полную характеристику эксплуатационных возможностей машины.

Буквы ЭО означают – экскаватор одноковшовый универсальный. Четыре основные цифры индекса последовательно означают: размерную группу машины, тип ходового устройства, конструктивное исполнение рабочего оборудования (вид подвески) и порядковый номер данной модели.

Восемь размерных групп экскаваторов обозначаются цифрами с 1 по 8. Размер экскаватора характеризуют масса машины и мощность основного двигателя, а также геометрическая вместимость основного ковша. В настоящее время серийно выпускаются экскаваторы 1...6-й размерных групп. В стандартах на экскаваторы для каждой размерной группы обычно приводятся несколько вместимостей ковшей – основного и сменных повышенной вместимости, для последних предусмотрены меньшие линейные параметры и более слабые грунты, чем при работе с основным ковшом. Вместимость основных ковшей экскаваторов составляет: для 1-й размерной группы – 0,1...0,2 м<sup>3</sup>; для 2-й – 0,25...0,28 м<sup>3</sup>; 3-й – 0,40...0,65 м<sup>3</sup>; 4-й – 0,65...1,00 м<sup>3</sup>; 5-й – 1,00...1,60 м<sup>3</sup>; 6-й – 1,60...2,50 м<sup>3</sup>; 7-й – 2,50...4,00 м<sup>3</sup>.

Тип ходового устройства указывается цифрами с 1 по 9: 1 – гусеничное (Г); 2 – гусеничное уширенное (ГУ); 3 – пневмоколесное (П); 4 – специальное шасси автомобильного типа (СШ); 5 – шасси грузового автомобиля (А); 6 – шасси серийного трактора (Тр); 7 – прицепное ходовое устройство (Пр); 8, 9 – резерв.

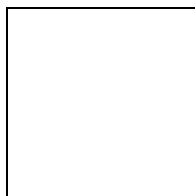


Рисунок 158. Структура индексов одноковшовых универсальных экскаваторов

Конструктивное исполнение рабочего оборудования указывается цифрами: 1 (с гибкой подвеской), 2 (с жесткой подвеской), 3 (телескопическое).

Последняя цифра индекса означает порядковый номер модели экскаватора.

Первая из дополнительных букв после цифрового индекса (А, Б, В и т.д.) означает порядковую модернизацию данной машины, последующие – вид специального климатического исполнения (С или ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ — для работы на влажных тропиках).

Например, индекс ЭО-5123ХЛ расшифровывается так: экскаватор одноковшовый универсальный, 5-й размерной группы, на гусеничном ходовом устройстве, с жесткой подвеской рабочего оборудования, третья модель в северном исполнении. Экскаватор оборудуется основным ковшом вместимостью 1,0 м<sup>3</sup>, соответствующим 5-й размерной группе, и сменными вместимостью 1,25 и 1,6 м<sup>3</sup>.

В зависимости от вида выполняемых работ экскаваторы могут иметь следующее рабочее оборудование: прямую лопату (рисунок 159,*а*), обратную лопату (рисунок 159,*б*), драглайн (рисунок 160,*а*), грейфер (рисунок 160,*б*), кран (рисунок 160,*г*). Реже используют копер (рисунок 160,*в*), корчеватель, клин-молот, струг и др.

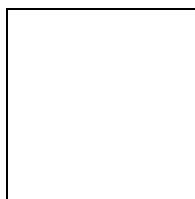


Рисунок 159. Одноковшовые экскаваторы с механическим приводом и рабочим оборудованием: *а* – прямая лопата; *б* – обратная лопата.

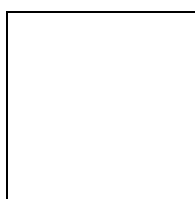


Рисунок 160. Сменное рабочее оборудование универсального одноковшового экскаватора с механическим приводом: *а* – драглайн; *б* – грейфер; *в* – копер; *г* – кран

Основными видами рабочего оборудования механических экскаваторов с канатным управлением являются прямая лопата и драглайн. Типоразмер этих экскаваторов определяют по вместимости основного ковша прямой

лопаты. На гидравлических экскаваторах наиболее часто используют обратную лопату, прямую лопату и грейфер.

Экскаватор **с оборудованием прямой лопаты** (рисунок 161) ведет разработку грунта выше уровня своей стоянки. Ковш при этом движется снизу вверх и от экскаватора. Прямой лопатой разрабатывают грунт чаще с погрузкой в транспортные средства и реже в отвал. Цикл работы экскаватора с прямой лопатой состоит из следующих операций: копания грунта (выдвижение и подъем рукояти с ковшом); поворота на разгрузку (поворот платформы со всем рабочим оборудованием); разгрузки (открыванием днища ковша или поворотом ковша относительно рукояти); поворота в забой; втягивания рукояти и опускания ковша на подошву забоя. Экскаваторы с канатным управлением при вместимости ковша до  $0,4 \text{ м}^3$  не имеют напорного механизма, напорное движение рукоять получает при одновременном подъеме ковша и опускании стрелы.



Рисунок 161. Экскаватор с оборудованием прямой лопаты

Экскаватор **с оборудованием обратной лопаты** (рисунок 162) предназначен для рытья траншей и небольших котлованов, расположенных ниже уровня его стояния. При копании ковш движется сверху вниз и вверх к экскаватору. Ковш врезается в грунт под действием силы тяжести рабочего оборудования при подтягивании рукояти с ковшом. Напорный механизм отсутствует. При разгрузке рукоять с ковшом выбрасывается вперед.

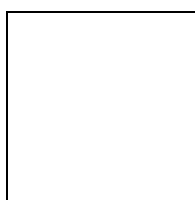


Рисунок 162. Экскаватор с оборудованием обратной лопаты

Отличительной особенностью экскаваторов с **оборудованием драглайнов** (рисунок 163) является наличие удлиненной решетчатой стрелы и гибкой канатной подвески ковша. Копание грунта ковшом драглайна и наполнение его грунтом осуществляется подтягиванием ковша к экскаватору при расположении самой машины выше выемки. По сравнению с прямой и обратной лопатами драглайн имеет большие радиус действия и глубину копания, что позволяет разрабатывать большие по сечению траншеи и

котлованы с отсыпкой грунта в отвал или (реже) в транспортные средства. Кроме того, драглаины применяют для извлечения грунта со дна водоемов, сооружения высоких насыпей из боковых резервов, на вскрышных работах и т.д.

Рабочий цикл экскаватора-драглайна включает следующие операции (рисунок 164): подъем ковша 1 подъемным канатом 3 к голове стрелы 5 при слегка натянутом тяговом канате 7 (положение I); забрасывание ковша в забой с отпусканьем тягового, а затем подъемного канатов (положение II) (возможно забрасывание ковша одновременно с разворотом поворотной платформы со стрелой); копание грунта подтягиванием ковша тяговым канатом (положение III); подъем ковша канатом 3 с одновременным натяжением и притормаживанием тягового каната 7 (положение IV), одновременно с подъемом ковша происходит поворот платформы на разгрузку; разгрузка ковша, опрокидывающегося при опущенном тяговом канате на натянутом подъемном канате (положение V), поворот платформы в исходное положение.

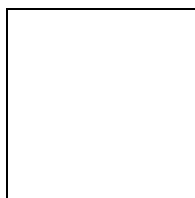


Рисунок 163. Экскаватор с оборудованием драглайна



Рисунок 164. Рабочий цикл экскаватора-драглайна:

а – общий вид и принцип работы; б – подвеска ковша; I - ковш в верхнем положении; II – в исходном положении перед заполнением; III – в процессе заполнения; IV – перед разгрузкой; V – во время разгрузки; 1 – ковш; 2– разгрузочный канат; 3 – подъемный канат; 4 – головные блоки; 5 – стрела; 6 – канатная система подъема стрелы; 7 – тяговый канат; 8 – подъемные цепи; 9 – тяговые цепи.

**Грейферное оборудование** (рисунок 165) применяют при погрузке и разгрузке сыпучих и мелкокусковых материалов, для рытья колодцев и узких котлованов в легких грунтах. Допускается разработка грунтов под водой. Грейферное оборудование включает удлиненную решетчатую стрелу, грейферный ковш, подъемный и замыкающий канаты с блоками. Ковш состоит из двух челюстей, шарнирно соединенных между собой. Копание



грунта происходит в результате смыкания челюстей ковша. Принцип действия грейферного ковша приведен на рисунке 166.

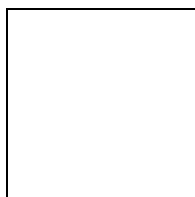


Рисунок 165. Экскаватор с грейферным оборудованием



Рисунок 166. Схема работы двухканатного грейферного ковша: I – исходное положение перед заполнением; II – заполнение; III – подъем; IV – разгрузка; 1 – челюсть; 2 – подъемный канат; 3 – замыкающий канат; 4 – верхняя головка; 5 – тяга; 6 – нижняя головка.

**Крановое оборудование**(см. рисунок 167) монтируют на экскаваторах с ковшом вместимостью до 8 м<sup>3</sup>. Предназначено оно для выполнения погрузочно-разгрузочных и строительно-монтажных работ. В качестве стрелового оборудования используют обычные и удлиненные стрелы со вставками и надставками (гуськами).

**Навесное копровое оборудование**(см. рисунок 168) является узкоспециальным, используют его для забивки свай при сооружении путепроводов и эстакад, в промышленном и гражданском строительстве. Копровую мачту вместе со сваем и дизель-молотом шарнирно подвешивают к стреле экскаватора и удерживают внизу телескопическими распорками. Сваю подтаскивают и поднимают под молот подъемной лебедкой, устанавливают (наводят) в нужное место наклоном стрелы и поворотом платформы экскаватора.

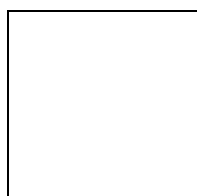


Рисунок 167. Экскаватор с крановым оборудованием

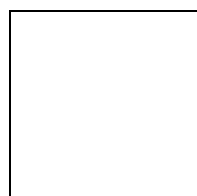


Рисунок 168. Экскаватор с навесным копровым оборудованием

В случаях, когда есть возможность на строительной площадке использовать одну машину для выполнения последовательно земляных, свайных и монтажных работ и когда сваи забиваются кустами с одной стоянки экскаватора, сменное копровое оборудование имеет преимущества по сравнению с копрами и установками других типов.

У гидравлических экскаваторов (рисунок 169) – экскаваторов с гидравлическим приводом и гидравлическим управлением – рабочее оборудование приводится в действие гидроцилиндрами, механизмы поворота – гидромоторами или гидроцилиндрами, механизмы передвижения – гидромоторами. Рабочее давление в гидросистемах составляет 10 ... 35 МПа. Обычно используют многопоточные гидросистемы с несколькими насосами, позволяющие совмещать отдельные движения рабочего оборудования. Примерно 80 % всех строительных универсальных экскаваторов имеют гидравлический привод, и производство гидравлических экскаваторов быстро развивается. Выпускаемые в СНГ гидравлические экскаваторы имеют вместимость ковша (обратной лопаты) 0,25; 0,5; 0,65; 1,0; 1,25; 1,6 и 2,5 м<sup>3</sup>.

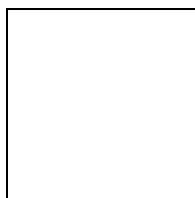


Рисунок 169. Гидравлический гусеничный экскаватор:

- 1 – ходовая тележка; 2 – поворотная платформа; 3 – капот;
- 4 – силовая установка; 5 – кабина; 6 – стрела;
- 7, 9, 11 – гидроцилиндры рукояти, ковша и стрелы; 8 – рукоять;
- 10 – ковш.

Гидравлический привод позволяет: рационально скомпоновать узлы и агрегаты, упростив кинематику трансмиссии и рабочего оборудования; расширить номенклатуру сменных рабочих органов; полнее использовать мощность силовой установки; рационально совмещать рабочие операции, сокращая общую продолжительность цикла. Такой привод обеспечивает плавное регулирование рабочих скоростей и точную ориентацию рабочего органа; уменьшает утомляемость машиниста. У гидравлических экскаваторов большее усилие на зубьях ковша и лучшее наполнение ковша. Благодаря этим преимуществам производительность гидравлических экскаваторов на 15 ... 30% выше, чем у экскаваторов с механическим приводом.

Рабочее оборудование обратной лопаты (рисунок 170,а), прямой лопаты (рисунок 170,б) и грейфера (рисунок 171) полноповоротных гидравлических экскаваторов выполнено по жесткой шарнирно-рычажной схеме подвески с гидроцилиндрами в качестве жестких связей.

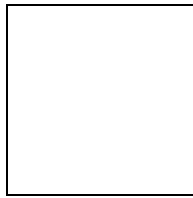


Рисунок 170. Полноповоротные гидравлические экскаваторы с рабочим оборудованием:

а – обратная лопата; б – прямая лопата; 1 – ковш; 2 – гидроцилиндр ковша; 3 – рукоять; 4 – гидроцилиндр рукояти; 5 – стрела; 6 – гидроцилиндр стрелы; 7 – дополнительная нижняя часть стрелы; 8 – кабина; 9 – силовая установка; 10 – противовес; 11 – ходовая часть; 12 – опорно-поворотный круг.

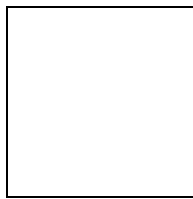


Рисунок 171. Полноповоротный гидравлический экскаватор с грейферным рабочим оборудованием:

а – общий вид; б – схема установки грейферного ковша на удлиняющей штанге; 2 – гидроцилиндр челюстей ковша грейфера; 3 – рукоять; 7 – дополнительная нижняя часть стрелы; 8 – челюсти грейфера; 9 – удлиняющая промежуточная вставка (штанга); 10 – механизм поворота ковша; 11 – кабина; 12 – силовая установка; 13 – противовес; 14 – ходовая часть; 15 – опорно-поворотный круг.

Обратная лопата (рисунок 172) является основным видом рабочего оборудования гидравлических экскаваторов 2...4 размерных групп ( $q=0,25...1,0 \text{ м}^3$ ). Оборудование обратной лопаты содержит (см. рисунок 170,а) ковш 1 с зубьями, рукоять 3, стрелу 5 и гидроцилиндры 2, 4 и 6 соответственно поворота ковша, подъема стрелы и поворота рукояти. Обратная лопата копает грунт в выемках как поворотом ковша относительно рукояти, а рукояти относительно стрелы, так и подъемом и опусканием стрелы. Разгружается ковш поворотом относительно рукояти с помощью гидроцилиндра 2.

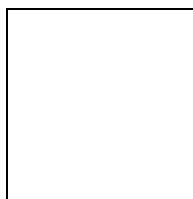


Рисунок 172. Гидравлический экскаватор с оборудованием обратной лопаты

Прямая лопата (рисунок 173) состоит из тех же элементов рабочего оборудования, что и обратная лопата, но отличается другим ковшом и положением его установки на рукояти. Ковш разгружается при открывании его днища, как у механического экскаватора, или поворотом относительно рукояти (см. рисунок 170,б). Прямая лопата копает грунт выше уровня стоянки, но если у механического экскаватора с прямой лопатой стрела во время рабочего цикла неподвижна, то у гидравлического – поднимается и опускается. Напорное движение при копании создается движениями рукояти, стрелы и ковша (если ковш поворотный). Эти движения могут совмещаться.

Гидравлические грейферы (рисунок 174) шарнирно подвешены к рукояти экскаватора вместо ковша. Челюсти 8 грейфера (см. рисунок 171) при зачерпывании материала смыкаются принудительно под действием гидроцилиндра 2. Напор на грунт можно создать опусканием стрелы, а в необходимых случаях и весом машины. Это дает возможность разрабатывать плотные грунты независимо от веса грейферного оборудования. Для копания глубоких колодцев, траншей и котлованов (до 20 ... 30 м) используют удлиняющие промежуточные вставки 9 (см. рисунок 6.2,б). Для рытья траншей глубиной до 30 м при строительстве сооружений методом «стена в грунте» грейферное оборудование закрепляют на телескопической напорной штанге.

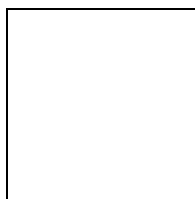


Рисунок 173. Гидравлический экскаватор с оборудованием прямой лопаты

Конструкция гидравлических экскаваторов позволяет оперативно и просто заменять съемное навесное оборудование, поэтому гидравлические экскаваторы имеют большую номенклатуру сменного рабочего оборудования, что значительно расширяет их технологические возможности по сравнению с механическими экскаваторами. Некоторые виды сменных рабочих органов гидравлических экскаваторов показаны на рисунке 175.

Широко распространены **экскаваторы-планировщики** с телескопической стрелой, изменяющей свою длину с помощью гидроцилиндра (рисунок 176). Рабочее оборудование этих экскаваторов (рисунок 177) совершает следующие движения: поворот ковша 1 в вертикальной плоскости гидроцилиндром 2; удлинение и втягивание выдвигной части стрелы 3 относительно основной части 4; поворот стрелы



Рисунок 174. Гидравлический экскаватор с грейферным оборудованием



Рисунок 175. Сменные рабочие органы одноковшовых гидравлических экскаваторов:

1, 2, 3 – основные ковши обратных лопат; 4 – ковш для дренажных работ; 5 – для рытья узких траншей; 6 – для планировочных работ; 7 – зачистной ковш; 8, 9, 10 – погрузочные ковши; 11 – рыхлитель; 12 – планировочный отвал; 13 – приспособление для бокового копания; 14 – клещи для штучных грузов.

(вместе с ковшом) относительно собственной оси в обойме 11; наклон стрелы в вертикальной плоскости относительно шарнира 12 гидроцилиндром 6.



Рисунок 176. Экскаватор-планировщик



Рисунок 177. Рабочее оборудование экскаватора-планировщика: 1 – ковш; 2 – гидроцилиндр ковша; 3 – выдвижная часть стрелы; 4 – стрела; 5 – кабина; 6 – гидроцилиндр наклона стрелы; 7 – силовая установка; 8 – притивовес; 9 – ходовое оборудование; 10 – опорно-поворотный круг; 11 – обойма наклона и вращения стрелы; 12 – шарнир наклона обоймы.

Возможность плавного движения рабочего органа по прямым траекториям (горизонтальным и наклонным) позволяет использовать

экскаваторы-планировщики на планировании откосов насыпей, выемок и горизонтальных поверхностей, на зачистке дна траншей и котлованов. Кроме того, их применяют при разработке траншей и небольших котлованов в стесненных условиях, для обратной засыпки, на погрузочно-разгрузочных работах. Экскаваторы-планировщики по своим технологическим возможностям существенно снижают долю ручного труда на земляных работах. Экскаваторы-планировщики выпускают на гусеничном и пневмоколесном ходу, а также на шасси грузовых автомобилей.

**Неполноповоротные (навесные) гидравлические экскаваторы**(рисунок 178) представляют собой мобильные малогабаритные машины, выполняющие земляные и погрузочные работы небольших объемов на рассредоточенных объектах в грунтах I ... III групп.

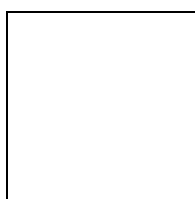


Рисунок 178. Неполноповоротный гидравлический экскаватор

По такой схеме выпускают экскаваторы с ковшем вместимостью 0,25 м<sup>3</sup> на базе колесного трактора мощностью 40 кВт. Этот экскаватор в настоящее время является одной из наиболее массовых землеройных машин. Его рабочее оборудование (рисунок 179) навешено на поворотной колонке 7, установленной на усиленной раме колесного трактора. Колонка поворачивается относительно вертикальной оси двумя гидроцилиндрами 8. Кроме экскаваторного, машина имеет также бульдозерное оборудование 11, расположенное спереди трактора и служащее одновременно противовесом. Для устойчивости экскаватора при работе предусмотрены две выносные опоры с приводом от гидроцилиндров (на рисунке они не показаны).

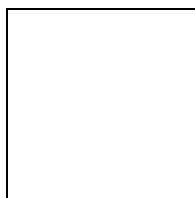


Рисунок 179. Рабочее оборудование неполноповоротного гидравлического экскаватора:

а – с обратной лопатой; б – с прямой лопатой; 1 – гидроцилиндр подъема стрелы; 2 – гидроцилиндр поворота рукоятки; 3 – гидроцилиндр ковша; 4 – рукоять; 5 – ковш; 6 – стрела; 7 – поворотная колонка; 8 – гидроцилиндры поворота колонки; 9 – бак

для гидравлической жидкости; 10 – трактор; 11 – бульдозерное оборудование; 12 – гидроцилиндр отвала; 13 – оттяжка.

Все элементы навесного оборудования экскаватора унифицированы. Для переоборудования с обратной на прямую лопату достаточно перевернуть на 180° ковш 5, закрепить его жестко на рукояти 4 оттяжкой 13 и переставить оси крепления штоков гидроцилиндров 2 и 3. Гидроцилиндр 3 на обратной лопате поворачивает ковш, а на прямой лопате открывает днище ковша. При работе обратной лопаты днище ковша плотно закрыто. В комплект дополнительного сменного рабочего оборудования этого экскаватора входят грейферный и погрузочный ковши, крановая подвеска и вилы.

#### 4.2.1.2 Многоковшовые экскаваторы

Экскаваторы непрерывного действия все операции рабочего процесса выполняют одновременно, т.е. вместе с копанием грунта происходит выгрузка ковшей и транспортирование (эвакуация) грунта из забоя в отвал или транспортные средства. Принцип непрерывности рабочих процессов дает повышенную производительность. Вместе с тем, эти экскаваторы менее универсальны, чем одноковшовые, и, кроме того, их применение ограничивают каменистые включения в грунте: линейные размеры включений, как правило, не должны превышать 1/3 ширины ковша.

Экскаваторы непрерывного действия классифицируют по следующим основным признакам:

- по типу рабочего органа – цепные (ЭТЦ) и роторные (ЭТР) (рисунок 180);
- по способу соединения рабочего оборудования с базовым тягачом – с навесным и полуприцепным рабочим оборудованием;
- по типу ходового устройства базового тягача – на гусеничные и пневмоколесные;
- по типу привода – с механическим, гидравлическим, электрическим и комбинированным приводом.



Рисунок 180. Основные типы экскаваторов непрерывного действия:  
а – цепной поперечного копания с подачей грунта вверх по откосу;  
б – цепной поперечного копания с подачей грунта вниз по откосу;  
в – цепной продольного копания; г – роторный продольного копания; д – роторно-поворотный радиального копания.

Наибольшее распространение получили гусеничные экскаваторы непрерывного действия с комбинированным приводом. В индексе экскаваторов непрерывного действия (рисунок 181) первые две буквы ЭТ означают экскаватор траншейный, а третья – тип рабочего органа (Ц – цепной, Р – роторный). Первые две цифры индекса обозначают большую глубину отрываемой траншеи (в дм), третья – порядковый номер модели. Первая из дополнительных букв цифрового индекса (А, Б, В и т.д.) означает порядковую модернизацию машины, последующие – вид специального климатического исполнения (ХЛ – северное, Т – тропическое, ТВ – для работ влажных тропиках). Например, индекс ЭТЦ-252А обозначает: экскаватор траншейный цепной, глубина копания 25 дм, вторая модель – 2, прошедшая первую модернизацию – А.

В строительстве наиболее широко используют экскаваторы продольного копания, так называемые траншейные, для получения траншей под инженерные коммуникации (кабели, трубопроводы), ленточные фундаменты зданий, для сооружения каналов и водоводов, при выполнении мелиоративных работ. Экскаваторы поперечного и радиального копания применяют в основном для вскрышных работ, открытых разработок полезных ископаемых и при разработке крупных карьеров строительных материалов (песка, гравия, глины). Цепные и роторные траншейные экскаваторы продольного копания в большинстве случаев выполняют на базе переоборудованных гусеничных тракторов, у которых расширен и удлинен гусеничный ход, а в трансмиссию включен ходоуменьшитель для получения пониженных рабочих скоростей передвижения машины.

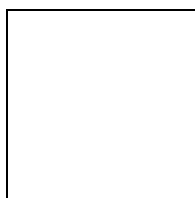


Рисунок 181. Система индексации траншейных экскаваторов

Цепные траншейные экскаваторы выпускают производительностью до 220 м<sup>3</sup>/ч при глубине отрываемой траншеи до 3,5 м и ширине до 1,1 м. Рабочим органом цепных экскаваторов (рисунок 182,а) является одно- или двухрядная втулочно-роликовая цепь 3, огибающая по замкнутому контуру наклонную раму 8 и несущая на себе ковш 9 или скребки. Ковши заполняются последовательно, вырезая тонкие стружки на наклонной поверхности забоя при совмещении двух движений – касательного вместе с цепью и продольного – продвижением (подачей) всей машины вдоль траншеи.

При опрокидывании ковшей вокруг верхнего поперечного (турасного) вала 2 грунт ссыпается в перегрузочный бункер 1. Расположенный под бункером ленточный конвейер 11 выносит грунт в отвал на бровку траншеи



или в транспортное средство. Конвейер 11 может выдвигаться влево или вправо от продольной оси машины, обеспечивая разгрузку грунта с нужной стороны. Ковшовая цепь и конвейер 11 приводятся в движение двигателем 13 через редуктор и цепные передачи. Скорость цепи не превышает 1,2 м/с.

Для увеличения ширины траншеи на ковшах крепят (через один) боковые ножи – уширители или применяют ковши разной ширины. При работе в слабых грунтах, где возможно осыпание стенок траншеи, на ковшовую раму устанавливают приводные винтовые фрезы, придающие стенкам траншеи ступенчатый профиль.

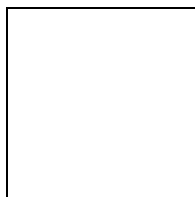


Рисунок 182. Цепной траншейный экскаватор:

а – схема экскаватора с ковшовым рабочим органом; б – схема скребкового рабочего органа; 1 – перегрузочный бункер; 2 – верхний вал; 3 – цепь; 4 – ось поворота ковшовой рамы; 5 – датчик глубины копания; 6 – копирная струна; 7 – приспособление для укладки дренажных труб; 8 – ковшовая рама; 9 – ковш; 10 – рама гусеничной тележки; 11 – выдающий ленточный конвейер; 12 – основная рама; 13 – двигатель; 14 – скребки; 15 – резец; 16 – винтовой конвейер.

Скребковый рабочий орган с однорядной цепью (рисунок 182,б) навешивают на пневмоколесные серийные тракторы и предназначают для рытья траншей глубиной до 1,6 м и шириной 0,2...0,4 м в грунтах I...III групп. Грунт послойно срезается резцами 15 различной ширины и поднимается из траншеи скребками 14. Затем винтовые конвейеры 16 сдвигают грунт в обе стороны от траншеи.

Такие одноцепные экскаваторы применяют на рассредоточенных земляных работах небольших объемов. Их производительность составляет 60...80 м<sup>3</sup>/ч.

Двухцепные скребковые экскаваторы (рисунок 183) могут разрабатывать траншеи в мерзлых грунтах при глубине промерзания до 1 м. Для этого их снабжают сменным оборудованием в виде скребков, оснащенных зубьями с износостойкой наплавкой.



### Рисунок 183. Экскаватор двухцепной траншейный

Траншейные роторные экскаваторы (рисунок 184) разрабатывают траншеи прямоугольного или трапецеидального профиля в немерзлых грунтах I...IV групп, а также в мерзлых грунтах при глубине промерзания верхнего слоя до 1,1...1,5 м. Роторные экскаваторы более производительны, чем цепные, так как допускаемая скорость ковшей них больше – до 2...2,5 м/с (в цепях при таких скоростях появляются вредные динамические нагрузки, снижающие их долговечность). Однако масса роторных экскаваторов при одинаковой глубине траншеи больше, чем у цепных, так как диаметр ротора должен превышать глубину траншеи не менее чем в 1,6 раза.

Роторные экскаваторы отрывают траншеи глубиной не более 5 м. Производительность траншейных роторных экскаваторов доходит до 1200 м<sup>3</sup>/ч. Наиболее широкое применение роторные экскаваторы получили при прокладке траншей большой протяженности с высоким темпом прокладки, например, при строительстве нефте- и газопроводов.

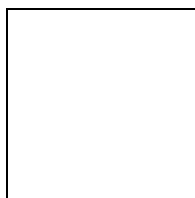


Рисунок 184. Траншейный роторный экскаватор

Рабочим органом экскаваторов этого типа (рисунок 185) является ротор 7 – жесткое колесо с ковшами. Внутри ротора помещен поперечный ленточный конвейер 4. Ковши 8 при вращении ротора поднимают разрабатываемый грунт из траншеи и высыпают его на ленту конвейера 4, отбрасывающего грунт на бровку траншеи. Глубина отрываемой траншеи регулируется гидроцилиндром 2, к штоку которого прикреплены подъемные цепи и тяги. Дно траншеи обрабатывается зачистным башмаком 5. Для рытья различных траншей на один и тот же базовый тягач могут навешиваться сменные рабочие органы с различными шириной и диаметром ротора.

Для получения траншей с наклонными стенками на рабочем органе устанавливают ножевые откосники 6. В мерзлых грунтах могут быть применены активные фрезерные уширители. Днища ковшей выполняют из цепей, которые при опрокидывании ковшей в верхнем положении прогибаются, встряхиваются и обеспечивают хорошую выгрузку грунта. Ковш оснащен зубьями из легированных сталей. Для работы в плотных и мерзлых грунтах зубья упрочняют пластинками из твердых сплавов.

Роторные экскаваторы продольного копания выпускают навесными и полунавесными к гусеничным тягачам. В последнем случае в рабочем и транспортном положениях роторы опираются на дополнительные опорные

колеса (см. рисунок 180,з). Мощность силовых установок роторных экскаваторов достигает 400 ... 500 кВт.

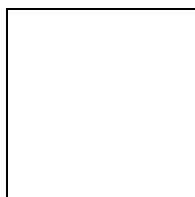


Рисунок 185. Роторный траншейный экскаватор:

1 – рама рабочего оборудования; 2 – гидроцилиндр подъемного механизма; 3 – цепная передача привода; 4 – ленточный выдающий конвейер; 5 – зачистной башмак; 6 – ножевой откосник; 7 – ротор; 8 – ковш.

## 4.2.2 Землеройно-транспортные машины

Землеройно-транспортные машины не только отделяют грунт от массива, но и перемещают его. Основные землеройно-транспортные машины – бульдозер и скрепер, которые за один цикл разрабатывают грунт, перемещают его, разгружают в насыпь и возвращаются в забой в порожнем состоянии.

### 4.2.2.1 Бульдозеры

Бульдозер представляет собой самоходную землеройно-транспортную машину в виде гусеничного трактора или колесного тягача с навешенным на него с помощью рамы или брусьев рабочим органом – отвалом. Обычно отвал навешивают спереди трактора вне базы ходовой части (рисунок 186). Бульдозер выполняет послойное копание и перемещение грунтов и других материалов на расстояние до 100...120 м и планировку площадей.

Широко применяют бульдозеры при возведении из резервов насыпей высотой до 2 м, для рытья котлованов и каналов, сооружения плотин, засыпки траншей и ям, разравнивания и профилирования грунта, очистки аэродромов и дорог, при подготовке трасс, для разравнивания и штабелирования сыпучих строительных материалов, на вскрытии грунтовых карьеров и карьеров ископаемых. Их используют также в качестве толкачей для скреперов.



Рисунок 186. Гусеничный бульдозер с неповоротным отвалом:  
1 – отвал; 2 – гидравлический раскос; 3 – гидроцилиндр подъема отвала; 4 – базовый трактор; 5 – толкающий брус; 6 – гибкие рукава гидросистемы.

Бульдозеры классифицируются:

- **по назначению** – общего назначения и специальные;
- **в зависимости от тягового класса** базовых машин – малогабаритные (класс до 0,9), легкие (классов 1,4...4), средние (классов 6...15), тяжелые (классов 25...35) и сверхтяжелые (класса выше 35);
- **по типу ходового устройства** – гусеничные и пневмоколесные;
- **по конструкции рабочего органа** – с неподвижным в плане отвалом и с поворотным отвалом.

На толкающих брусках отвал установлен шарнирно и с помощью раскосов можно изменять угол резания в пределах  $45...60^\circ$ . На бульдозерах с гидравлическим управлением иногда один из раскосов выполняют в виде гидроцилиндра, которым машинист, не выходя из кабины, может установить перекося отвала в поперечной плоскости на угол до  $4...12^\circ$  в обе стороны. Поперечный перекося отвала дает возможность бульдозеру разрабатывать прочные и подмороженные грунты, обеспечивая их срезание боковым концом отвала.

Наиболее часто на бульдозерах устанавливают прямые неповоротные и поворотные отвалы (рисунок 187). У бульдозеров с неповоротным отвалом угол в плане между отвалом и осью машины (угол захвата) всегда равен  $90^\circ$ . У бульдозеров с поворотным отвалом (их иногда называют универсальными) положение отвала в горизонтальной плоскости (в плане) изменяется на угол  $25...30^\circ$ . Поворотный отвал всегда ниже, но длиннее неповоротного, так как в повернутом положении он должен перекрывать ширину базовой машины. Применяют его для планировочных работ с перемещением грунта в сторону (грунт при этом сходит с отстающего конца отвала в виде бокового валика), для засыпки траншей, разравнивания валов, кавальеров и других работ при непрерывном движении машины вдоль фронта работ. Поворотный отвал устанавливают только на гусеничных тракторах, так как колесные тягачи плохо воспринимают боковые нагрузки.



Рисунок 187. Основные типы отвалов бульдозера:

- а – прямой; б – универсальный (поворотный); в – сферический;
- г – совковообразный; д – с боковыми рыхлящими зубьями;

е – короткий толкающий; 1 – лобовой лист; 2 – угловые ножи; 3 – средние ножи; 4 – боковые щитки; 5 – боковые ножи; 6 – открылки; 7 – выдвижные зубья.

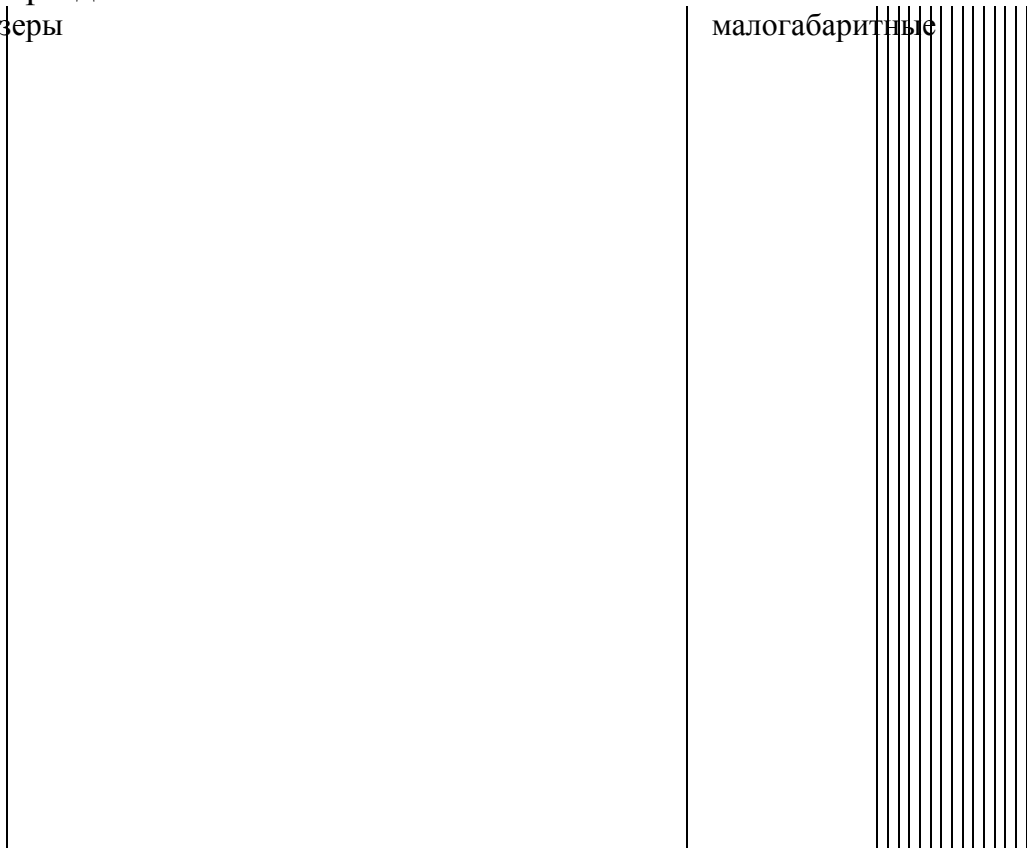
Сферические отвалы (см. рисунок 187), состоящие из трех или пяти секций, которые установлены под углом 10...15° одна к другой, набирают грунта на 15...20% больше, чем прямые отвалы. Сферические отвалы применяют для работы с кусковыми и сыпучими материалами при мощности базовых машин более 130 кВт. Совковый отвал имеет развитые боковые щитки и применяется при перемещении сыпучих и слабопрочных материалов на большие расстояния (до 150 м). Отвал с рыхлящими боковыми зубьями применяют в крепких каменистых и мерзлых грунтах на гусеничных бульдозерах мощностью не менее 50 кВт и на колесных бульдозерах мощностью не менее 220 кВт. Короткий прямой отвал снабжен амортизатором и предназначен для установки на толкачах, помогающих загружать скреперы.

Разнообразие видов работ, выполняемых бульдозерами общего назначения, а также широкая номенклатура сменного рабочего оборудования и приспособлений к ним делают бульдозер универсальной машиной, незаменимой на любой стройке. На земляных работах в настоящее время бульдозеры выполняют 30...40% общего объема.

Главным параметром бульдозера является номинальное тяговое усилие  $T_n$ . По номинальному тяговому усилию и мощности двигателя бульдозеры условно разделяют на пять классов:

Бульдозеры

малогабаритные



л с т с  
е р я в  
г е ж е  
к д е р  
и н л х  
е и ь  
е е т  
я  
ж  
е  
л  
ь  
е



Мощность двигателей современных бульдозеров (рисунки 188 – 192) 15...600 кВт при базовой машине гусеничном или колесном тракторе и до 1200 кВт для бульдозеров на специальных тягачах.

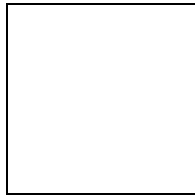


Рисунок 188. Бульдозер малогабаритный

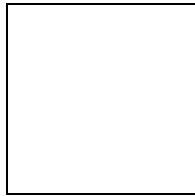


Рисунок 189. Бульдозер легкий

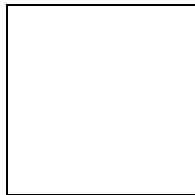


Рисунок 190. Бульдозер средний

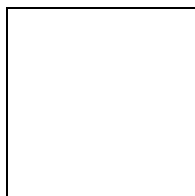


Рисунок 191. Бульдозер тяжелый

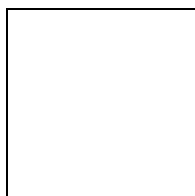


Рисунок 192. Бульдозер сверхтяжелый

Полный цикл работы бульдозера при вырезании и перемещении грунта состоит из следующих этапов: внедрения отвала в грунт и набора призмы волочения, перемещения грунта к месту укладки, укладки (разгрузки) грунта слоями или грудями, возвращения в забой, опускания отвала и установки его в положение внедрения (рисунок 193). Наиболее распространенной схемой циклической работы бульдозера является челночная схема, при которой обратный (холостой) ход выполняют задним ходом без разворота машины.

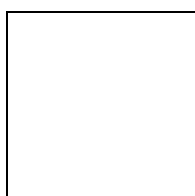


Рисунок 193. Элементы рабочего цикла разработки и перемещения грунта бульдозером:

$L_{\text{наб}}$  – длина пути набора призмы волочения;  $L_{\text{тр}}$  – дальность транспортирования;  $L_{\text{х.х}}$  – длина холостого хода.

#### 4.2.2.2 Скреперы

Скрепер (рисунок 194) – землеройно-транспортная машина для отделения от массива, захвата, транспортирования и послойной укладки грунта. Он представляет собой самоходную или буксируемую тележку с ковшем.



Рисунок 194. Самоходный скрепер:

1 – гидроцилиндр выдвижения задней стенки ковша; 2 – задняя стенка ковша; 3 – гидроцилиндры заслонки ковша; 4 – заслонка ковша; 5 – гидроцилиндры подъема ковша; 6 – гидроцилиндры механизма поворота; 7 – тяговая рама; 8 – седельно-сцепное устройство; 9 – одноосный тягач; 10 – рычаги механизма поворота; 11 – средняя часть ножа; 12 – боковая часть ножа.

Рабочий орган скрепера – ковш, открытый спереди и сверху, – врезается в массив под действием тягового и напорного усилий. После заполнения грунтом ковш закрывается заслонкой и переводится в транспортное положение, а разгружается после перемещения к месту укладки грунта.

Основные составные части скрепера – рабочее оборудование (ковш с рабочими исполнительными механизмами), ходовое оборудование, привод (двигатель или двигатели, трансмиссия и система управления), сцепное и буферное устройство.

Скреперы различают по следующим признакам:

- вместимости ковша – с малой (до 5 м<sup>3</sup>), средней (5...15 м<sup>3</sup>) и большой (более 15 м<sup>3</sup>);
- способу передачи тягового усилия – прицепные, полуприцепные и самоходные;
- способу загрузки ковша – со свободной или с принудительной;
- способу разгрузки ковша – со свободной (самосвальной), принудительной и полупринудительной и щелевой;
- трансмиссии – с гидравлической, канатной или электромеханической;
- конструкции ходового оборудования – одноосные и двухосные;
- приводу ходового оборудования (для самоходных скреперов) – одно- и многодвигательные, дизельные и дизель-электрические.



От способа передачи тягового усилия и конструкции ходового оборудования зависит маневренность скреперов и характер передачи на опорную поверхность силы тяжести машины и грунта в ковше.

Одноосные прицепные скреперы (рисунок 195) отличаются большей маневренностью, чем двухосные, но менее грузоподъемны. В связи с тенденцией увеличения вместимости ковшей скреперов можно предполагать постепенное вытеснение из практики земляных работ схем одноосных прицепных скреперов.



Рисунок 195. Одноосный прицепной скрепер

В одноосных прицепных скреперах через ведомые колеса передается преобладающая часть силы тяжести машины и грунта в ковше, в двухосных (рисунок 196) – вся сила; у полуприцепных и самоходных скреперов сила тяжести машины и грунта в ковше передается в основном на ведущие колеса и гусеницы, что способствует увеличению силы сцепления с дорогой.



Рисунок 196. Двухосный прицепной скрепер

Прицепные и полуприцепные скреперы просто и быстро отсоединяются от трактора или тягача, после чего последние можно использовать в сцепе с другими машинами.

В самоходных скреперах (рисунок 197) тягач после отсоединения от скрепера двигаться самостоятельно не может и применяется только как составная часть другого агрегата, например, самоходного землевоза или катка. При дизель-электрическом приводе для повышения тяговой мощности этих машин индивидуальные электродвигатели с редуктором встраиваются в ступицы колес. Из двух и более таких скреперов могут составляться скреперные поезда.

Грунт отделяется от массива и поступает в ковш со свободным заполнением за счет тягового усилия. Заполняется ковш в результате продвижения стружки сквозь грунт, уже накопившийся в нем.

В скреперах с принудительной загрузкой (рисунок 198) грунтовая стружка отделяется также за счет тягового усилия, но подается в ковш элеватором.

Время и степень заполнения ковша грунтом влияют на производительность скреперов, поэтому целесообразно в определенных условиях агрегатировать скреперы с машинами-толкачами.

Разновидности скреперных ковшей по способу разгрузки характеризуются следующим (рисунок 199).

Для машин малой мощности характерна свободная разгрузка, хотя определенным недостатком ее является неполное опорожнение ковша, особенно при разработке липких грунтов. Принудительная и полупринудительная разгрузка, обеспечивающая наилучшее опорожнение ковша, применяется главным образом в машинах средней и большой вместимости. Эффективна и щелевая разгрузка, во время которой днище ковша наклоняется на значительный угол. В скреперах с элеваторной загрузкой обычно применяется донная выгрузка грунта.

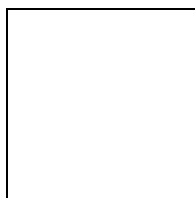


Рисунок 197.Самоходный скрепер

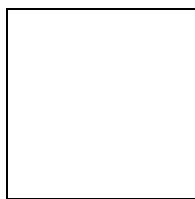


Рисунок 198.Скрепер с принудительной загрузкой



Рисунок 199.Схемы разгрузки ковшей скреперов:

а – с самосвальной разгрузкой, б – с принудительной разгрузкой выдвиганием задней стенки, в – с полупринудительной разгрузкой через нож поворотом днища, г – с принудительной разгрузкой через дно, д – телескопический с принудительной разгрузкой

выдвижением задней стенки,  $e$  – с самосвальной разгрузкой назад (для одноосного скрепера).

Скреперы относятся к машинам циклического действия. Их рабочий процесс состоит из операций отделения от массива, захвата, транспортирования к месту выгрузки и укладки грунта, самой выгрузки и укладки и возвращения в забой для очередного отделения от массива и захвата грунта.

Управляет скрепером водитель с помощью механизмов системы управления. Если дальность транспортирования грунта меньше 300 м, почти во всех случаях целесообразнее применять прицепные скреперы, так как самоходные и полуприцепные не используют при этом свое основное преимущество – более высокую скорость передвижения.

При дальности перемещения грунта меньше 100 м скреперы, как правило, менее рентабельны, чем бульдозеры. При дальности перемещения более 5 км земляные работы выгоднее выполнять одноковшовыми экскаваторами с перевозкой грунта самосвалами или землевозами.

Скреперы приспособлены для разработки преимущественно однородных песчано-глинистых грунтов малой и средней крепости. При большей крепости грунта и необходимости скреперной разработки грунтов с включениями их следует предварительно рыхлить. Увеличение вместимости и мощности скреперов, применение элеваторной загрузки, а также специальных конструкций режущей части способствует повышению границы крепости грунтов, разрабатываемых скреперами.

Скреперный ковш взаимодействует с грунтом режущей частью, заслонкой и внутренней поверхностью (рисунок 200).

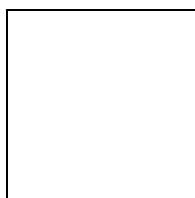


Рисунок 200. Последовательность заполнения скреперного ковша:  
а – первый этап: заполнение задней части ковша (скольжение стружки по днищу ковша или по грунту в ковше); б, в – второй этап: заполнение передней части ковша (продвижение стружки сквозь грунт в ковше и фонтанирование на его поверхности).

В начале загрузки ковша сопротивлений призмы волочения и заполнению нет или они незначительны; основная часть усилия копания идет на преодоление сопротивления резанию грунта. Но по мере увеличения сопротивлений призмы волочения и заполнению ковша часть усилия копания, расходуемая на преодоление сопротивления грунта резанию, уменьшается; несколько уменьшается и глубина резания.

Призма волочения, в зависимости от свойств грунта, формируется обычно на протяжении  $1/3 \dots 1/2$  пути резания. Силы для преодоления ее сопротивления вначале возрастают, а затем стабилизируются. Сопротивления же заполнению ковша увеличиваются до конца загрузки.

Исследования показывают, что период заполнения ковша можно разделить на два этапа.

На первом этапе грунт движется к задней стенке и заполняет прилегающую к ней часть ковша. Этот этап заканчивается образованием у задней стенки ковша грунтовой призмы с поверхностью, наклоненной под углом, близким к углу естественного откоса грунта (см. рисунок 200,а).

На втором этапе заполняется оставшаяся часть ковша в результате своего рода фонтанирования грунта на вершине образующейся призмы и скатывания кусков грунта по ее боковым поверхностям (см. рисунок 200,б). Этот этап завершается образованием грунтового тела с откосами, идущими от стенок ковша и заслонки (см. рисунок 200,в).

В зависимости от свойств грунта характер процесса заполнения может меняться. При разработке сыпучих грунтов стружка разрушается еще до заполнения ковша, вследствие чего процесс заполнения прекращается. При вязком грунте заполнению ковша препятствует выскользывание стружки через его заднюю стенку.

Расчетным состоянием для определения рабочей нагрузки принято считать конец заполнения ковша, когда наибольших значений достигают сопротивления призмы волочения и заполнению ковша, а сопротивления грунта резанию уменьшаются, но также значительны.

Технологические особенности рабочего процесса скреперов заключаются в воздействии на грунт за счет тягового усилия движителя и в непрерывности собственного перемещения по определенному пути как в зонах заполнения и разгрузки ковша, так и между этими зонами.

В зависимости от траектории перемещения скреперов различают технологические схемы производства земляных работ «по эллипсу», «по восьмерке», «по зигзагу» (рисунок 201,а,б,в). Первая из названных схем используется при условиях, когда требуется образовать одиночную выемку или насыпь ограниченных размеров, вторая и третья схемы – при возведении протяженных земляных сооружений (каналов, дамб, дорожных выемок или насыпей). Наибольшее время на выполнение транспортных операций, в том числе холостых, затрачивается при движении скрепера «по эллипсу».

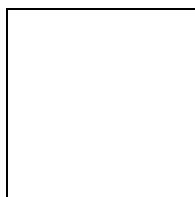


Рисунок 201. Схемы движения скреперов при производстве земляных работ:

а – «по эллипсу»; б – «по восьмерке»; в – «по зигзагу»; 1 – места забора грунта; 2 – места укладки грунта.

К технологическим мероприятиям по увеличению объема грунта, захватываемого ковшом, относится применение трактора-толкача при загрузке ковша, загрузка при движении под уклон, работа по гребенчатой системе вырезки грунта в забое. К конструктивным мероприятиям относится применение различных решений режущей части ковша и периодическое ее восстановление или замена.

Сокращение длительности цикла достигается сокращением дальности возки, увеличением скорости транспортирования, уменьшением потерь времени на излишние переключения скорости и повороты. Большое значение имеет квалификация скрепериста, его умение находить оптимальные соотношения между тяговым усилием машины и рабочими сопротивлениями.

Технология разработки грунта скреперами зависит от характера грунтов: в песчаном грунте ковш хорошо наполняется только при многократном опускании и поднимании; в связном грунте целесообразны большая глубина резания и малая длина участка забора грунта; в глинистых грунтах производительность скреперов с толкачом выше производительности скреперов с элеваторной загрузкой.

Перспективы совершенствования скреперов вытекают из задач развития комплексной механизации и автоматизации строительства; увеличения единичной мощности машин, автоматизации управления, расширения применения гидропривода, увеличения выпуска машин в северном исполнении, замены устаревшей землеройной техники. Значительно увеличивается выпуск скреперов, в том числе самоходных, с мощностью дизеля 700...900 кВт.

Предусматривается повышение энергонасыщенности и рабочих скоростей агрегатов традиционного исполнения при неизменных размерах оборудования, рост типоразмеров и создание крупных и сверхтяжелых агрегатов, разработка новых методов взаимодействия скреперов с грунтом (рисунок 202).

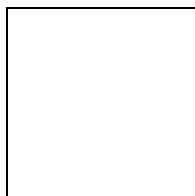


Рисунок 202. Конструктивные схемы предложений по повышению эффективности скреперов:

а – скрепер с подъемом ковша на задних колесах с помощью гидроцилиндров; б – ковш с двухножевой системой копания; в – скрепер с адаптирующейся горизонтальной заслонкой; г – ковш с

задней ножевой системой; д – скрепер с элеватором заднего расположения; е – ковш с газовоздушной интенсификацией копания и выгрузки грунта.

Рост энергонасыщенности агрегатов и их типоразмеров возможен за счет роста рабочих и транспортных мощностей и мощности двигателей. Для землеройно-транспортных агрегатов практически достижимыми являются мощности порядка 3 ... 4 тыс. кВт.

Росту энергонасыщенности и типоразмеров машин способствует быстрое развитие двигателестроения, электронного и гидропневматического оборудования и систем автоматического управления. Перспективы применения газотурбинного привода и автоматики значительно расширяют возможности дальнейшего совершенствования дорожно-строительной техники.

В центре внимания исследователей находится совершенствование исполнительных механизмов землеройно-транспортных машин в границах традиционной технологической схемы. В области скреперостроения исследуются возможности оптимизации формы ковша, применения телескопической системы заполнения ковшей двухщелевой загрузки, подгребания грунта в ковше и ряд других.

#### **4.2.2.3 Автогрейдеры**

Автогрейдер (рисунок 203) является одной из основных машин, применяемых при строительстве дорог и их содержании. С помощью автогрейдеров можно профилировать земляное полотно, возводить насыпи высотой до 0,6 м, планировать откосы, выемки и насыпи, перемещать грунт и дорожно-строительные материалы, устраивать корыта и боковые канавы в дорожном полотне, перемешивать грунт и гравийные материалы с вяжущими материалами и добавками, очищать дороги от снега.

Для автогрейдеров характерно разнообразие производимых работ благодаря тому, что отвал может устанавливаться под различным углом в вертикальной и горизонтальной плоскостях и выноситься в сторону, достаточная точность выполнения планировочных и профилировочных работ, возможность установки различного сменного навесного оборудования (до 20 видов), высокая мобильность (транспортная скорость машины достигает 45 км/ч).

Автогрейдеры классифицируют по мощности двигателя и по соответствующему ей весу машины, по количеству осей и типу колесной схемы, по системе управления рабочим органом.

Классификация по мощности и весу приведена в таблице 8. Легкие автогрейдеры (рисунок 204) предназначены для содержания или мелкого ремонта грунтовых дорог; средние (рисунок 205), получившие в настоящее время наибольшее распространение, – для строительства и среднего ремонта

дорог, а также для работы в грунтах средних категорий; полутяжелы (рисунок 206) и тяжелые автогрейдеры (рисунок 207) предназначены для различных дорожных работ большого объема, для строительства дорог в тяжелых грунтовых условиях, для планирования аэродромов и т.п.

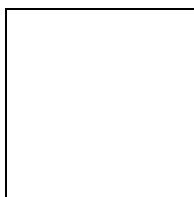


Рисунок 203. Автогрейдер

1 – капот; 2 – кабина; 3 – сидение машиниста; 4 – пульт управления; 5 – электросистема; 6, 8 – гидроцилиндры; 7 – основная рама; 9 – дополнительное оборудование; 10 – передняя ось; 11 – управляемые колеса; 12 – тяговая рама; 13 – гидросистема управления отвалом; 14 – задняя тележка; 15 – балансиры; 16 – основной отвал; 17 – ведущие пневмоколеса; 18 – трансмиссия; 19 – двигатель.

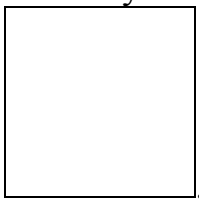
Таблица 8.

Классификация автогрейдеров по мощности и весу

Группа		Вес автогрейдера в т	Мощность двигателя в л.с.
Легкие		7 ... 9	до 75
Средние	10 ... 12	до 110	до 110
Тяжелые		18 ... 24	170 и более

Различают автогрейдеры с двумя и тремя колесными осями. Конструктивная компоновка автогрейдера характеризуется его

колесной схемой, т. е. общим количеством осей, ведущих осей и осей с управляемыми колесами. Колесные схемы условно обозначаются формулой:



где  $A$  – число осей с управляемыми колесами;  
 $B$  – число ведущих осей;  
 $B$  – общее число осей автогрейдера.

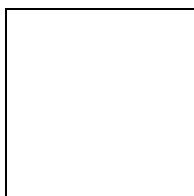


Рисунок 204.Автогрейдер легкого класса

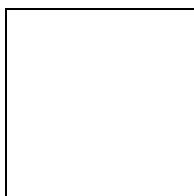


Рисунок 205.Автогрейдер среднего класса

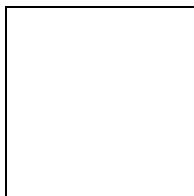


Рисунок 206.Автогрейдер полутяжелого типа

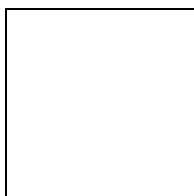


Рисунок 207.Автогрейдер тяжелого типа

Так, трехосный автогрейдер с двумя задними ведущими осями и передней осью с управляемыми колесами имеет колесную формулу  $1 \times 2 \times 3$ . Автогрейдеры с такой колесной формулой получили наибольшее распространение (75%), от автогрейдеров, имеющих колесную формулу



2×2×2, они отличаются более постоянной величиной сцепного веса и силой тяги по сцеплению, лучшей планирующей способностью ножа, лучшей конструктивной развеской по мостам, в связи с чем обеспечивается более устойчивое выдерживание прямолинейного движения. Однако автогрейдеры с колесной схемой 2×2×2 проще по конструкции и более маневренны, у них меньший радиус поворота, достаточная сила тяги.

Система управления рабочим органом автогрейдера может быть гидравлическая, редукторная, комбинированная (электрогидравлическая, редукторно-гидравлическая, пневмоэлектрическая и др.). Наиболее распространены автогрейдеры с объемным гидроприводом.

Основной вид работы автогрейдера – профилирование грунтовых дорог с треугольными или трапецеидальными кюветами (рисунок 208) в нулевых отметках или в насыпях высотой 0,3...0,4 м, образующихся за счет грунта канав. Профилирование складывается из повторения отдельных циклов рабочих проходов, начальным из которых является зарезание. После каждого прохода – зарезания грунт перемещают одним или несколькими проходами на место укладки. Зарезание является наиболее трудоемким проходом, требующим наибольшего тягового усилия.

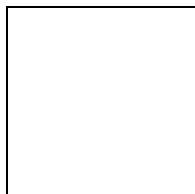


Рисунок 208. Поперечные профили грунтовых дорог:

а – с насыпью; б – в выемке; в – полувыемка-полунасыпь: 1 – насыпь; 2 – резерв; 3 – кавальеры; 4 – полунасыпь; 5 – полувыемки; 6, 9 – банкеты; 7 – нагорная канава; 8 – выемка.

## 4.2.3 Машины и автоматизированные комплекты машин для строительства покрытий автомобильных дорог

### 4.2.3.1 Состав комплектов машин для строительства цементобетонных покрытий

Машины для строительства цементобетонных покрытий в основном выпускают двух типов: машины с колесно-рельсовым ходовым устройством (для их работы необходимо наличие рельс-форм) и машины со скользящими формами с гусеничным ходовым устройством. Последние получили наибольшее распространение и их выпускают двух размеров: большой производительности для строительства магистральных дорог и малой производительности для дорог местного значения.

Наиболее эффективно скоростное строительство цементобетонных покрытий осуществляется автоматизированными комплектами машин со скользящими формами (рисунок 209). Комплект машин составляют группа основных машин и дополнительное технологическое оборудование. Основной группой машин комплекта являются: профилировщик основания (рисунок 210,а), распределитель бетона (рисунок 210,б), бетоноукладчик со скользящими формами (рисунок 210,в), бетоноотделочная машина и распределитель пленкообразующих материалов. В дополнительное оборудование входят: конвейер-перегрузатель, тележка для арматурной сетки, вибропогружатель арматурной сетки, нарезчики продольных и поперечных швов, заливщик швов, трейлеры для транспортирования машин комплекта.



Рисунок 209. Состав комплектов машин для строительства цементобетонных покрытий

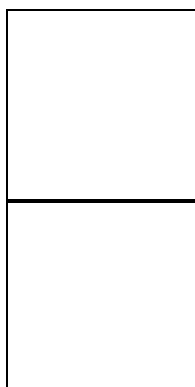


Рисунок 210. Машины автоматизированного комплекта для скоростного строительства цементобетонных покрытий:

а – профилировщик основания; б – распределитель (перегрузатель); в – бетоноукладчик: 1 – кронштейн рамы; 2 – вилка гусеничной тележки; 3 – гусеничная тележка; 4 – силовая установка; 5 – пульт управления, 6 – рулевой гидроцилиндр; 7 – основная рама; 8 – фреза-шнек; 9 – привод фрезы-шнека; 10 – отвал фрезы-шнека; 11 – шнек; 12 – привод шнека; 13 – отвал шнека, 14 – приемный бункер; 15 – рама транспортера; 16 – блок выдвижного транспортера; 17 – генератор привода глубинных вибраторов; 18 – бак для воды; 19 – скользящие формы (боковая опалубка); 20 – рама рабочих органов.

Профилировщики дорожных оснований (рисунок 211) предназначены для разработки корыта в целинном грунте и профилирования его дна, а также для окончательного профилирования и уплотнения песчаного основания или основания из грунта, укрепленного вяжущим материалом. Они оснащены профилирующим и уплотняющим рабочими органами.

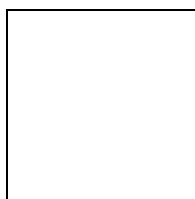


Рисунок 211. Профилировщик дорожных оснований

Бетонораспределители (рисунок 212) принимают смесь из автосамосвалов или автобетоносмесителей и распределяют ее по дорожному основанию слоем заданной толщины. Распределители являются машинами непрерывного и периодического действия. Бетонораспределители непрерывного действия распределяют смесь, поступающую на основание строящейся дороги. Они имеют высокую производительность и требуют четкой организации работ по доставке смеси к месту ее укладки. Распределители периодического действия работают циклично. Новая порция бетона распределяется по основанию после распределения предыдущей порции и передвижения машины на новую позицию.

Смесь, выгруженную распределителем на дорожное основание, равномерно распределяют в поперечном направлении шнеком, лопастью или ковшем и предварительно разравнивают отвалом. Окончательное профилирование покрытия осуществляется профилирующими заслонками, которые можно устанавливать на односкатный или двухскатный поперечный профиль покрытия.

Бетоноотделочная машина (рисунок 213) предназначена для окончательной отделки поверхности покрытия и придания ей требуемой текстуры бетона. Машина многопроходная и смонтирована на

четырёхколесном базовом шасси. Снизу к раме на вертикальной поворотной и подъемной цапфе подвешены две дюралевые трубы. Над ними установлены два трубопровода с запираемыми соплами для смачивания труб. Трубы перекрывают одна другую и передают на бетон только свой вес. Сзади к раме кронштейнами прикреплена тканевая драга, которая орошается водой и передвигается по поверхности цементобетонного слоя.

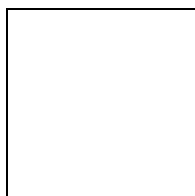


Рисунок 212. Бетонораспределитель



Рисунок 213. Бетоноотделочная машина

Распределитель пленкообразующих материалов служит для нанесения материалов и создания на покрытии шероховатой поверхности. Машина выполнена однопроходной на самоходном четырехопорном колесном базовом шасси. К основной раме прикреплены две поперечные траверсы, по которым перемещается относительно покрытия щетка, создающая шероховатость поверхности покрытия. К передней части рамы подвешен барабан для пленки. Сзади к раме подвешены распределительная труба для распределения жидких пленкообразующих материалов и два выносных сопла для обработки боковых поверхностей покрытия.

#### **4.2.3.2 Машины для постройки асфальтобетонных покрытий**

Для распределения и укладки ровным слоем асфальтобетонных смесей по подготовленному основанию служат асфальтоукладчики (рисунок 214). По конструкции ходовой части асфальтоукладчики различают на гусеничном и колесном ходу. В зависимости от производительности и назначения асфальтоукладчики делятся на тяжелые и легкие. Тяжелые – производительностью 100 ... 200 т/ч – предназначены для больших объемов работ и к ним предъявляются повышенные требования к качеству укладки смеси. Легкие асфальтоукладчики применяются для небольших объемов работ.



Рисунок 214. Асфальтоукладчик

Укладчики производительностью 50 т/ч используются при небольших объемах работ.

Схема технологического процесса работы асфальтоукладчика показана на рисунке 215. Асфальтобетонная масса, доставляемая автосамосвалами, выгружается в бункер укладчика, затем питателями подается к шнеку, распределяющему массу равномерно по всей ширине. После этого асфальтобетон предварительно уплотняется трамбуемым брусом и выравнивается выглаживающей плитой. Окончательное уплотнение осуществляется моторными катками.

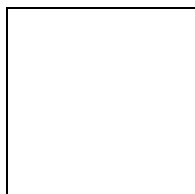


Рисунок 215. Схема технологического процесса работы асфальтоукладчика:

1 – моторный каток; 2 – выглаживающая плита; 3 – регулировочный винт; 4 – трамбуемый брус; 5 – рама подвески; 6 – шнек для распределения смеси; 7 – ходовая часть; 8 – двигатель; 9 – бункер с питателем; 10 – автосамосвал.

Приемный бункер 1 (рисунок 216) расположен в передней части асфальтоукладчика и вмещает около 5 т смеси. На дне его расположены два пластинчатых питателя 3. Питатели подают асфальтобетонную смесь из бункера к двум распределительным шнекам 5. Скорости движения питателей синхронизированы со скоростью передвижения укладчика.

Для регулирования количества смеси, подаваемой питателями к шнекам, служат заслонки 10 задней стенке бункера. Их можно поднимать и опускать.

Шнеки служат для равномерного распределения асфальтобетонной смеси по ширине укладываемой полосы. Правый питатель и шнек приводятся в движение независимо от левых. Число оборотов шнеков устанавливается в зависимости от скорости передвижения укладчика.

Трамбующий брус 6 предназначен для предварительного уплотнения асфальтобетонной смеси. Он состоит из двух половин: каждая приводится в действие от своего эксцентрикового вала 4, соединенного с трамбуемым

брусом шатунами. Число ударов трамбуемого бруса равно числу оборотов двигателя 9.

Для очистки трамбуемого бруса от прилипшей асфальтобетонной смеси предусмотрен нож-отражатель. Натяжное устройство удерживает трамбуемый брус на расстоянии 0,2...1 мм от выглаживающей плиты.

Выглаживающая плита выравнивает поверхность и регулирует толщину слоя в продольном и поперечном направлениях. Плита расположена за трамбуемым брусом и состоит из двух частей по ширине. Плита шарнирно укреплена на раме подвески 11, в свою очередь, шарнирно соединенной с ходовой частью 2 машины. Нижнюю плоскость плиты можно наклонять поворотами винтов 8.

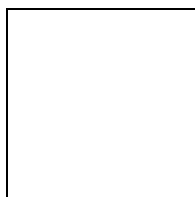


Рисунок 216. Схема асфальтоукладчика:

1 – бункер; 2 – ходовая часть; 3 – пластинчатые питатели; 4 – эксцентриковый вал; 5 – распределительные шнеки; 6 – трамбуемый брус; 7 – выглаживающая плита; 8 – винты; 9 – двигатель; 10 – заслонки задней стенке бункера; 11 – рама подвески.

При подъеме заднего края плиты передний ее край опускается в укладываемый слой, который станет тоньше; затем плита займет горизонтальное положение. При опускании заднего края плита поднимется и слой станет толще. Так происходит изменение толщины укладываемого слоя. При помощи этих же винтов изменяют толщину покрытия в поперечном направлении, создавая поперечный профиль дороги. Благодаря шарнирному соединению рамы подвески с машиной вес трамбуемого бруса и выглаживающей плиты полностью передается через плиту на поверхность покрытия (удельное давление составляет около 0,25 кг/см<sup>2</sup>).

Выглаживающая плита имеет обогрев, предохраняющий ее от прилипания асфальтобетонной смеси. Подогрев применяется лишь в начале работы, так как в дальнейшем плита нагревается от асфальтобетонной массы.

Для подъема рамы подвески с рабочими органами при переводе укладчика в транспортное положение, применяют гидравлическую систему, состоящую из ручного насоса, бака, распределителя, двух цилиндров и трубопроводов. Ходовая часть укладчика – гусеничная, на жестких, неподрессоренных гусеницах. Для привода рабочих органов, питателей и ходовой части на укладчике установлен двигатель и сложная механическая трансмиссия.

#### 4.2.4 Машины и оборудование для содержания и ремонта автомобильных дорог

Понятие «содержание покрытий» объединяет комплект работ по поддержанию в чистоте и порядке в течение всего времени года твердых покрытий всех типов на всем их протяжении. В зависимости от времени года различают летнее и зимнее содержание покрытий. При летнем содержании покрытий проводят комплекс мероприятий, включающий: уборку мусора и грязи с покрытия, увлажнение, обеспыливание покрытия, нанесение линий разметки. В состав мероприятий зимнего содержания покрытий входят работа по удалению с покрытия снега и по борьбе с гололедом.

Средства механизации, используемые для содержания покрытий, по назначению делятся на две группы (рисунок 217):

- 1) для летнего содержания покрытий – поливочно-моечные, подметально-уборочные, вакуумно-уборочные машины-пылесосы, а также маркировочные машины и оборудование для разметки покрытий и окраски обстановки;
- 2) для зимнего содержания покрытий – снегоочистители, снегопогрузчики, машины для теплового, ветрового, механического и химического воздействия на гололед (аэродромные уборочные машины).

Машины для содержания покрытий, как правило, самоходные, их монтируют на базе автомобилей или колесных тракторов.

В зависимости от продолжительности использования в течение года различают сезонные (например, снегоочистители, снегопогрузчики) и универсальные, применяемые круглый год (подметально-уборочные) машины. В комплект универсальных машин входит дополнительное навесное и прицепное оборудование.



Рисунок 217. Машины для содержания покрытий:

1 – прицепная поливочно-моечная; 2 – поливочно-моечная на базе грузового автомобиля; 3 – поливочно-моечная на базе трехосного автомобиля; 4 – подметально-уборочная на базе грузового автомобиля; 5 – подметально-уборочная на базе колесного трактора; 6 – маркировочная на самоходном шасси; 7 – маркировочная на автомобильном шасси; 8 – маркировочная для нанесения разметки лакокрасочными материалами; 9 – маркировочная для нанесения разметки термопластичными материалами; 10 – плужный снегоочиститель на базе поливочной машины; 11 – плужный снегоочиститель на базе колесного

трактора; 12 – фрезерно-роторный снегоочиститель на базе колесного трактора; 13 – шнекороторный снегоочиститель на базе трехосного автомобиля; 14 – скребковый (лаповый) снегопогрузчик; 15 – шнекофрезерный снегопогрузчик; 16 – аэродромная уборочная машина.

#### 4.2.4.1 Машины для летнего содержания покрытий

**Поливочно-моечные машины**(рисунок 218) предназначены для увлажнения и мойки твердых покрытий всех типов, а также для поливки зеленых насаждений. Кроме того, поливочно-моечные машины могут быть использованы при тушении пожаров. В зимнее время поливочно-моечные машины оснащают плужно-щеточным оборудованием и используют для снегоуборочных работ. Поливочно-моечные машины бывают самоходные, на автомобильном или тракторном колесном шасси, полуприцепные или прицепные. Наибольшее распространение при организации работ по содержанию аэродромных покрытий; получили самоходные машины. Самоходные поливочно-моечные машины монтируют на базе двух- и трехосных грузовых автомобилей.

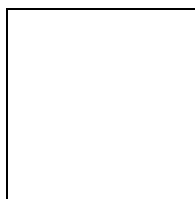


Рисунок 218. Поливочно-моечная машина

**Подметально-уборочные машины**(рисунок 219) предназначены для очистки твердых покрытий от грязи, мелкого мусора и пыли. Их классифицируют по принципу действия, способам обеспыливания и транспортирования смета в бункер машины. По принципу действия различают щеточные, вакуумно-уборочные (пылесосы) и комбинированные (щеточно-вакуумно-пневматические) подметально-уборочные машины. По способу обеспыливания эти машины делят на две группы: с сухим и с мокрым обеспыливанием. По способу транспортирования смета в бункер различают подметально-уборочные машины с механическим и пневматическим транспортированием смета.

Наибольшее распространение получили машины щеточного и комбинированного типов. При обслуживании аэродромов применяются также вакуумно-уборочные машины-пылесосы. При работе щеточных подметально-уборочных машин грязь и мелкий мусор с покрытия удаляются механическим способом цилиндрическими и лотковыми щетками. Вакуумно-уборочными машинами пыль с покрытия удаляется путем всасывания в



бункер с помощью специального вакуумно-пневматического устройства. Конструкцией комбинированных машин предусмотрено одновременное использование щеточного и вакуумно-пневматического способов.

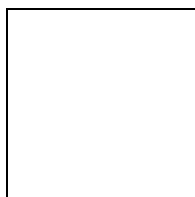


Рисунок 219.Подметально-уборочные машины

Подметально-уборочные машины различают также по способу обеспыливания процессов подметания и подачи смета в бункер. При сухом обеспыливании пыль из зоны действия щеток отсасывается вакуумно-пневматическим устройством. Мокрое обеспыливание производится при увлажнении покрытия из специальных форсунок, разбрызгивающих воду в рабочей зоне. Смет – пыль, грязь и мелкий мусор, удаляемые с покрытия щетками, транспортируется в бункер машины механическим конвейером или пневматическим транспортом.

**Машины для маркировки покрытий и обстановки (маркировочные машины)**(рисунок 220) предназначены для нанесения линий разметки дорожных и аэродромных 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 асфальто- и цементнобетонных покрытий в условиях умеренного климата при температуре воздуха от 5 до 40 °С.

В настоящее время выпускают маркировочные прицепные, используемые при малых объемах работ, и самоходные машины, смонтированные на колесном тракторном или автомобильном шасси.

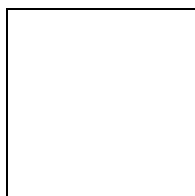


Рисунок 220.Маркировочные машины

По типу разметочных материалов и способу нанесения разметки наиболее распространены машины, работающие на лакокрасочных и термопластичных материалах. Основной принцип действия таких машин заключается в распылении красящего материала форсункой (краскораспылителем) под действием сжатого воздуха. Машины для

нанесения разметки термопластичной массой работают следующим образом. Материал для нанесения разметочных линий разогревается в специальных котлах до температуры текучести и самотеком поступает к рабочему органу. Рабочий орган (маркер, расположенный под платформой машины с левой стороны) предназначен для нанесения термопластика на покрытия.

Для ориентирования маркировочной машины при движении ее по заранее размеченной линии служит визирное устройство, устанавливаемое на бампере автомобиля.

Производительность маркировочных машин определяется рабочей скоростью движения автомобиля при нанесении разметочных линий и зависит от характера разметки, состава разметочного материала и способа его нанесения на покрытие.

#### 4.2.4.2 Машины для зимнего содержания покрытий

**Снегоочистители** – машины, применяемые при зимнем содержании покрытий дорог и аэродромов. Они предназначены для удаления свежеснежившего и уплотненного снега. Специальное оборудование снегоочистителей, применяемых при содержании аэродромных покрытий, монтируют на базе автомобилей или колесных тракторов, а также на специальных шасси.

Снегоочистители в зависимости от типа рабочего органа бывают плужные – с пассивным и роторные – с активным рабочим органом.

Плужные снегоочистители (рисунок 221) используют при расчистке покрытия от свежеснежившего или мало уплотненного снега при толщине снежного покрова до 0,3 м и плотности до 0,35 г/см<sup>3</sup>. По типу рабочего органа различают одноотвальные и двухотвальные плужные снегоочистители.

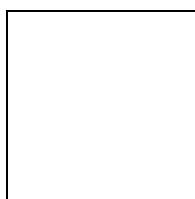


Рисунок 221. Плужные снегоочистители

Роторные снегоочистители (рисунок 222) предназначены для расчистки твердых покрытий от больших масс уплотненного снега, удаления снежных валов с погрузкой снега в транспортные средства. В отличие от плужных роторные снегоочистители имеют активный рабочий орган, с помощью которого вырезают снег из общего массива и отбрасывают его в сторону на большое расстояние. Высота слоя снега, убираемого роторным снегоочистителем, составляет 1,3...1,5 м в зависимости от конструкции машины при плотности снега до 0,5 г/см<sup>3</sup>. В зависимости от конструкции

рабочего органа различают шнеко-роторные и фрезернороторные снегоочистители. Существуют также и другие типы и конструктивные схемы рабочих органов снегоочистителей, не получившие широкого распространения. В СНГ наиболее распространены шнекороторные снегоочистители, монтируемые на базе трехосных автомобилей.

При зимнем содержании аэродромных покрытий большое распространение получили газоструйные снегоочистители (аэродромные уборочные машины) с физико-термическим воздействием на гололед и так называемые ветровые машины.

**Ветровая машина** – самоходный агрегат с авиационным турбореактивным двигателем, отработавшим летный ресурс.

Авиационный турбореактивный двигатель используют в качестве генератора потока газа с высокой кинетической энергией. В зимнее время ветровые машины применяют при устойчивой отрицательной температуре (не ниже  $-7^{\circ}\text{C}$ ) для сдува сухого снега при небольшой интенсивности и продолжительности снегопада, без гололеда и снежно-ледяного наката. При толщине слоя снега до 3 см ветровые машины превосходят по производительности плужно-щеточные снегоочистители. Ветровые машины значительно проще и дешевле газоструйных снегоочистителей, однако области их применения также значительно уже. При температуре воздуха выше  $-7^{\circ}\text{C}$  применение ветровых машин для удаления снега нецелесообразно, так как высокотемпературная струя от авиационного турбореактивного двигателя, установленного на сравнительно большом расстоянии от покрытия, оплавляет снег, в результате чего образуется так называемый «наведенный гололед». Ветровые машины могут быть использованы при летнем содержании аэродромных покрытий для удаления с них пыли и мелкого мусора.



Рисунок 222. Роторные снегоочистители

**Специальные аэродромные уборочные машины (газоструйные снегоочистители)**(рисунок 223) предназначены для удаления снега и гололеда с твердого покрытия путем термического и динамического воздействия на них газовой струи. Производительность газоструйных снегоочистителей определяется по тем же формулам, что и для подметально-уборочных машин. Для современных снегоочистителей техническая производительность составляет 20 ... 80 тыс.  $\text{м}^2/\text{ч}$ . Как и ветровые машины, аэродромные уборочные машины могут быть использованы для летнего

содержания аэродромных покрытий при удалении с них пыли и мелкого мусора.

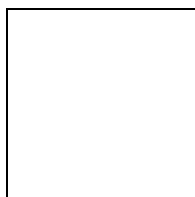


Рисунок 223. Газоструйные снегоочистители

**Снегопогрузчики** (рисунок 224), так же как и снегоочистители, применяют при зимнем содержании дорог и аэродромов. Они предназначены для погрузки снега из валов и куч в транспортные средства. Некоторые типы снегопогрузочных машин также используют для погрузки сыпучих материалов, применяемых при содержании твердых покрытий дорог и аэродромов: песка, хлоридов и др. Производительность снегопогрузочных машин определяют так же, как и для снегоочистителей. Техническая производительность снегопогрузочных машин 250...300 м<sup>3</sup>/ч.

**Машины для борьбы с гололедом** бывают с механическим, физико-термическим и химическим способом воздействия на гололед. При содержании дорожных покрытий применяют в основном распределители противогололедных материалов с химическим воздействием на гололед, т.е. распределители по поверхности покрытия песка и сухих хлоридов (рисунок 225).

В последнее время для борьбы с гололедом все более широкое применение находят жидкие реагенты. Для распределения жидких противогололедных материалов могут быть использованы поливочно-моечные машины или специальные распределители.

Применение пескоразбрасывателей на аэродромах крайне нежелательно. Особенно это противопоказано на аэродромах, где эксплуатируют самолеты с турбореактивными двигателями. Применение таких машин в аэропортах следует ограничить подъездными дорогами.

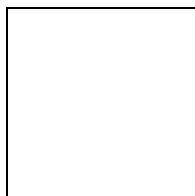


Рисунок 224. Снегопогрузчики



Рисунок 225.Машины для борьбы с гололедом

Для удаления гололедной пленки и снежно-ледяного наката, образующихся на поверхности аэродромных покрытий, применяют так называемые **тепловые машины** (рисунок 226). Принцип работы тепловых машин заключается в воздействии на обледенелое покрытие с помощью высокотемпературного скоростного потока продуктов сгорания топливоздушнoй смеси, поступающей из турбореактивного двигателя, установленного на специальной раме автомобиля.

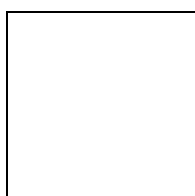


Рисунок 225.Тепловые машины

Для повышения эффективности процесса удаления льда с покрытия на ряде тепловых машин устанавливают дополнительно источники инфракрасного излучения. Лед прозрачен для инфракрасных лучей. Поэтому инфракрасное излучение, генерируемое излучателем, свободно проходит через слой льда к граничной поверхности покрытия, которая, будучи непрозрачной, поглощает лучи и нагревается. Тепло от поверхности покрытия в свою очередь передается к пограничному слою льда, что приводит к подплавлению последнего и к полному ослаблению сил, связывающих лед с покрытием. Газовоздушная струя, вследствие аэродинамического напора, взламывает подтаявший лед и уносит его за пределы покрытия.

#### 4.2.5 Вопросы для самопроверки

1. Для чего предназначены землеройные машины?
2. Что такое одноковшовые экскаваторы?
3. Какие экскаваторы называют универсальными, а какие специальными?
4. Охарактеризуйте прямую лопату.
5. Охарактеризуйте обратную лопату.
6. Охарактеризуйте драглайн.
7. Охарактеризуйте грейфер.
8. Что такое многоковшовые экскаваторы?

9. Охарактеризуйте цепные многоковшовые экскаваторы.
10. Охарактеризуйте роторные многоковшовые экскаваторы.
11. Для чего предназначены землеройно-транспортные машины?
12. Охарактеризуйте бульдозеры с поворотным и неповоротным отвалами.
13. Охарактеризуйте бульдозер-рыхлитель.
14. Охарактеризуйте бульдозер-погрузчик.
15. Охарактеризуйте скрепер.
16. Охарактеризуйте рабочий процесс скрепера.
17. Охарактеризуйте автогрейдер.
18. Что входит в комплект машин для строительства цементобетонных покрытий?
19. Для чего предназначены профилировщики дорожных оснований?
20. Для чего предназначены бетонораспределители?
21. Для чего предназначена бетоноотделочная машина?
22. Для чего служит распределитель пленкообразующих материалов?
23. Как подразделяются средства механизации, используемые для содержания покрытий, по назначению? Приведите примеры.
24. Для чего предназначены поливочно-моечные машины?
25. Для чего предназначены подметально-уборочные машины?
26. Для чего предназначены маркировочные машины?
27. Для чего предназначены снегоочистители?
28. Охарактеризуйте ветровую машину.
29. Для чего предназначены газоструйные снегоочистители?
30. Для чего предназначены снегопогрузчики?
31. Охарактеризуйте машины для борьбы с гололедом.

### **4.3 Машины для строительства и содержания железных дорог**

#### **4.3.1 Машины для очистки щебня и замены балласта**

Периодическое восстановление физико-механических характеристик и геометрических параметров щебеночной балластной призмы производится путем очистки щебня или, в случае несоответствия уложенного в пути балласта требуемым характеристикам, – за счет полной его замены на щебень твердых пород машинами для очистки щебня и замены балласта.

Балластная призма должна обеспечивать вертикальную и горизонтальную устойчивость рельсошпальной решетки при воздействии на нее поездной нагрузки, равномерное распределение давления от шпал на возможно большую площадь основной площадки земляного полотна, иметь возможно большую равноупругость вдоль и поперек пути и обеспечивать наименьшую неравномерность остаточных деформаций при эксплуатации железнодорожного пути. В процессе длительной эксплуатации железнодорожного пути балластная призма постоянно засоряется как сыпучими грузами с проходящих поездов, так и мелкими фракциями грунта,

попадающими со стороны дефектной площадки земляного полотна, а также мелкими частицами щебня при его разрушении под действием поездной нагрузки. При этом балластная призма теряет свои первоначальные свойства, а остаточные деформации пути увеличиваются, что ведет к повышенному износу элементов верхнего строения пути, подвижного состава и возрастанию расходов железнодорожного транспорта.

В соответствии с современными требованиями максимально допустимое засорение щебеночного балласта установлено в 35% от его объема, а периодичность (в млн.т. брутто пропущенного по пути тоннажа) его очистки – в зависимости от категории пути, толщины очищенного слоя и марки уложенного в путь щебня.

Современные требования к балластной призме, качеству очистки щебня, периодичность его очистки во многом определяют параметры машин для очистки щебня и замены балласта, а также способы производства работ с учетом конкретного состояния железнодорожного пути и вида его ремонта. Сплошная очистка щебня или замена балласта в основном производятся при усиленных капитальном и среднем, а также капитальном и среднем ремонтах пути.

Машины для очистки щебня и замены балласта подразделяются на следующие основные группы (рисунок 226): машины высокопроизводительные с малой глубиной очистки щебня (ЩОМ-Д, ЩОМ-ДО, ЩОМ-4, ЩОМ-4М, БМС и др.); машины для торцевой очистки (замены) балласта (УМ-М, УМ-С, ЩОМ-6Р и др.); машины для глубокой очистки (замены) щебня (RM-80, RM-76, СЧ-600, СЧ-601, СЧУ-800, АХМ-80, ЩОМ-6Б и др.).



Рисунок 226. Основные группы машин для очистки щебня и замены балласта

По назначению они подразделяются на машины для работы на перегонах, на стрелочных переводах, универсальные машины для работы на перегонах и стрелочных переводах; по основным выполняемым операциям на машины для очистки щебня, для очистки и вырезки балласта, машины для вырезки (замены) балласта; по конструктивному исполнению, в частности, способу вырезки балласта – на машины с пассивными подрезными ножами и подгробными крыльями, с активными вырезающими органами (цепными скребковыми, роторными, баровыми), с комбинированными рабочими органами; по способу очистки щебня – на машины с центробежными очистительными устройствами и машины с плоскими вибрационными грохотами; по способу транспортирования – на машины прицепные и машины самоходные; по типу ходовой части и тяговых единиц – на машины

с железнодорожным ходом и тяговым локомотивом или со специальным и тягово-энергетическим модулем и машины на комбинированном ходу с тракторной тягой; по способу удаления засорителя – на машины с рассевом засорителя в сторону от пути и машины с направленным переносом засорителя в специализированный подвижной состав (для последующего его вывоза) или выгрузки к основанию насыпи, или за пределы водоотводов в неглубоких выемках; по способу работы с рельсошпальной решеткой – на машины, работающие с подъемом рельсошпальной решетки, машины, работающие без ее подъема, и машины, работающие при снятой путевой решетке.

#### **4.3.1.1 Машины высокопроизводительные с малой глубиной очистки щебня**

Машины этой группы создавались с целью обеспечения повышенной выработки в технологическое «окно», содержат вырезающие пассивные рабочие органы в виде подрезных ножей и подгребных крыльев и центробежные очистительные устройства. Конструктивно эти машины (рисунок 227) выполнены в прицепном варианте как на железнодорожном ходу с тяговой единицей в виде тепловоза с одной переоборудованной секцией для питания щебнеочистительного устройства при работе без снятия рельсошпальной решетки ЩОМ-Д, ЩОМ-ДО, ЩОМ-4, ЩОМ-4М, так и на комбинированном ходу с тракторной тягой при работе со снятой рельсошпальной решеткой (БМС).

Наибольшее распределение в путевом хозяйстве имеют машины моделей ЩОМ-4 и ЩОМ-4М, которые в настоящее время из-за недостатков, присущих их конструкциям, заменяются на современные модели щебнеочистительных машин для глубокой очистки щебня. Щебнеочистительные машины ЩОМ-4 и ЩОМ-4М предназначены для очистки щебеночного балласта на путях с любыми типами рельсов и шпал и могут вырезать балласт из пути, очищать его, удалять загрязнители в сторону от пути рассевом по откосам насыпей и выемок, поднимать путь на щебень, дозировать очищенный щебень, опирать балластную призму, выставлять путь на заданную отметку, обеспечивать превышение одного рельса относительно другого в кривых участках пути.

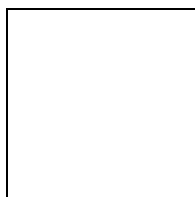


Рисунок 227. Машины высокопроизводительные с малой глубиной очистки щебня



Базой для машины (рисунок 228) служат усиленные фермы электробалластера ЭЛБ-ЗМ. Кроме имеющихся на электробалластере дозатора 19, рельсовых 18 и шпальных 14, 5 щеток, устройства для подъема путевой решетки 13, щебнеочистительная машина оборудована роторным устройством 20 и консольным краном 3 (расположены на направляющей раме 17), устройством для пробивки шпальных ящиков 15, щебнеочистительным устройством 11, планировщиком 9, транспортером для отбора щебня 8 (размещены на рабочей ферме 10, соединенной с фермой 17 шарниром 16).

Для уменьшения сопротивления передвижению машины при работе роторным устройством вырезают балласт за торцами шпал со стороны обочины и междупутья. Устройство состоит из двух многоковшовых роторов, расположенных по обеим сторонам фермы. Их конструкция аналогична рабочим органам траншейных роторных экскаваторов. Каждый ротор оснащен лотком 21, который направляет высыпавшийся из ковшей щебень внутрь колеи. Роторы устанавливают в транспортное и рабочее положения телескопическими штангами и гидроцилиндрами, расположенными под фермой и по ее боковым сторонам. Вращаются роторы электродвигателями переменного тока через механическую передачу. Дозатор 19 позволяет равномерно распределять по ширине пути предварительно выгруженный или вырезанный роторным устройством балласт. Поднимают, наклоняют и поворачивают крылья дозатора гидроцилиндрами.



Рисунок 228. Щебнеочистительная машина ЩОМ-4:

1 – кабина управления; 2 – навес; 3 – консольный кран; 4 – помещение для электростанции; 5, 14 – шпальные щетки; 6 – бункер; 7 – выносной пост управления; 8 – конвейер для отбора щебня; 9 – планировщик; 10, 17 – рабочая и направляющая рамы машины; 11, 13, 15, 20 – устройства: щебнеочистительное, подъемное, для пробивки шпальных ящиков, роторное; 12 – крыло подгребающее; 16 – междуферменный шарнир; 18 – рельсовая щетка; 19 – дозатор; 21 – лоток.

#### 4.3.1.2 Машины для торцевой очистки балласта

К данной группе щебнеочистительных машин (рисунок 229) относятся машины типа УМ-М, УМ-С, ЩОМ-6Р, которые вырезают загрязненный

щебень по торцам шпал, очищают и дозируют его в вырезанные роторными рабочими органами траншеи. Указанные машины могут также производить вырезку балласта из междупутья и с обочин как с одной, так и с обеих сторон пути, перегружать вырезанный балласт или засоритель в специализированный подвижной состав, формировать плугами (УМС) откосы при ремонтах и текущем содержании пути.

Прицепная машина УМ-М (рисунок 230) может быть использована при ремонтных работах и текущем содержании пути при температуре окружающего воздуха не ниже  $-10^{\circ}\text{C}$  и несмерзшемся балласте. Экипажная часть состоит из фермы 3 сварной конструкции, которая расположена на двух двухосных тележках 17. На ферме устанавливается и монтируется все оборудование и устройства машины. Роторное устройство 2 предназначено для вырезки балласта за концами шпал со стороны обочины и междупутья при работе машины.

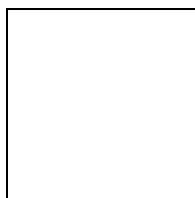


Рисунок 229. Машины для торцевой очистки балласта



Рисунок 230. Щебнеочистительная машина УМ-М:

1 – конвейер ротора; 2 – роторное устройство; 3 – рама; 4 – устройство щебнеочистное с отбором засорителей; 8 – установка вибробункера; 9 – конвейер отбора чистого щебня; 10 – конвейер отбора балласта; 11 – гидростанция; 12 – ножи зачистные; 13 – шпальные щетки; 14 – укосина; 15 – установка дизель-генератора; 16 – топливный бак; 17 – тележка; 18 – гидроцилиндр; 19 – рама ротора; 20 – штанга.

Роторное устройство в основном состоит из двух многоковшовых роторов, расположенных по обеим сторонам машины (по одному на сторону), направляющих штанг укрепленных на ферме, четырёх штанг, на которых установлены пантографные подвески роторов, гидроцилиндров 18 для подъёма и перемещения роторов в транспортное и рабочее положение. Каждый ротор установлен на специальной раме 19 (сварной конструкции), шарнирно соединённой с опорой, укрепленной на цилиндрических

горизонтально расположенных штангах 20. Штанги устанавливаются в направляющих (приваренных к нижним и верхним поясам фермы) и могут перемещаться вдоль них.

Каждый ротор имеет возможность: подниматься и опускаться в вертикальной плоскости; перемещаться горизонтально в плоскости, перпендикулярной продольной оси машины за счет перемещения штанг вдоль направляющих.

Перемещения ротора осуществляются при помощи гидравлических цилиндров и вызваны необходимостью перевода ротора из транспортного в рабочее положение и обратно, а также необходимостью изменения его заглубления и удаления от торцев шпал. В транспортном положении роторы запираются на опорах, приваренных к верхним поясам и закрепляются стяжками. Ротор состоит из двух стальных дисков, соединённых между собой уголками, на которых смонтированы и укреплены по окружности 8 ковшей. Ротор опирается на четыре поддерживающих катка, расположенных на двух поддерживающих валах (по два катка на каждом валу) и направляются четырьмя катками, расположенными на двух направляющих (нижних) валах. Валы опираются и вращаются в шарикоподшипниках, корпуса которых закреплены на раме ротора. Ковш ротора состоит из днища, двух боковых стенок. Задняя стенка выполнена цепной. На дисках с обеих сторон ротора закреплены зубчатые рейки, которые находятся в зацеплении с двумя шестернями привода ротора. Ротор имеет автономный электромеханический привод, установленный внутри рамы ротора. Привод состоит из коническо-цилиндрического редуктора, соединённого при помощи цепной муфты с электродвигателем переменного тока.

#### **4.3.1.3 Машины для глубокой очистки щебня**

Машины для глубокой очистки щебня и замены балласта (рисунок 231) (РМ-80, РМ-76, СЧ-600, СЧ-601, СЧУ-800, комплекс ЩОМ-6, АХМ-1 и др.) предназначены для очистки и вырезки загрязненного щебня на глубину до 0,5 м и более. Эти машины выпускаются на железнодорожном ходу: как в прицепном варианте (СЧ-600, СЧ-601, СЧУ-800, комплекс ЩОМ-6), так и в самоходном варианте (РМ-80, АХМ-1) и используются в составе щебнеочистительных механизированных комплексах при ремонтах пути со сплошной очисткой или заменой балласта. Они имеют основной вырезающий орган в виде цепного скребкового устройства. В качестве тяговых единиц при прицепном исполнении машины используют тягово-энергетические модули.

Щебнеочистительные машины СЧ-600 и СЧ-601 имеют одинаковую конструктивную схему и различаются только модернизацией некоторых узлов и дополнениями, выполненными на машине СЧ-601. В зависимости от технологического процесса, возможны два варианта работы машины: вырезка балласта – (при полной вырезке) балласт может подаваться через

поворотный конвейер в специализированный состав или на откос земляного полотна, а при очистке вырезанный балласт подается на грохот, очищенный щебень возвращается в балластную призму, а мелкая фракция (загрязнитель) может отгружаться в специализированный состав или на откос земляного полотна.

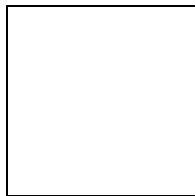


Рисунок 231. Машины для глубокой очистки щебня

При работе машин СЧ-600 и СЧ-601 в режиме «ОЧИСТКА» загрязненный балласт (рисунок 232), перемещаемый транспортером 6, разгружается в заднюю часть грохота 7, а при работе в режиме «ПОЛНЫЙ ОТБОР» транспортер 6 смещается на 630 мм в переднюю часть и балласт попадает на наклонный транспортер 8.



Рисунок 232. Щебнеочистительная машина СЧ-600:

1 – рама; 2, 3 – тележки; 4 – выгребное устройство; 5 – приемочный бункер; 6 – конвейер для подачи вырезанного щебня; 7 – грохот; 8 – конвейер для подачи засорителя; 9 – поворотный конвейер; 10 – накопитель; 11 – распределитель щебня; 12 – подъемное устройство для рельсошпальной решетки; 13 – измерительная система; 14 – кабина управления; 15 – гидроцилиндр установки уровня выгребного устройства; 16 – электродвигатели привода баровой цепи; 17 – поперечный конвейер.

Машина СЧ-600 (см. рисунок 232) состоит из рамы 1, опирающейся на две двухосные тележки 2, 3. На раме 1 установлены: выгребное устройство 4, для вырезки загрязненного щебня из пути, приемочный бункер 5, транспортер подачи вырезанного щебня, грохот 7, транспортер 8 для подачи загрязнителя, поворотный транспортер 9, для передачи загрязнителя (вырезанного балласта) в специализированный подвижной состав или выгрузки на откосы земляного полотна, транспортер-накопитель 10, распределитель 11 щебня, подъемное устройство 12 для подъема рельсошпальной решетки, измерительная система 13, кабина 14 управления, а также гидро-, электро- и пневмооборудование.

Рама машины установлена на две двухосные тележки ЦНИИ-ХЗ модели 18-100. Тележки соединяются с рамой при помощи шкворневого узла, через который передаются поперечные и продольные усилия тележек на раму машины. Обе тележки машины оборудованы пневматическим тормозом, а ручным только передняя. Торможение производится при помощи маховика.

Выгребное устройство 4 выполнено в виде цепного скребкового рабочего органа, обеспечивает вырезку балласта из пути и его транспортировку на транспортер 6 подачи балласта. Скребковые цепи движутся в правом и левом желобах, соединенных между собой под шпалами ремонтируемого пути при помощи подпутной балки, которая устанавливается симметрично оси пути в предварительно подготовленной траншее и имеет различную длину: короткую для работы на станционных путях и увеличенную для работы на перегонах. В транспортном положении одна балка расположена на специальных кронштейнах и устанавливается при помощи электроталей, вторая же находится на площадке рамы передней части машины. Концы желобов снабжены пригребными плугами и позволяют производить регулировку ширины захвата. Желоба имеют защитные перила и кнопки аварийной остановки цепи. Глубина вырезаемого слоя устанавливается гидроцилиндрами 15, подвешенными на раме машины. Цепь приводится в движение двумя электродвигателями привода через редуктор, установленный на опоре. Система крепления редуктора позволяет регулировать натяжение цепи.

#### **4.3.2 Машины для укладки путевой решетки**

Эти машины предназначены для укладки путевой решетки при строительстве и ремонте пути. Получили распространение два способа укладки путевой решетки (рисунок 233): звеньевой и отдельный. При капитальном ремонте пути и при строительстве новых железных дорог с большим объемом работ применяют звеньевые путеукладчики. Звеньевые путеукладчики бывают трех типов: на железнодорожном ходу, тракторные (ПБ-3 и ПБ-3М) и легкие порталные (ПУ-4). На строительстве новых железных дорог с малым объемом работ при отдельном способе укладки пути используют стреловые краны. Сплошную смену рельсов выполняют при помощи рельсоукладчиков и путеукладчиков.

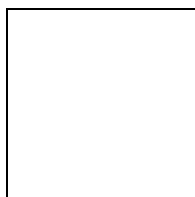


Рисунок 233. Способы укладки путевой решетки и применяемая техника

### 4.3.2.1 Звеньевые путеекладчики на железнодорожном ходу

Укладочный поезд – это комплект машин и оборудования, предназначенный для транспортировки и укладки путевых звеньев. Укладочный поезд (рисунки 234, 235) состоит из локомотива 4, укладочного крана 1 для укладки в путь новых звеньев, платформ 2 с неприводным роликовым конвейером и устройством для крепления пакетов звеньев и самоходной моторной платформы (МПД или МПД-2) 3 для тяги хвостовой секции и перетягивания пакетов звеньев. Локомотив доставляет укладочный поезд на место укладки и увозит разгруженный поезд на звеносборочную базу.

При формировании пакета звеньев нижнее звено укладывают на роликовый конвейер рельсами вниз, а остальные звенья – рельсами вверх или на роликовый конвейер укладывают лёгкие рельсы, называемые лыжами, а на них – все звенья рельсами вверх. При укладке звеньев в путь верхнее звено пакета, подлежащее укладке, захватывают траверсой, приподнимают грузовой лебёдкой и выносят тяговой лебёдкой вперёд. Одновременно укладочный кран с поднятым и выдвигаемым звеном с передней секцией поезда передвигается по ранее уложенному пути на длину звена, после чего звено опускают. Последнее звено пакета, если оно перевернуто при формировании пакета, сначала опускают на балласт, затем перестроповывают, переворачивают рельсами вверх и укладывают краном на ось пути. Новый пакет звеньев надвигают на укладочный кран лебёдкой для перетягивания пакетов звеньев и из нового пакета звено укладывают так, как описано выше. Пакет состоит из 7...8 звеньев с деревянными шпалами (в зависимости от типа рельсов) и 4...5 звеньев с железобетонными шпалами. При капитальном ремонте применяют два укладочных поезда: путеразборочный для снятия старых путевых звеньев и погрузки их на платформы и путеекладочный для укладки новых звеньев.



Рисунок 234. Укладочный поезд:

1 – самоходный укладочный кран; 2 – платформы, оборудованные роликовым конвейером с пакетами звеньев; 3 – самоходная моторная платформа МПД; 4 – локомотив.

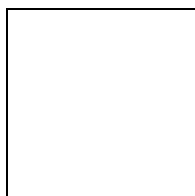


Рисунок 235. Звеньевой путеукладчик на железнодорожном ходу

#### 4.3.2.2 Тракторные путеукладчики

Путеукладчик ПБ-3М (рисунок 236) работает с трактором тягачом 1 Т-100М или Т-108, на котором спереди установлен синхронный генератор 2 мощностью 37,5 кВт, а сзади смонтировано водило 3, состоящее из винтовой пары, скользуна, электродвигателя (мощностью 3 кВт, 1500 мин<sup>-1</sup>) и червячного редуктора. На водило опирается через буксирный прибор гусёк 4, прикреплённый к ферме 5. К ферме подвешены на канатах две полуавтоматические рельсозахватные рамы 6. Рельсозахватные рамы для укладки звеньев с деревянными шпалами оборудованы двукратными полиспадами грузоподъёмностью 4,5 т, а для звеньев с железобетонными шпалами – четырёхкратными полиспадами грузоподъёмностью 9 т. Грузовая лебёдка 8 однобарабанная (диаметр 520 мм) с планетарным редуктором допускает усилие на канате 24,5 кН (2500 кгс). На лебёдке установлен электродвигатель мощностью 11 кВт (920 мин<sup>-1</sup>). На портале 9 установлены две грузовые лебёдки для подъёма и опускания двух захватных рам. Портал вертикальными гильзами насажен на правую и левую спаренные вертикальные колонны 10, которые опираются на две гусеничные тележки 19. Двумя гидроцилиндрами 12 грузоподъёмностью 18 т каждый портал с фермой и оборудованием может быть поднят на 400 мм. При укладке звеньев на земляное полотно с поперечным уклоном портал гидроцилиндрами устанавливают вертикально и контролируют по отвесу 21. На концевом кронштейне 14 установлена тяговая лебёдка 13 и грузовой крюк с блоком 15 для перетягивания пакетов звеньев с питающих платформ. Тяговое усилие



Рисунок 236. Тракторный путеукладчик ПБ-3М:

1 – трактор Т-100М; 2 – синхронный генератор; 3 – водило; 4 – гусёк; 5 – ферма; 6 – рельсозахватная рама; 7 – блок отклоняющий; 8, 13, 18 – грузовые и тяговые лебёдки; 9 – портал; 10 – спаренные вертикальные колонны; 11 – гидропривод; 12 – гидроцилиндр; 14 – концевой кронштейн фермы; 15 – блок с крюком тягового каната; 16 – пакет звеньев; 17 – кран-укосина; 19 – гусеничная тележка;

20 – платформа с роликовым конвейером укладочного поезда; 21 – отвес.

каната равно 16,67 кН, а крюка с блоком при двукратном полиспасте – 33,34 кН. Скорость движения крюка 25 м/с. На лебёдке установлен электродвигатель мощностью 13 кВт. На портале смонтированы кран-укосина 17 грузоподъёмностью 500 кг и лебёдка 18, предназначенные для удаления освободившихся от звеньев тележек.

Путеукладчик ПБ-3М работает в основном с пакетами из шести звеньев на железнодорожных платформах 20, оборудованных роликовым конвейером, но может работать с подачей пакетов на инвентарных транспортных тележках.

Ранее выпускавшийся путеукладчик ПБ-3 отличается от ПБ-3М (рисунок 237) тем, что у него неподъёмный портал, отсутствуют гидроцилиндры портала и нет приспособления для рихтовки звена. Путеукладчик ПБ-3 укладывает звенья с деревянными шпалами, которые подают на инвентарных тележках по три-четыре звена в пакете или железнодорожных платформах, оборудованных роликовым конвейером.

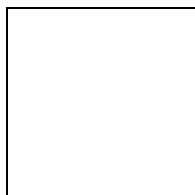


Рисунок 237.Тракторный путеукладчик

Перед началом укладки звеньев ПБ-3М устанавливают над последним уложенным звеном, проталкивают пакет звеньев под путеукладчик, опускают рельсозахватные рамы на пакет и стропуют звено, которое поднимают на 0,3...0,4 м грузовыми лебёдками и удерживают в таком положении. Трактор перемещает путеукладчик с поднятым звеном вперёд. После чего опускают подвешенное звено до соприкосновения заднего конца с земляным полотном, осаживают путеукладчик, укладываемое звено упирается в торец рельсов уложенного пути. После чего стыкуют звенья. Затем операции укладки следующего звена повторяют. Под путеукладчик локомотивом проталкивают укладочный поезд с пакетами и укладывают следующее звено.

#### **4.3.3 Средства диагностирования и оборудование для контроля состояния пути**

Состояние железнодорожного пути контролируется (рисунок 238): специальным переносным ручным инструментом; передвижными тележками; вагонами и автомотрисами, оборудованными путеизмерительной,



дефектоскопной, геологической аппаратурой, системами обработки информации на ЭВМ.

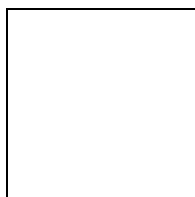


Рисунок 238. Средства диагностирования и оборудование для контроля состояния пути

Для визуального осмотра пути, выявления поверхностных дефектов рельсов применяют специальные штангенциркули, прозорпики, стальные линейки, профилографы и другой инструмент; для индикации волнообразного износа рельсов тележку ТИВИР.

Рассмотрим основные из них.

#### 4.3.3.1 Путьеизмерительные шаблоны и тележки

Для текущего контроля за размерами рельсовой колеи используются путьеизмерительные шаблоны и тележки. Они измеряют ширину колеи (шаблон) и возвышение одного рельса над другим (уровень) без нагрузки.

Путьевой шаблон (рисунок 239) – переносной измерительный прибор точечного действия. Шаблон ЦУП-2 (рисунок 240,а) имеет трубу 1 с двумя упорами: неподвижным 3 и подвижным 2, соединенным тягой, проходящей внутри трубы. Этот упор прижимается к внутренней стороне головки рельса пружиной. Перемещение этого подвижного упора отмечается на шкале 4 механизма шаблона, показывающей ширину колеи в мм. Рукояткой 7 подвижной упор отводится внутрь колеи. Положение рельсовых нитей в вертикальной плоскости измеряется механизмом уровня, который состоит из уровня 6, один конец которого шарнирно закреплен на трубе, другой конец прикреплен к винту с лимбом 5. Вращая винт, пузырек уровня устанавливается в среднее положение и по показаниям лимба определяется разница в положении рельсовых нитей. Пределы измерения: ширины колеи 1510...1550 мм; уровня: 0...160 мм. Точность измерения  $\pm 1$  мм.

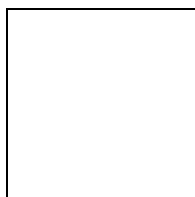


Рисунок 239. Путьевой шаблон

Пути измерительная тележка (рисунок 241) не только непрерывно измеряет ширину колеи и уровень, но и записывает эти параметры на бумажную ленту. Она перемещается вручную со скоростью до 5 км/ч, регистрирует состояние пути без силового воздействия. Тележки бывают трех- и четырехколесные. У трех колесных (см. рисунок 240,б) искажается масштаб продольной записи. Тележки бывают с механической и электрической системой записи измеряемой величины.

Принцип работы первых из них одинаков: механизм шаблона (рисунок 240,в) состоит из роликов 1, прижимающихся к внутренней стороне головки рельсов и закрепленных на горизонтальных тягах 2. Тяги соединены с шарнирно-рычажной системой 3, которая в свою очередь связана с регистрирующим аппаратом 4, снабженным стрелкой с карандашом. Уширение или сужение колеи приводит к повороту стрелки с карандашом, который и записывает величину отклонения на протягиваемой ленте в масштабе 1:1.



Рисунок 240. Схема путеизмерительных приборов и механизмов:  
 а – шаблон ЦУП-2: 1 – труба; 2, 3 – подвижный и неподвижный упоры; 4 – шкала шаблона; 5 – лимб; 6 – уровень; 7 – рычаг; б – путеизмерительная тележка: 1 – рама; 2 – тяга; 3 – маятник; 4 – регистрирующий аппарат; 5 – уровень; в – схема измерения ширины колеи: 1 – ролик; 2 – тяга; 3 – рычаг; 4 – стрелка; г – схема уровня: 1 – физический маятник; 2 – тяга; 3 – стрелка.

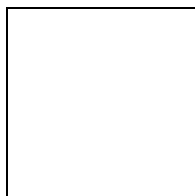


Рисунок 241. Пути измерительные шаблоны и тележки

Механизм уровня (см. рисунок 240,г) имеет физический маятник 1 (их может быть один или два), который служит базой отсчета и всегда указывает вертикальное положение. При перекосе пути маятник, оставаясь в вертикальном положении, через рычажную систему 2 передает отклонение на регистрирующий прибор 3, в результате стрелка и карандаш запишет отклонение на бумажной ленте. Для гашения колебаний и повышения точности измерений уровня маятник обычно соединен с масляным демпфером.

#### 4.3.3.2 Тележка для индикации волнообразного износа рельсов

Тележка (рисунок 242) предназначена для контроля и оценки состояния поверхности катания головки рельсов главных, приемо-отправочных путей, а также для контроля качества работы рельсо-шлифовальных поездов и станков.

В состав тележки входит специализированный портативный контрольно-вычислительный комплекс, который обеспечивает: настройку на конкретный участок контроля – подготовку маршрута, измерение и регистрацию информации о параметрах коротких неровностей с выдачей информации на дисплей и магнитный носитель в реальном масштабе времени, обработку информации о коротких неровностях для обеспечения ее долговременного хранения, регистрации на магнитном и бумажном носителе, тестирование аппаратных и программных средств и тарировку измерительных трактов.



Рисунок 242. Тележка для индикации волнообразного износа рельсов

Тележка (рисунок 243) представляет собой сборно-разборную конструкцию. Ее механическое оборудование включает два измерительных механизма 3, связанных соединительной штангой 1 и устанавливаемых на головки правого и левого рельсов с помощью вертикальных и горизонтальных направляющих роликов. Масса тележки в сборе 15 кг. Тележка перемещается по рельсам вручную с помощью рукоятки 2.

Каждый измерительный механизм имеет несущую плиту, являющуюся хордой, которая перемещается вдоль оси рельса, опираясь на два вертикально расположенных направляющих ролика. Один из вертикальных роликов связан с сельсин – датчиком угловых перемещений 5. Он является датчиком пути–скорости. Положение измерительных механизмов относительно продольных осей симметрии головок рельсов при измерении фиксируется двумя горизонтально расположенными направляющими роликами.

Стрелы изгиба, отображающие короткие неровности по обеим рельсовым нитям, измеряются с помощью двух индуктивных датчиков линейных перемещений, выполненных на основе линейных дифференциальных трансформаторов. Эти датчики монтируются на штоках измерительных щупов, выполненных из износостойких материалов и находящихся в постоянном контакте с поверхностью катания головки рельсов.

В рабочем режиме тележка производит регистрацию следующих параметров: стрел изгиба каждой рельсовой нити в вертикальной плоскости

от хорды 240 мм с измерением в точке, находящейся на расстоянии 80 мм от крайней задней точки (по направлению движения); пройденного пути с пикетными и километровыми отметками. В основу измерения стрел положена четырехточечная схема.

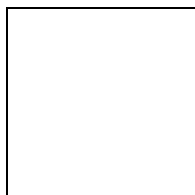


Рисунок 243. Схема тележки для индикации волнообразного износа рельсов:

1 – штанга; 2 – рукоять; 3 – измерительный механизм; 4 – направляющие ролики; 5 – датчик пути; 6 – аккумулятор; 7 – датчик линейных перемещений.

#### 4.3.3.3 Вагон-путеизмеритель

Вагон-путеизмеритель (рисунки 244 и 245) предназначен для систематического сплошного механизированного контроля рельсового пути под динамической нагрузкой 176,6 кН. Он состоит из четырехосного цельнометаллического вагона, в котором размещены аппаратная, мастерская, купе для расшифровки лент и отдыха, а также механизмы уровня, ширины колеи, просадок и положения в плане каждой рельсовой нити. Механизмы выполнены с рычажно-трособлочными передачами и находятся под однозначной нагрузкой – натяжением пружин. Вагон-путеизмеритель работает с отдельным локомотивом. Его механизмы непрерывно измеряют и регистрируют на две бумажные ленты (основную и дубликат) состояние рельсовой колеи с пределами измерения: по ширине колеи 1510...1560 мм, по взаимному положению рельсовых нитей по высоте (уровню)  $\pm 155$  мм, по положению рельсовых нитей в плане (рихтовка)  $\pm 225$  мм, по просадкам рельсовых нитей на базе 2,7 м в пределах  $\pm 50$  мм.



Рисунок 244. Схема вагона–путеизмерителя:

1 – промежуток между верхним и нижним полами; 2 – аппаратная; 3 – кузов; 4 – купе для отдыха; 5, 9 – передняя тормозная и задняя измерительная нетормозная тележки; 6 – подвагонный генератор; 7 – аккумуляторные батареи; 8, 10 – измерительные ролики (лыжи).

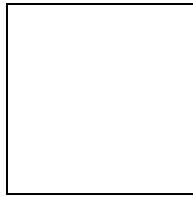


Рисунок 245. Вагон-путеизмеритель

#### 4.3.4 Машины для очистки пути от снега

Машины для удаления снега с путей по назначению разделяются (рисунок 246) на снегоочистители и снегоуборочные. Снегоочистители бывают: плуговые, роторные, фрезерно-роторные, таранные и с реактивным авиационным двигателем. Наиболее распространены плуговые и роторные машины. Для очистки путей от снега используют также путевые струги, путевую уборочную машину В.Х. Балашенко, снеготаялки, автодрезины, оборудованные щёточными роторами, а для очистки стрелок от снега пневматические устройства для обдувки стрелок и электрические обогреватели. Уровень механизации очистки пути на перегонах составляет 97%, на станциях около 70%.

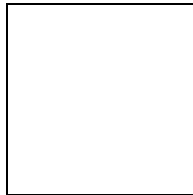


Рисунок 246. Классификация машин для удаления снега с путей

##### 4.3.4.1 Плуговые снегоочистители

Машины предназначены для очистки путей па перегонах и небольших станциях. На сети железнодорожных дорог используют машины СДП, СДП-М, ЦУ МЗ, универсальный плуговой снегоочиститель (СПУ-Н). Плуговой снегоочиститель представляет собой специальный вагон, по торцам которого установлены снегоочистительные устройства (рисунок 247). Выпускают их в двух вариантах: однопутные и двухпутные. Однопутный снегоочиститель (рисунок 248) отбрасывает снег на обе стороны колеи. Его снегоочистительное устройство (см. рисунок 247,б) состоит из переднего двухгранного щита 1 и двух боковых крыльев 2, увеличивающих ширину очищаемой полосы. В рабочем положении крылья раскрывают и они служат

продолжением плоскостей плуга, в транспортном их убирают в габарит и устанавливают параллельно ферме машины.

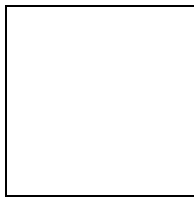


Рисунок 247. Схема плуговых снегоочистителей и снегоочистительных устройств:

а – плугового снегоочистителя; б, в – одно и двух путного снегоочистительных устройств; 1 – передний щит; 2 – крылья; 3 – кузов.



Рисунок 248. Однопутный снегоочиститель

Двухпутный снегоочиститель (рисунок 249) отбрасывает снег в одну полевую сторону от оси пути. Его снегоочистительное устройство (см. рисунок 15.4, в) состоит из щита 1, на концах которого шарнирно укреплены боковые крылья 2, увеличивающие ширину захвата. В рабочем положении они служат продолжением щита и образуют с ним сплошную вертикальную плоскость, которая отбрасывает снег в сторону при движении машины. В транспортном положении крылья устанавливают параллельно ферме машины в пределах габарита. Наклон снегоочистительного устройства к оси пути снижает лобовое сопротивление снега и способствует лучшему его отбрасыванию.

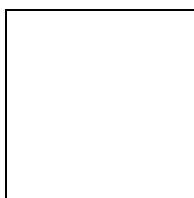


Рисунок 249. Двухпутный снегоочиститель

Наиболее распространён двухпутный снегоочиститель СДП (рисунок 250). Базой для него служит специальный четырехосный вагон с

цельнометаллическим кузовом. Очистка производится при скорости до 70 км/ч. Толщина очищаемого слоя до 1,5 м.

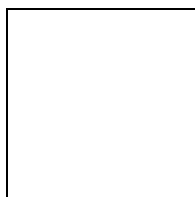


Рисунок 250. Плуговой снегоочиститель СДП:  
1 – передний щит; 2, 3 – боковые угловые крылья; 3 – кузов; 4 – тележка; 5 – козырек снегоочистительного устройства; 8 – цепная растяжка; 9, 10 – пневмоцилиндры открытия крыльев.

#### 4.3.4.2 Роторные снегоочистители

Роторные снегоочистители предназначены для расчистки глубоких заносов. Рабочими органами у них служат роторные устройства: они срезают и захватывают снег лопастями вращающегося ротора и отбрасывают его в сторону от пути.

На железных дорогах разработаны одно-, двух- и трёхроторные снегоочистители, а также фрезерно-роторные.

*Однороторные снегоочистители* (рисунок 251) представляют собой вращающийся ротор большого диаметра, установленный на передней стенке машины. Ось вращения ротора параллельна оси пути. По образующим ротора закреплены радиальные лопасти. Ротор закрыт кожухом с выбросным окном в верхней части. При поступательном движении машины ротор врезается в снежный массив, вращающиеся лопасти срезают снег, подают его к выбросному окну и выбрасывают под действием центробежной силы, т.е. в этом рабочем органе вырезание, захват и отброс снега выполняются одним ротором.



Рисунок 251. Однороторный снегоочиститель

У *двухроторного снегоочистителя* (рисунок 252) процесс разделён – один ротор (питатель) отделяет снег от массива и подаёт его в другой ротор – выбросной, которым отбрасывается снег. Ротор–питатель расположен горизонтально (ось его вращения перпендикулярна оси пути), состоит из барабана с лопастями. При вращении этого ротора снежная стружка начинает срезаться снизу, вырезанный снег поднимается и попадает в выбросной ротор (такой же конструкции, как и у однороторного). Лопастями ротор выбрасывает снег. Эта машина не нашла широкого применения.

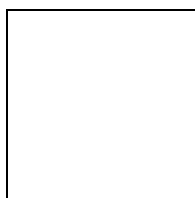


Рисунок 252. Двухроторный снегоочиститель

*Трёхроторный снегоочиститель* (рисунок 253) имеет один выбросной ротор и два ротора–питателя, расположенных один над другим, что



позволяет увеличить высоту убираемого слоя снега. Питатели направляют струю снега в выбросной ротор.

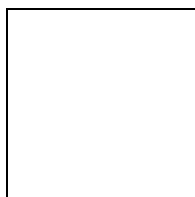


Рисунок 253. Трёхроторный снегоочиститель

Однороторные снегоочистители обладают большим недостатком – возникают значительные лобовые сопротивления. Это вызвано тем, что для прохода снегоочистителя и локомотива нужна прямоугольная траншея, а активная площадь ротора, забирающая снег, представляет собой площадь круга. Таким образом, снег в углах траншеи и в центре ротора (ступица) не срезается, а спрессовывается и сдвигается к ротору под давлением направляющих плоскостей. Поэтому площадь активного резания составляет всего 66% площади разрабатываемой траншеи (34% – пассивная площадь), что способствует повышению лобового сопротивления. В связи с этим однороторные машины не выпускаются. Этот недостаток устранён в машинах с двух- или трёхроторными устройствами, у которых питатель срезает снег по всей площади разрабатываемой траншеи. Вторым недостатком снегоочистителей с торцовым ротором – они режут и отбрасывают снег одним и тем же ротором. Для дальнего отброса нужна большая скорость выбранного ротора, поэтому резание производится на этой же скорости. Машины с двух- и трёхроторными снегоочистительными устройствами режут и отбрасывают снег различными роторами; роторы–питатели, которыми срезается снег, имеют линейную скорость вращения, примерно в 2,5 раза меньшую, чем выбросные; следовательно, мощность, необходимая для резания снега, у них меньше, чем у машин с торцовым ротором.

*Трёхроторный электроочиститель ЭСО-3* очищает железнодорожные пути от снежных заносов глубиной до 4,5 м. при любой плотности снега. В передней торцовой части снегоочистителя (рисунок 254,а) размещено трёхроторное снегоочистительное устройство, разрабатывающее прямоугольную траншею. Спереди установлены два ротора–питателя 5 и 7, между которыми расположен рассекающий 6, направляющий снежную струю в выбросной ротор 10. Роторы–питатели вращаются в противоположные стороны: верхний – по часовой, нижний – против часовой стрелки. Для очистки пути ниже уровня головки рельсов (на 50 мм) служит нож 8, управляемый пневмоцилиндрами 9. Выбросной ротор отбрасывает снег влево или вправо от оси пути до 50 м. Снег выбрасывается через левое или правое выбросное окно, которое механик закрывает перекидной заслонкой штурвалом 3 с зубчатым сектором.

Выбросной ротор 10 вращают два электродвигателя 12 постоянного тока посредством шестерёнчатого редуктора 11 (см. рисунок 254,а). Впереди в кузове размещён пульт управления, а заднее помещение 1 предназначено для отдыха бригады. Снегоочиститель перемещают переоборудованным тепловозом ТЭ2 или ТЭ3, от которого поступает ток к двигателям всех рабочих органов. Мотор-генераторная группа 13, установленная в кузове, позволяет получать низкие и устойчивые поступательные скорости передвижения – состоит из электродвигателя и генератора. Ток от генераторов тепловоза поступает к двигателю мотор-генераторной группы, а ток, вырабатываемый генератором установки, – к тяговым электродвигателям тепловоза.

Меняя напряжение возбуждения генератора этой установки, можно регулировать напряжение, вырабатываемое генератором (от 50 до 550 В), и скорость движения тепловоза вместе со снегоочистителем. Генератор первой секции тепловоза питает двигатели питателей и моторгенераторной группы, а генератор второй секции – двигатели выбросного ротора.

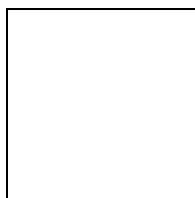


Рисунок 254. Трехроторный снегоочиститель (а)  
и кинематическая схема его ротора-питателя (б):

1 – служебное помещение; 2 – пульт управления; 3 – штурвал управления заслонкой; 4 – пневмоцилиндр открытия крыльев; 5, 7 – ротор–питатель; 6 – рассекатель; 8 – подрезной нож; 9 – пневмоцилиндр управления ножом; 10 – выбросной ротор; 11 – редуктор; 12 – электродвигатели выбросного ротора; 13 – мотор-генераторная группа; 14 – воздушный резервуар; 15 – противовесы; 16, 17, 18 – электродвигатель, барабан и лопасть ротора-питателя; 19, 20, 21 – цапфа, подшипник и редуктор ротора-питателя.

Конструкции верхнего и нижнего роторов-питателей аналогичны. Ротор-питатель (рисунок 254,б) состоит из барабана 17 с лопастями 18, внутри которого размещён электродвигатель 16 с трёхступенчатым редуктором 21. Двигатель имеет фланцевые крышки, в которых на подшипниках 20 установлены полуоси, прикрепленные к раме машины. Последнее зубчатое колесо редуктора – это зубчатый венец с внутренним зацеплением, закреплённый на внутренней поверхности барабана ротора-питателя. Корпус электродвигателя и полуоси с рамой машины образуют неподвижную систему. Вокруг неё вращается барабан. Одна из полуосей поляя, через неё проходит кабель к двигателю.

### 4.3.5 Вопросы для самопроверки

1. Для чего требуется очистка щебня?
2. Приведите классификацию машин для очистки щебня и замены балласта.
3. Охарактеризуйте машины высокопроизводительные с малой глубиной очистки щебня.
4. Охарактеризуйте машины для торцевой очистки балласта.
5. Охарактеризуйте машины для глубокой очистки щебня.
6. Для чего предназначены машины для укладки путевой решетки?
7. Охарактеризуйте звеньевые путеукладчики на железнодорожном ходу.
8. Охарактеризуйте тракторные путеукладчики.
9. Перечислите аппаратуру, которая предназначена для контроля состояния железнодорожного пути?
10. Охарактеризуйте путеизмерительные шаблоны.
11. Охарактеризуйте путеизмерительные тележки.
12. Охарактеризуйте тележку для индикации волнообразного износа рельсов
13. Охарактеризуйте вагон-путеизмеритель.
14. Какая техника используется для удаления снега с путей?
15. Охарактеризуйте плуговые снегоочистители.
16. Охарактеризуйте однопутный снегоочиститель.
17. Охарактеризуйте двухпутный снегоочиститель.
18. Для чего предназначены роторные снегоочистители?
19. Какие роторные снегоочистители применяются на железных дорогах. Дайте их характеристику.
20. Охарактеризуйте однороторные снегоочистители.
21. Охарактеризуйте двухроторные снегоочистители.
22. Охарактеризуйте трехроторные снегоочистители.
23. Перечислите и дайте характеристику недостаткам роторных снегоочистителей.

## 5 ДРУГИЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА

### 5.1 Воздушный транспорт

#### 5.1.1 Техничко-экономические особенности и сферы применения

Воздушный транспорт (гражданская авиация) использует для движения воздушных судов воздушную среду. Воздушный транспорт, будучи универсальным, используется преимущественно для перевозки пассажиров на средние и дальние расстояния и отдельных видов грузов. Рост материального благосостояния, расширение культурных, деловых и научных связей приводят к повышению подвижности населения, что обуславливает потребность в скоростных перемещениях – авиации.

Объем грузов, перевозимых воздушным транспортом, незначительный. Номенклатура грузов ограничена: ценные грузы, грузы, требующие срочной доставки, гуманитарная помощь, медикаменты, продовольственные и промышленные товары для удаленных регионов, грузы для чрезвычайных ситуаций.

К специфическим сферам деятельности воздушного транспорта следует отнести: монтаж строительных высотных сооружений, магистральных газо – и нефтепроводов, линий электропередач, инспекцию дорожного движения, сельскохозяйственные работы, пожаротушение, связь с удаленными и труднодоступными районами, скорая медицинская помощь, перевозка почты, обслуживание полярных районов, геологоразведка, аэрофотосъемка, разведка залежей нефти и др.

Проблема обновления парка значительно влияет на показатели работы воздушного транспорта. В последнее время наметилась тенденция объединения мелких компаний в 10...12 крупных авиапредприятий. Если предприятия воздушного транспорта приватизированы, то системы управления приватизации не подлежат не столько из за их высокой первоначальной стоимости и затрат на эксплуатацию, сколько из за ответственности государства за безопасность полетов и жизнь людей. Кроме того, оперативная деятельность аэропортов отделена от собственности и оперативной деятельности авиакомпаний. При этом обеспечен равный доступ всех авиакомпаний к инфраструктуре любого аэропорта и свободный выбор аэропорта для равных условий конкурентной борьбы авиакомпаний.

При акционировании государство имеет часть акций, за рубежом практически все авиакомпании частные. Тем не менее, в крупных зарубежных компаниях также имеет место участие государства.

Основные технико-эксплуатационные особенности и достоинства воздушного транспорта:

- высокая скорость доставки пассажиров и грузов;

- маневренность и оперативность при организации новых маршрутов;
- возможность быстрой передислокации подвижного состава при изменении пассажирооборота, в том числе из-за аварий на других видах транспорта;
- большая беспосадочность перелетов;
- кратчайший путь следования;
- экономия общественного мнения, благодаря ускорению доставки;
- неограниченные провозные возможности (сегодня они ограничиваются лишь мощностью аэродрома);
- относительно небольшие капитальные вложения.

Относительные недостатки воздушного транспорта:

- высокая себестоимость перевозок, поэтому он не является грузовым;
- зависимость от погодных-климатических условий.

Технология работы имеет свои особенности. Движение осуществляется: строго по расписанию, что связано со сложностью организации взлета-посадки на аэродромном поле, по системе выделения каждой единице подвижного состава своего коридора движения, зависящегося, прежде всего, от скорости и грузоподъемности самолета.

Основным сегментом воздушного транспорта является перевозка пассажиров на расстояния более тысячи километров, а на межконтинентальных маршрутах у гражданской авиации на сегодняшний день нет достойных конкурентов, однако доля грузовых перевозок осуществляемых по воздуху крайне мала в сравнении с остальными видами транспорта. Однако существование на земном шаре труднодоступных мест делает воздушное сообщение единственным и жизненно необходимым видом транспорта в этих районах.

### **5.1.2 Структура воздушного транспорта**

Структуру воздушного транспорта можно представить в следующем виде:

- транспортные средства (самолеты, вертолеты);
- средства управления и координации (авиамаяки, спутниковая навигация, диспетчерские службы, службы поиска и спасения);
- транспортные узлы (аэропорты, средств погрузки и выгрузки);
- пути сообщения (воздушные коридоры).

Каждый из перечисленных пунктов имеет свои составные группы и градации. Транспортные средства делятся по следующим признакам:

- по типу (самолеты, вертолеты, аэростаты, дирижабли, планеры);
- по взлетной массе (вне класса, 1-го, 2-го, 3-го и 4-го классов)
- по решаемым задачам (транспортные, пассажирские, вспомогательные, спасательные, учебно-тренировочные, военные);

- по типу силовой установки (без силовой установки, реактивные, винтовые, турбовинтовые, на фотоэлементах).

Типовую структуру воздушного транспортного узла (аэропорта), можно представить в следующем виде:

- аэродром, включающий в себя элементы технического сопровождения (заправочные станции, диспетчерские, средства навигации, метеорологии, светотехнические устройства), взлетно-посадочные полосы, места стоянки;
- аэровокзал, в состав которого входят такие элементы, как билетные кассы, служба авиационной безопасности, таможенный и пограничный контроль;
- грузовой комплекс с багажной службой, средствами доставки багажа от самолета до аэровокзала и наоборот.

Аэродром входит в более широкое понятие «аэропорт». Аэропорт – это транспортное предприятие, осуществляющее прием и отправку пассажиров, багажа, грузов и почты, организацию и обслуживание полетов подвижного состава. Аэропорт представляет собой сложный инженерный комплекс сооружений, зданий, технических средств и оборудования, занимающий до нескольких тысяч гектаров территории.

Аэропорты подразделяются по назначению на :

- международные;
- республиканские;
- местные.

Аэропорты, в зависимости от годового пассажиропотока, делятся на пять классов (I, II, III, IV, V), также выделяют неклассовые аэропорты с пассажиропотоком более 10000 тысяч человек в год и неклассифицированные с пассажиропотоком менее 100 тысяч человек в год. Крупные аэропорты мира могут обслуживать до нескольких десятков миллионов пассажиров в год. Координатором мирового воздушного сообщения является Международная ассоциация воздушного транспорта.

Тип воздушного судна - это категория, объединяющая определенные классы воздушных судов, обусловленных технико-экономическими характеристиками.

Воздушное судно – летательный аппарат, поддерживаемый в атмосфере за счет его взаимодействия с воздухом, отличным от взаимодействия с воздухом, отраженным от земной поверхности.

Самолет – летательный аппарат тяжелее воздуха для полетов в атмосфере с помощью силовой установки, создающей тягу, и неподвижного крыла, на котором при движении в воздушной среде образуется аэродинамическая подъемная сила.

Самолеты можно классифицировать по множеству признаков, однако они взаимосвязаны и образуют единую систему воздушных судов, которая находится в постоянном движении под воздействием множества рыночных факторов.

В зависимости от характера эксплуатации воздушные суда гражданской авиации можно классифицировать на:

- воздушные суда авиации общего назначения (АОН);
- воздушные суда авиации коммерческого назначения.

Воздушные судна, находящиеся в регулярной эксплуатации, то есть в сфере деятельности коммерческих авиакомпаний, осуществляющих перевозки пассажиров и грузов по расписанию, относятся к коммерческой авиации. Использование же воздушного судна в личных или деловых целях относит его к категории авиации общего назначения.

Последние годы наблюдается рост популярности воздушных судов общего назначения, так как они способны выполнять задачи, несвойственные коммерческой авиации - перевозку небольших грузов, сельскохозяйственные работы, патрулирование, обучение пилотированию, авиационный спорт, туризм и т.д., а также существенно экономят время для пользователей. Последнее достигается за счет возможности летать вне расписания, способности использовать для взлета и посадки небольшие аэродромы и пользователь не тратит время на оформление и регистрацию авиабилетов и имеет возможность выбора прямого маршрута до места назначения. Как правило, воздушные суда АОН – воздушные суда, имеющие взлетную массу до 8,6 т. Однако возможно и использование большего воздушного судна.

В зависимости от назначения можно выделить две основные группы воздушных судов, независимо от условий эксплуатации - многоцелевые и специализированные воздушные суда.

Многоцелевые воздушные суда предназначены для решения широкого круга задач. Это достигается за счет переоборудования и переоснащения воздушного судна для решения конкретной задачи при минимальных конструктивных изменениях или без таковых. В зависимости от способности взлетать и садиться не только на аэродромы с искусственным покрытием, но и использовать для этих целей водную поверхность многоцелевые воздушные суда бывают наземного базирования и амфибийными.

Специализированные воздушные суда ориентированы на выполнение какой-либо одной задачи.

### 5.1.3 Транспортные средства воздушного транспорта

**Силы, действующие на самолет в полете.** В горизонтальном полете, при установившемся равномерном прямолинейном движении на любой самолет действуют следующие силы (рисунок 255): подъемная сила  $Y$ , всегда направленная вверх и уравновешивающая силу тяжести самолета  $G$ , тяга  $P$ , создаваемая силовыми установками, и противоположная ей сила лобового сопротивления  $X$ . Если вертикальные и горизонтальные силы попарно равны между собой, самолет движется равномерно без снижения и подъема. Если тяга больше силы лобового сопротивления, самолет движется ускоренно, если меньше – замедленно. Если подъемная сила больше силы тяжести,

самолет поднимается, если меньше – опускается. Условно считается, что все силы приложены в центре масс.

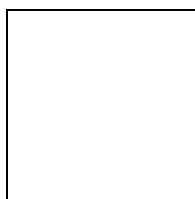


Рисунок 255. Схема сил, действующих на самолет в горизонтальном полете

Все силы в полете могут изменяться. Масса самолета уменьшается по мере выработки горючего, но может и увеличиваться вследствие обледенения, а также, если поверхность самолета покрывается влажной пленкой при полете в дождевых облаках. Для обеспечения горизонтального полета в таких случаях подъемная сила должна изменяться, что достигается управлением положения самолета. Изменение подъемной силы может потребоваться при попадании самолета в нисходящий или восходящий потоки, при изменении состояния воздушной среды (температуры, влажности, давления).

Сила лобового сопротивления также может изменяться во время полета. Например, встречный или боковой потоки воздуха замедляют движение самолета. Для сохранения параметров горизонтального равномерного полета необходимо в этом случае увеличить тягу, что достигается изменением режима работы силовых установок. Практически только часть горизонтального полета является равномерной. В остальное время полета положением самолета необходимо управлять, регулируя подъем, спуск или тягу двигателей. Положение самолета также изменяется по воле пилота во время взлета, при наборе высоты, при снижении для осуществления посадки, при эволюциях для разворота, при изменении направления полета. Изменение положения самолета достигается с помощью управляющих поверхностей: руля высоты, руля направления, элеронов. При отклонении одной из управляющих поверхностей самолет совершает эволюции: подъем, спуск, разворот. Подъем или спуск осуществляется при отклонении руля высоты вверх или вниз. При развороте отклоняются рули поворота и элероны. Отклонение одной из управляющих поверхностей нарушает равномерное движение самолета, и он совершает эволюцию. Эволюции гражданских самолетов значительно отличаются от военных. Последние совершают весьма сложные эволюции: «мертвые петли», боевые развороты, штопоры, пикирование и др. Гражданские самолеты не рассчитаны на выполнение таких эволюций.

Наука, изучающая законы движения воздуха и его взаимодействие с движущимся в нем телом, называется *аэродинамикой*. Рассмотрим, с точки зрения аэродинамики, природу возникновения основных аэродинамических сил: подъемной силы и силы лобового сопротивления.



**Природа возникновения подъемной силы.** Здесь мы рассмотрим природу возникновения подъемной силы для аппаратов тяжелее воздуха типа самолетов. Воздушные шары –аппараты легче воздуха, и их подъемная сила создается по закону Архимеда. Ракеты преодолевают силу земного тяготения за счет реактивной силы по третьему закону Ньютона. Возникновение подъемной силы этих аппаратов здесь не рассматривается.

Природу возникновения подъемной силы самолета можно понять, применив два основных закона аэродинамики: закон неразрывности движения и закон Бернулли.

**Закон неразрывности движения** иллюстрируется на рисунок 256. Пусть имеем трубопровод переменного сечения. По этому закону масса жидкости или газа, проходящая по трубопроводу в единицу времени, не может изменяться. Следовательно, чтобы через меньшее сечение  $II-II$  прошла в единицу времени такая же масса жидкости или газа, как и через большее сечение  $I-I$ , необходимо увеличить скорость жидкости или газа в этом сечении. В любых ситуациях, когда необходимо увеличить скорость жидкости, уменьшают поперечное сечение канала, по которому жидкость протекает. Это положение верно не только для течения жидкости или газа в трубопроводе. В атмосфере, если мысленно представить себе, что поток воздуха разделяется на струйки, упомянутый закон можно применить и к струйке. Очевидность этого закона связана с малыми скоростями движения. При больших скоростях, когда сказывается сжимаемость воздуха, когда могут возникнуть скачки уплотнения, когда меняются соотношения между основными параметрами воздуха (давлением, плотностью, температурой), закон неразрывности проиллюстрировать, как это дано на рисунке 256 невозможно. При сверхзвуковых скоростях для увеличения скорости в трубопроводе площадь поперечного сечения канала (или струйки), по которому течет воздух, необходимо увеличить. Это учитывают при конструировании сверхзвуковых самолетов.

**Закон Бернулли** основан на законе сохранения энергии. Известно, что сумма всех видов энергий в струйке текущей жидкости или газа должна быть постоянной. Энергия может только переходить из одного вида в другой. Если пренебречь вследствие ее исключительно малой величины внутренней энергией частиц воздуха, можем сказать, что сумма потенциальной и кинетической энергией для струйки воздуха есть величина постоянная. По закону Бернулли это положение формулируется так: сумма статического и динамического давлений (напоров) есть величина постоянная. Поскольку динамическое давление зависит от скорости (по уравнению Бернулли от квадрата скорости), то с ее увеличением динамическое давление возрастает, что приведет к уменьшению статического давления. Это очевидно, поскольку в противном случае сумма давлений не будет неизменной. Отсюда вытекает простейший вывод: в струйке воздуха при увеличении скорости давление падает, и наоборот. Это положение верно для малых скоростей полета, когда сжимаемость воздуха сказывается незначительно.



Рисунок 256. Движение жидкости или газа в трубопроводе

Рассмотрим теперь природу возникновения подъемной силы. На рисунке 257 изображена картина обтекания аэродинамического профиля потоком воздуха. Профиль сконструирован таким образом, что частицам воздуха по верхней поверхности необходимо пробежать путь значительно длиннее, чем по нижней поверхности. По закону неразрывности движения это приводит к увеличению движения частиц воздуха в верхней струйке, прилегающей к поверхности обтекаемого профиля. В нижней струйке скорость воздуха будет меньше. Следовательно, на верхней поверхности по закону Бернулли давление будет меньше (обозначено знаком «-»), а на нижней поверхности давление будет больше (обозначено знаком «+»). Разница давлений и приводит к возникновению подъемной силы  $Y$ . Если бы пути, проходимые частицами воздуха на нижней и верхней поверхностях, были равными, подъемная сила не возникала бы. Это иллюстрируется картиной обтекания симметричного профиля (рисунок 258). Здесь скорость воздуха направлена вдоль оси симметрии профиля, совпадающей с его хордой. При такой картине подъемная сила профиля равна нулю. Точка приложения подъемной силы называется центром давления.

Геометрические формы профиля могут быть различными. Для расчетов используют понятие *хорда* – прямая, соединяющая точку перегиба в носке профиля и вершину угла в хвосте профиля (прямая а-б на рисунке 259). Угол между вектором скорости набегающего потока ( $U$  на рисунке 259) и хордой называется *углом атаки* ( $\alpha$  на рисунке 259). Совершенно очевидно, что при увеличении угла атаки подъемная сила возрастает, поскольку увеличивается длина проходимого пути частицами воздуха по верхней и нижней поверхностям. Это наблюдается до определенного момента, когда поток срывается с верхней поверхности и подъемная сила резко падает. Угол атаки, на котором это происходит, называется *критическим углом атаки*. На таком угле атаки происходит ранний отрыв пограничного слоя, что приводит не только к падению подъемной силы, но и к ухудшению устойчивости и управляемости всего самолета. С целью предотвращения подобных явлений применяют различные устройства для управления пограничным слоем на больших углах атаки.



Рисунок 257. Возникновение подъемной силы при обтекании профиля



Рисунок 258. Обтекание симметричного профиля



Рисунок 259. Угол атаки и хорда обтекаемого профиля

Срыв потока может произойти также из-за нарушений условий эксплуатации. Например, неплотно прилегающая крышка люка образует выступ, у которого произойдет местный срыв потока, образуется вихревая струя. В этом месте увеличится сопротивление, имеющее пульсирующий характер. Могут возникнуть опасные вибрации всей конструкции. Если такой выступ образуется перед управляющими поверхностями, может снизиться их эффективность. Любой выступ в воздушном канале перед входом в газотурбинный двигатель нарушает режим работы последнего, что в полете приведет к весьма неприятным последствиям.

Исследованиями установлено, что значение подъемной силы пропорционально квадрату скорости, площади несущих поверхностей, плотности воздуха и зависит от аэродинамической формы обтекаемого профиля. Таким образом, если, например, увеличить скорость вдвое, подъемная сила возрастет в 4 раза. Самолет при взлете разбегается, набирая необходимую скорость, чтобы возникла подъемная сила, превышающая его силу тяжести. В этом случае начнется подъем. Вот почему взлет осуществляется против ветра. При этом скорость набегающего потока и скорость самолета суммируются, и длина разбега становится короче. Из этих условий выбирают направление взлетно-посадочной полосы, располагая ее с учетом преимущественного направления ветра. Как говорят, с учетом «розы ветров».

При снижении подъемную силу уменьшают за счет падения скорости полета. Это достигается уменьшением угла атаки и тяги, изменяя режим работы силовой установки. Перед посадкой для уменьшения силы удара о землю подъемную силу увеличивают за счет роста угла атаки. Как говорят, самолет выдерживают. Это может быть достигнуто также с помощью изменения площади крыла, путем применения различного рода механизации. После приземления скорость гасят с помощью различных устройств для увеличения силы лобового сопротивления. Чем ниже посадочная скорость, тем безопаснее посадка, тем короче пробег и меньше размеры взлетно-посадочной полосы. Конструкторы всегда стремятся уменьшить размеры взлетно-посадочной полосы, что сокращает расходы на строительство аэродромов, а, следовательно, стоимость полетов.

**Природа возникновения силы лобового сопротивления.** Сила лобового сопротивления возникает, прежде всего, из-за разницы давлений перед обтекаемым профилем и за ним. Нетрудно себе представить, что эта разница давлений будет зависеть от формы профиля. Как отмечалось выше, для создания подъемной силы профилю придают определенную кривизну. Очевидно, что, чем больше кривизна, чем толще профиль, тем большее сопротивление он будет иметь при обтекании воздушным потоком. Кроме того, сопротивление возникает вследствие трения частиц воздуха об обтекаемые поверхности.

Мы уже знаем, что давление над обтекаемым профилем и под ним различно. Понятно, что воздух стремится переместиться из области повышенного давления (под профилем) в область пониженного (над профилем). Поскольку из таких профилей состоит крыло, происходит перетекание воздуха на концах крыла снизу вверх (рисунок 260). Это вызывает дополнительное вертикальное движение воздушной массы, что приводит к увеличению общего сопротивления.

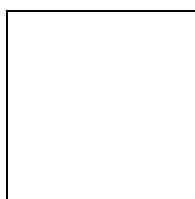


Рисунок 260. Перетекание воздуха на верхнюю поверхность крыла

Описанные составные части лобового сопротивления в полете непрерывно меняются в зависимости от высоты, скорости полета состояния воздушной среды.

Как и для подъемной силы, для силы лобового сопротивления сохраняются те же пропорциональные зависимости: от квадрата скорости, площади обтекаемых поверхностей, плотности воздуха. И здесь также имеет значение аэродинамическая форма обтекаемого тела. Конструкторы всегда

стремятся добиться при наибольшей силе наименьшего сопротивления, т.е. *наилучшего аэродинамического качества*.

Аэродинамическое качество – количественная характеристика отношения подъемной силы к силе лобового сопротивления. Задача конструктора состоит в том, чтобы обеспечить наилучшее соотношение, наиболее выгодное аэродинамическое качество. Очевидно, что избежать сопротивления воздушной среды в полете невозможно, поэтому стремятся к уменьшению силы сопротивления при одновременном увеличении подъемной силы. Это достигается выбором оптимальных аэродинамических форм. Наиболее выгодное качество позволяет совершать дальние перелеты с минимальным расходом топлива, так как в этом случае при данной подъемной силе сопротивление будет наименьшим. В процессе выполнения самолетом различных эволюций, при которых изменяется подъемная сила и сила лобового сопротивления, соответственно изменяется аэродинамическое качество самолета. Наиболее выгодного аэродинамического качества стремятся достигнуть в горизонтальном полете.

**Силы, действующие на вертолет в полете.** Вертолет – аппарат тяжелее воздуха, способный подниматься и опускаться вертикально. Это оказалось возможным, благодаря наличию несущего винта вертолета. Вертолет может находиться в режиме висения, набора высоты, спуска и горизонтального полета.

В режиме висения несущий винт вертолета создает подъемную силу  $P$ , равную силе тяжести аппарата  $G$  (рисунок 261). В этом случае вертолет висит над заданной точкой для осуществления, например, монтажных работ. Если подъемная сила больше силы тяжести, вертолет поднимается, если меньше — опускается.

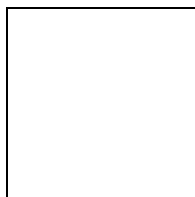


Рисунок 261. Схема сил, действующих на вертолет в режиме висения

Поскольку несущий винт вертолета имеет большие размеры и значительную массу, при его вращении возникает ощутимый реактивный момент в направлении, противоположном направлению вращения винта. Для уравнивания этого реактивного момента на большинстве вертолетов устанавливают на хвостовой балке рулевой винт, создающий тягу  $T$  (см. рисунок 261), момент которой относительно центра масс  $A$  уравнивает реактивный момент  $M$ , возникший от вращения винта. Реактивный момент некоторые конструкторы вертолетов парируют с помощью винта, аналогичного несущему, но вращающегося в противоположную сторону и расположенного на одной оси с основным (схема тандем).

Изменяя тягу  $T$  можно управлять поворотом вертолета вокруг вертикальной оси. Горизонтальное движение вертолета осуществляется с помощью наклона оси вращения несущего винта. Поскольку тяга, создаваемая винтом, направлена вдоль оси, то при ее наклоне, то же произойдет и с тягой — она наклонится. Появится горизонтальная составляющая  $P^1$ , которая и придаст горизонтальное движение вертолету (рисунок 262).

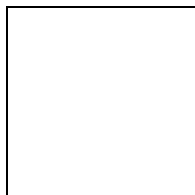


Рисунок 262. Схема возникновения горизонтальной составляющей при наклоне оси несущего винта вертолета

Тяга несущего винта вертолета возникает вследствие того, что при вращении винтом отбрасывается масса воздуха, который воздействует на него в обратном направлении. Так как лопасть винта набрана из аэродинамических профилей, то при вращении на них возникает подъемная сила. Часто лопасть несущего винта называют вращающимся крылом. Поскольку лопасть вращается, скорость вращения каждого сечения увеличивается от оси вращения к концу лопасти, где будет наибольшая окружная скорость. При вращении изменяются в этом же направлении и центробежные силы. Так как подъемная сила и сила лобового сопротивления прямо пропорциональны квадрату скорости набегающего потока, распределение сил изменяется вдоль лопасти. Это приводит к сложному взаимодействию набегающего потока и всей лопасти, в результате чего последняя в процессе вращения совершает движения вверх и вниз — маховые движения. Для того, чтобы это движение не приводило к тряске всего вертолета, лопасти закрепляют шарнирно. Длина лопасти ограничивается из соображений получения наименьшего сопротивления. Уже отмечалось, что при больших скоростях может возникнуть волновой кризис, что вызовет резкий рост сопротивления в момент достижения скорости звука. При большой длине лопасти на ее конце может возникнуть скорость, равная скорости звука, при достаточно малой частоте вращения. Это и ограничивает диаметр несущего винта и его частоту вращения.

Изменение тяги достигается изменением угла атаки сечений лопасти, что приводит к изменению подъемной силы профилей, из которых состоит лопасть. Это достигается поворотом лопастей специальным механизмом, либо увеличивающим, либо уменьшающим угол установки (азимутальное положение) лопастей.

Число лопастей выбирают таким образом, чтобы избежать значительного взаимного влияния их друг на друга при вращении. Это

влияние может оказаться настолько неблагоприятным, что снижается эффективность работы воздушного винта. Обычно число лопастей выбирают равным 3 или 4.

*Полет самолета.* Любой самолет осуществляет полет по определенным этапам. На первом этапе (рисунок 263) производится *разбег*. Разбегом называется движение самолета от определенного места взлетно-посадочной полосы до начала подъема над уровнем земли.

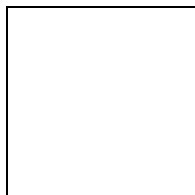


Рисунок 263. Этапы полета самолета

*Взлетно-посадочная полоса* — специально выделенный и часто покрытый бетоном участок аэродрома. Разбег начинается от точки полосы, называемой исполнительным стартом. Разбег производится для того, чтобы получить подъемную силу, достаточную для преодоления веса, т. е. способную оторвать самолет от земли. В процессе разбега увеличивается эффективность рулей, самолет отрывается и переходит ко второму этапу взлета — *выдерживанию*. На отрезке выдерживания самолет разгоняется над землей для обеспечения нормальной устойчивости (см. рисунок 263). После выдерживания начинается *набор высоты*. Высота подъема на этом этапе зависит от заданных условий наземными службами. Здесь учитывают свободу воздушного пространства от различных препятствий, наивыгоднейшие, с наименьшим расходом топлива условия полета, состояние атмосферы. В конце участка набора высоты (см. рисунок 263) самолет достигает заданного уровня подъема. На определенной высоте, как говорят, на заданном *эшелоне*, самолет летит к назначенному пункту по трассе. Как правило, при полете гражданских самолетов заданный эшелон меняется крайне редко. Такое изменение может произойти только при исключительных обстоятельствах, например, при встрече с грозowymi разрядами. Их магнитное поле, а также сам электрический заряд могут взаимодействовать с самолетом, притягиваться к его металлическому корпусу. В этом случае все оборудование (приборы, радиоустройства, электрооборудование) может выйти из строя. Если на корпус самолета произойдет электрический разряд, возможно возникновение пожара. Вот почему на современных самолетах устанавливают специальные сигнализаторы, сообщающие экипажу, если самолет опасно сближается с грозой. Могут быть и другие случаи, требующие изменения эшелона.

*Трасса полета*, как правило, не бывает прямолинейной. Для гражданских самолетов трасса прокладывается так, чтобы с одной стороны, при подъеме проходимое самолетом расстояние было кратчайшим, а с другой

—чтобы трасса не проходила в местах, где могут встретиться неожиданные препятствия, над специальными объектами. Например, если по трассе встретится аэродром, где могут взлетать и садиться самолеты, ее прокладывают в стороне от этого объекта.

Продолжительность горизонтального полета (см. рисунок 263) определяет общую дальность полета самолета. При достижении определенной точки на трассе самолет снижается (см. рисунок 263). *Снижение* осуществляется по траектории, называемой *посадочной глиссадой*. На высоте около 10 м начинается этап выравнивания (см. рисунок 263). Здесь пилот добивается увеличения подъемной силы, превышающей вес, затем самолет теряет скорость и на следующем участке касается колесами шасси посадочной полосы. С момента касания посадочной полосы начинается *участок пробега* (см. рисунок 263). Он заканчивается в том месте, где скорость самолета уменьшена настолько, что возможно осуществление свободного руления.

Весь полет самолета производится при активном взаимодействии наземных служб и экипажа летательного аппарата. После технической подготовки наземными службами самолета, его загрузки, полетом управляет диспетчерская служба, имеющая в своем распоряжении радиолокационные, радиоприводящие, светотехнические и другие устройства. С экипажами ведутся переговоры, на борт самолета передается необходимая метеорологическая и другая информация. Положение самолета систематически регистрируется наземными службами и при необходимости (например, при отклонении от трассы) даются корректирующие команды на борт самолета.

**Эволюция самолета.** Рассмотрим подъем, снижение самолета, а также вираж.

*Подъем самолета* может быть осуществлен только в том случае, когда подъемная сила достигает такого значения, что преодолевает силу тяжести. На участке подъема соотношение сил по сравнению с горизонтальным полетом резко отличается. Здесь тяга  $P$  значительно больше силы лобового сопротивления. При этом ее значение должно быть таким, чтобы преодолеть также горизонтальную составляющую силы тяжести  $G$ , которая тем больше, чем больше угол подъема. Подъемная сила уравнивает вертикальную составляющую силы тяжести  $G$ . При наборе высоты подбирают режимы полета так, чтобы подъем осуществлялся равномерно. Такие режимы характерны для самолетов гражданской авиации, так как неустановившийся полет вызывает у пассажиров весьма неприятные ощущения. Скорость, с которой самолет поднимается на заданную высоту, называется *скороподъемностью*. *Снижение самолета* начинается в расчетном месте с тем, чтобы к моменту получения посадочных характеристик достичь заданного места приземления. На участке выравнивания подъемная сила тяжести  $Y$  превышает вертикальную составляющую силы тяжести  $G$ . тяга  $P$  уменьшается, но еще сохраняет некоторое значение на тот случай, если



понадобится *уход на второй круг*, т.е. совершить почти у самой земли переход от снижения к подъему. Такая потребность может возникнуть, если, например, на посадочной полосе внезапно возникло препятствие.

Перед посадкой пилот добивается падения скорости, уменьшая тягу двигателей  $P$ , увеличивая лобовое сопротивление  $X$  различными способами. Поскольку подъемная сила пропорциональна квадрату скорости, наступает момент, когда самолет не поддерживается в воздухе подъемной силой и касается земли.

*Вираж* –наиболее распространенный вид криволинейного полета, служит для изменения его направления. Для выполнения виража необходима центростремительная сила. Ее можно получить, накренив самолет на некоторый угол, называемый углом крена. При вираже на самолет действуют взаимно уравнивающиеся силы тяги двигателей и лобового сопротивления, вертикальная составляющая подъемной силы  $Y_1$  и силы тяжести  $G$ . Горизонтальная составляющая подъемной силы  $Y_2$  ничем не уравнивается и является центростремительной силой, которая и вызывает искривление траектории полета.

Понятие о равновесии, устойчивости и управляемости самолета. *Равновесием самолета* в полете называется такое его состояние, при котором действующие на него воздушные нагрузки не нарушают равномерного и прямолинейного движения. Самолет при этом не вращается вокруг основных осей: продольной  $X$ , поперечной  $Z$  и вертикальной  $Y$ . Моменты сил, стремящиеся повернуть самолет вокруг оси  $X$ , называются поперечными или кренящими, вокруг оси  $Y$  –путевыми или рыскания, относительно оси  $Z$  –моментами тангажа или кабрирующими, если они стремятся увеличить угол атаки, или пикирующими, если они уменьшают угол атаки.

Способность самолета самостоятельно без вмешательства пилота восстанавливать состояние равновесия после прекращения действия возмущающих сил называется *устойчивостью*. Самолет, не обладающий таким свойством, называется неустойчивым. В спокойной атмосфере устойчивый самолет может лететь в заданном направлении с «брошенной ручкой управления», т. е. когда летчик не прикасается к органам управления.

*Управляемость самолета* –способность его реагировать на действия пилота с помощью органов управления. Однако способность самолета реагировать на малейшее отклонение органов управления не является хорошим показателем. Здесь выбирают оптимальные характеристики. Управляемость самолета –важнейший показатель его летных характеристик, ибо от него часто зависит безопасность полета.

Устойчивость и управляемость самолета рассматриваются относительно тех же осей, что и равновесие.

**Понятие о перегрузке самолета.** Как уже отмечалось, полет самолета не всегда является прямолинейным, установившимся и горизонтальным. Подъем и снижение –непременные составные части любого полета. Весьма

часто на пути самолета встречаются восходящие и нисходящие потоки воздушных масс. Захваченный ими самолет либо опускается, либо поднимается. Наиболее часто такое явление встречается вблизи земли. В подобных случаях говорят, что самолет попал в «болтанку». При этом легкие самолеты будут подвергаться воздействию даже незначительных воздушных потоков. Тяжелые скоростные самолеты минуют мелкие воздушные возмущения. Но при этом ни один самолет не может полностью избежать влияния воздушных потоков много раз в течение одного полета.

Итак, в процессе каждого полета самолет несколько раз опускается и поднимается с различным ускорением, что вызывает изменение величины подъемной силы. *Перегрузкой* самолета называют отношение подъемной силы к силе тяжести. Чем больше это соотношение, тем больше перегрузка. Причем увеличение подъемной силы может быть довольно значительным и в несколько раз превосходить силу тяжести. Ниже приведены значения эксплуатационных перегрузок для некоторых типов самолетов:

Легкий скоростной пассажирский .....	4...5
Средний пассажирский .....	3...4
Тяжелый .....	2...3,5

Изменение перегрузки зависит от изменения подъемной силы самолета. Оно может произойти как по воле летчика при воздействии его на органы управления самолета, так и под воздействием на самолет воздушных потоков атмосферы. При конструировании самолета каждую его часть рассчитывают на прочность. Основой таких расчетов является не только знание всех нагрузок, но и учет возможных перегрузок. Чем больше перегрузки, тем больший запас прочности должна иметь конструкция, чтобы выдержать их.

#### 5.1.4 Классификация воздушных судов

Классификация воздушных судов возможна в зависимости от характеристики аэродинамической схемы, под которой понимают некоторую систему несущих поверхностей воздушного судна. В системе несущих поверхностей имеются главные поверхности – крылья, создающие основную долю аэродинамической подъемной силы, и вспомогательные поверхности – оперение, предназначенное для стабилизации воздушного судна и управления его полетом.

Классификация самолётов может быть дана по различным признакам – по назначению, по конструктивным признакам, по типу двигателей, по лётно-техническим параметрам и т.д. ит.п.

##### **По назначению:**

- Военные:
  - воздушный авианосец;
  - стратегические бомбардировщики;

- истребители;
  - истребители-бомбардировщики;
  - корректировщики;
  - многоцелевые и специальные;
  - перехватчики;
  - ракетноносцы;
  - разведчики;
  - топливозаправщики;
  - транспортные;
  - фронтовые бомбардировщики;
  - штурмовики.
- Гражданские:
    - пассажирские – перевозка пассажиров;
    - почтовые – доставка почты;
    - сельскохозяйственные – обработка сельскохозяйственных угодий.
  - Специальные:
    - экспериментальные – проведение лётных экспериментов;
    - санитарные – оказание срочной медицинской помощи;
    - геологоразведочные – воздушная разведка недр;
    - пожарные – для тушения в основном лесных пожаров;
    - спортивные – занятия авиационным спортом;
    - транспортные – транспортировка грузов;
    - учебно-тренировочные – обучение лётного состава.

**По взлётной массе:**

- 1-го класса (75 т и более);
- 2-го класса (от 30 до 75 т);
- 3-го класса (от 10 до 30 т);
- 4-го класса (до 10 т);
- легкомоторные;
- сверхлёгкие (до 495 кг).

**По типу силовой установки:**

- поршневые (ПД) (Ан-2);
- турбовинтовые (ТВД) (Ан-24);
- турбореактивные (ТРД) (Ту-154);
- с ракетными двигателями;
- с комбинированной силовой установкой (КСУ);

**По числу двигателей:**

- однодвигательные (Ан-2);
- двухдвигательные (Ан-24);
- трёхдвигательные (Ту-154);
- четырёхдвигательные (Ан-124 «Руслан»);
- пятидвигательные (He-111Z);
- шестидвигательные (Ан-225 «Мария»);

- семидвигательные (К-7);
- восьмидвигательные (АНТ-20, Boeing B-52);
- десятидвигательные (Convair B-36J);
- двенадцатидвигательные (Dornier Do X).

**По компоновочной схеме (по числу крыльев):**

- монопланы;
- полуторапланы;
- бипланы;
- трипланы;
- полипланы.

**По скорости полёта:**

- дозвуковые (до 0,7-0,8 Маха);
- трансзвуковые (от 0,7-0,8 до 1,2 М);
- сверхзвуковые (от 1,2 до 5 М);
- гиперзвуковые (свыше 5 М).

**По роду посадочных органов:**

- сухопутные;
- корабельные;
- гидросамолёты;
- летающая подводная лодка;

**По типу взлёта и посадки:**

- вертикального (ВВП);
- короткого (КВП);
- обычного взлёта и посадки.

**По роду источников тяги:**

- винтовые;
- реактивные.

**По надёжности:**

- экспериментальные;
- опытные;
- серийные;

**По способу управления:**

- пилотируемые лётчиком;
- беспилотные.

По числу крыльев самолеты делятся на *бипланы* (рисунок 264, а), т.е. самолеты с двумя крыльями, и *монопланы* – самолеты с одним крылом. На рисунке 264 показаны схемы расположения крыла моноплана относительно фюзеляжа: низкопланы (б), среднепланы (в), высокопланы (г). В настоящее время бипланы применяются достаточно редко, ввиду того, что соединяющие оба крыла элементы (ленты, расчалки) создают дополнительное сопротивление. Общее сопротивление при движении в

воздушном потоке биплана выше, чем моноплана. Однако биплан имеет существенные преимущества –высокую устойчивость и управляемость, прекрасную маневренность. Эти достоинства обеспечили применение бипланов для выполнения специальных задач. Вспомним По-2, Ан-2 и др.

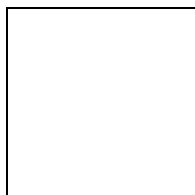


Рисунок 264. Классификация самолета по расположению крыльев

Для самолетов, осуществляющих полеты на большие расстояния со значительными скоростями, применяют монопланы.

Различные схемы расположения крыла имеют свои преимущества и недостатки, которые учитываются при конструировании. Например, стремясь освободить объем фюзеляжа для грузов, конструкторы применяют для грузовых самолетов схему высокоплана (например, Ил-76).

По схемам взаимного расположения различных конструктивных частей самолеты-монопланы разделяют на следующие: классическую (рисунок 265,а), с передним расположением оперения типа «утка» (рисунок 265,б), без горизонтального оперения типа «бесхвостка» (рисунок 265,в) или «летающее крыло» (рисунок 265,г).



Рисунок 265. Классификация самолетов по расположению хвостового оперения

По конструкции фюзеляжа самолеты разделяют на однофюзеляжные (рисунок 266,а) и двухбалочные (рисунок 266,б).

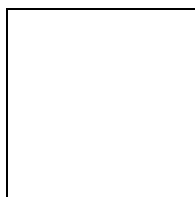


Рисунок 266. Классификация самолетов по конструкции фюзеляжа

Основные конструктивные части самолета. В гражданской авиации, как правило, применяют проверенную, надежную классическую схему самолета. Рассмотрим на примере самолета Ил-86 такую схему (рисунок 267). Основными конструктивными частями самолета являются: крыло, фюзеляж, шасси, хвостовое оперение, силовая установка.

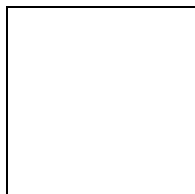


Рисунок 267. Основные конструктивные части самолета

*Крыло 1* –несущая поверхность, создающая подъемную силу при его движении. На гражданских самолетах крыло закреплено неподвижно на фюзеляже. Основное назначение крыла–создать необходимую для полета самолета подъемную силу. Кроме того, крыло обеспечивает поперечную устойчивость и управляемость с помощью расположенных на нем элементов. На крыле установлены шарнирно присоединенные поверхности –элероны 2, с помощью которых можно создать крен самолета. Кроме того, на крыле устанавливают различные устройства, улучшающие его аэродинамические характеристики, а также взлетно-посадочные характеристики всего самолета; закрылки 3, интерцепторы, предкрылки и др.

У некоторых самолетов крыло может проворачиваться, меняя свое положение относительно фюзеляжа. Применяются также крылья с изменяемой геометрией. Однако это делают только на самолетах специального назначения.

В перспективных разработках самолеты типа «летающее крыло» предназначаются для грузовых перевозок. В этом случае, в крыле размещается топливо, грузы, силовые установки, различное оборудование.

*Фюзеляж 4* служит для размещения экипажа, пассажиров, грузов и различного оборудования.

*Шасси 10* –система опор самолета, предназначенная для обеспечения его передвижения и стоянки на аэродроме, на водной поверхности или палубе корабля. Шасси также поглощает энергию удара при посадке. Шасси, как правило, снабжается тормозами. Шасси может быть убирающееся в полете и неубирающееся. Первое обеспечивает меньшее сопротивление в полете, но сложнее по конструкции, значительно по массе и имеет высокую стоимость. Для скоростных самолетов применять неубирающееся шасси нецелесообразно. Его используют в настоящее время для малых, тихоходных самолетов, применяемых для местных воздушных линий или в административных целях для связи.

*Хвостовое оперение* –несущие поверхности, обеспечивающие устойчивость и управляемость самолета. Обычно они размещаются позади

крыла и состоят из подвижных и неподвижных частей, расположенных вертикально и горизонтально. Вертикальная неподвижная часть хвостового оперения **5** называется *килем*. К нему шарнирно прикрепляются вертикальные подвижные управляющие поверхности –*рули направления* **6**. Горизонтальная неподвижная часть хвостового оперения носит название *стабилизатор* **8**. К нему шарнирно крепятся горизонтальные управляющие поверхности –*рули высоты* **7**. Управление рулями осуществляется из кабины пилотов через систему рычагов, тросов, качалок и тяг. На современных тяжелых самолетах гражданской авиации для управления рулями применяют автоматизированные системы, связанные с бортовыми ЭВМ. Получая информацию от бортовых наземных приборов и систем, автоматические бортовые устройства, передавая сигналы по электропроводам к исполнительным механизмам, отклоняют рули на нужную величину. В этом случае отсутствует система тросов, качалок, тяг. Поскольку на управляющие поверхности в полете действуют значительные воздушные нагрузки, применяют различные устройства, которые уменьшают усилия на рычаги, управляющие отклонением рулей.

*Силовая установка* **9** самолета предназначена для создания тяги. В силовой установке самолета Ил-76, например, четыре авиационных двигателя. На разных типах самолетов их может быть от одного до четырех и более. Существуют перспективные разработки с восемью двигателями. На самолетах гражданской авиации наибольшее распространение получили турбореактивные и турбовинтовые двигатели. Для самолетов местных воздушных линий могут применяться поршневые двигатели. Располагают двигатели по большей части либо на крыле, либо в хвостовой части фюзеляжа. Контроль работы силовых установок на современных самолетах осуществляют автоматические устройства. Они не только выдают информацию обо всех параметрах работы авиадвигателей, но и управляют их работой, ведут запись режимов и даже могут сообщать на землю необходимые данные.

По общепринятой терминологии каркас самолета (крыло, фюзеляж, оперение) имеет общее название *планер*. Шасси, силовая установка, система управления, топливная система, оборудование и другие выделяются в отдельные группы.

**Основные конструктивные части вертолетов.** Классификация вертолетов по конструктивным схемам. Вертолет –аппарат тяжелее воздуха, способный подниматься и опускаться вертикально, а также перемещаться в горизонтальной плоскости. При этом подъемная сила создается несущим винтом при его вращении. Очевидно, что при вращении несущего винта возникает реактивный момент, передаваемый приводящей его в движение силовой установкой. Этот момент может стремиться повернуть корпус вертолета в сторону, противоположную вращению винта. Для компенсации реактивного момента в конструкцию вертолета вводятся различные

конструктивные элементы, что и определяет общую схему этого типа летательного аппарата.

Чаще всего вертолеты классифицируют по числу несущих винтов, их расположению, по методу компенсации реактивного момента несущего винта. По этим признакам различают следующие основные конструктивные схемы вертолетов: одновинтовая с рулевым винтом, двухвинтовая соосная, двухвинтовая продольная, двухвинтовая поперечная, с реактивными двигателями, установленными на лопастях несущего винта.

*Одновинтовая схема с рулевым винтом* (рисунок 268,а) имеет наибольшее распространение. Реактивный момент несущего винта компенсируется моментом, создаваемым тягой малого винта, установленного в хвостовой части фюзеляжа. Вращение хвостового винта осуществляется через трансмиссию тем же двигателем, который вращает несущий винт. Изменением величины тяги рулевого винта добиваются изменения создаваемого им момента, что и используется для путевого управления вертолетом.

Преимущества данной схемы — относительная простота конструкции, несложное управление, хорошие летные характеристики, маневренность. Все это обеспечило широкое применение одновинтовой схемы для серийных вертолетов.

*Двухвинтовая соосная схема* (рисунок 268,б) предусматривает использование двух несущих винтов, установленных на одной оси, вращающихся при этом в разные стороны. Винты расположены один над другим. Поскольку геометрические размеры, форма лопастей, углы атаки и частота вращения двух винтов одинаковы, реактивные моменты их уравниваются. Управление направлением движения вертолета этой схемы осуществляется изменением углов установки лопастей верхнего и нижнего винтов. При этом на несущих винтах возникает разность крутящих моментов, что и приводит к повороту корпуса вертолета в нужную сторону. В некоторых случаях для улучшения управляемости вертолет соосной схемы снабжают рулями поворота, действие которых подобно действию аналогичных рулей на самолете.



Рисунок 268. Типы вертолетов

Основными достоинствами вертолетов соосной схемы являются относительно малые габаритные размеры, компактность конструкции, несложность техники пилотирования, надежность, простота посадки при неработающем двигателе и др. Однако такая схема имеет и ряд недостатков:



сложность конструкции системы управления, ухудшение коэффициента полезного действия несущих винтов из-за их взаимного влияния и некоторые другие. Вертолеты соосной схемы впервые в мире начали выпускаться в СССР.

*Двухвинтовая продольная схема* (рисунок 268,в) представляет собой корпус с двумя несущими винтами, установленными на его концах. Эти винты вращаются в противоположные стороны с одинаковой частотой. Вследствие этого их реактивные моменты взаимно уравниваются. Несущие винты при такой схеме располагают на разной высоте для исключения неблагоприятного их взаимного влияния. Такие вертолеты обладают значительной грузоподъемностью, хорошей устойчивостью. Однако они имеют и недостатки: сложную систему управления и технику пилотирования.

*Двухвинтовая поперечная схема* (рисунок 268,г) построена на том же принципе, что и продольная. Имеет аналогичные преимущества и недостатки. По этой схеме несущие винты расположены по бокам фюзеляжа. У вертолетов поперечной схемы для крепления несущих винтов обычно используют крыло. Если при этом на крыле установить авиационные двигатели с воздушными винтами, оси которых расположены вдоль оси фюзеляжа, получим схему винтокрыла — аппарата, представляющего собой комбинацию самолета и вертолета.

*Схема вертолета с реактивными двигателями, установленными на лопастях несущего винта* (рисунок 268,д) представляет собой простую одновинтовую схему. На концах лопастей установлены небольшие по размерам реактивные двигатели. К ним подводят по трубопроводам, расположенным внутри лопастей, либо продукты сгорания реактивного двигателя, размещенного внутри фюзеляжа, либо сжатый воздух от компрессора. При истечении продуктов сгорания или воздуха возникает реактивная тяга, которая вращает несущий винт. Существенной особенностью такой схемы является то, что крутящий момент создается непосредственно на несущем винте, свободно вращающемся над корпусом вертолета. В этом случае реактивный момент на фюзеляж вертолета не передается. Это существенное преимущество значительно упрощает конструкцию. Однако при этом увеличивается расход топлива, снижается экономичность летательного аппарата, ухудшаются аэродинамические характеристики несущего винта, что вызвано установкой на концах лопастей реактивных двигателей. Описанная схема в связи с этим пока широкого распространения не получила.

**Конструктивные части вертолета.** Конструкция вертолета включает в себя следующие основные элементы (рисунок 269): несущий винт 2, рулевой винт 3, силовую установку 1, трансмиссию, систему управления, шасси 4, фюзеляж 5.

*Несущий винт* вертолета в полете создает подъемную силу на всех режимах и тягу для осуществления поступательного движения вертолета.

Кроме того, с помощью несущего винта осуществляется поперечное и продольное управление вертолетом. Число лопастей несущего винта меняется от двух до восьми. Для одновинтового вертолета обычно применяются винты с числом лопастей не менее трех. Поскольку лопасти при вращении винта и перемещениях вертолета совершают сложные движения, они шарнирно крепятся к втулке или приводному валу. Лопасти большей частью имеют в плане прямоугольную форму. Несущий винт приводится во вращение через специальный редуктор силовой установки, расположенной в фюзеляже вертолета. В систему управления винтом включают тормоз, который служит для замедления вращения после выключения двигателей и фиксации его на стоянке вертолета.

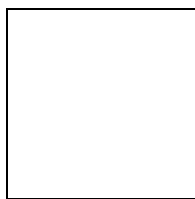


Рисунок 269. Основные конструктивные части вертолета

*Рулевой* винт одновинтового вертолета предназначен для уравнивания реактивного момента несущего винта и путевого управления вертолетом. Он приводится во вращение авиационным двигателем через трансмиссию. Изменение тяги, необходимое для управления вертолетом, достигается изменением угла установки лопастей винта. В зависимости от размеров вертолета число лопастей рулевого винта может изменяться от двух до пяти.

*Силовая установка* вертолета состоит из авиационных двигателей, их крепления, систем питания горючим и смазкой, систем охлаждения и выхлопа, системы управления и контроля.

Авиационные двигатели в конструкциях вертолетов используются чаще всего либо поршневые, либо турбовинтовые. Количество двигателей зависит от потребности мощности приводов несущих винтов. Например, при недостаточной мощности одного двигателя устанавливают два. Системы питания и управления на современных вертолетах автоматизируют.

*Трансмиссия* вертолетов предназначена для того, чтобы передать крутящий момент от двигателя к несущим и рулевым винтам и вспомогательным агрегатам. В трансмиссию вертолета входят редукторы, валы, различные муфты включения агрегатов тормоза. С помощью редукторов понижают число оборотов двигателей до необходимого для эффективной работы несущего или рулевого винтов. От редуктора несущего винта через систему валов передается вращение рулевому винту. Через трансмиссию передается энергия для привода вентилятора охлаждения двигателя.

*Система управления* вертолетом включает в себя командные рычаги, на которые воздействует пилот, и проводку управления. С помощью системы управления осуществляют управление несущим винтом, рулевым винтом и двигателями. В отличие от самолета все эти системы не являются автономными, а взаимно связаны друг с другом.

*Шасси* служит для стоянки и передвижения вертолета по земле, для восприятия ударных нагрузок при посадке, рулении и буксировке. В настоящее время встречаются вертолеты с тремя и четырьмя опорами. Существуют вертолеты, у которых шасси снабжено поплавками из прорезиненного или искусственного материала, что позволяет осуществить посадку на воду, снег или размокший грунт. Душ посадки на лед или снег может использоваться также лыжное шасси.

*Фюзеляж* вертолета предназначен для размещения экипажа, пассажиров, грузов и оборудования. К фюзеляжу крепятся винты, шасси, двигатели и другие агрегаты. Внешние формы фюзеляжей различны и зависят от схемы вертолета и его назначения.

**Требования, предъявляемые к самолетам (вертолетам).** Самолет (вертолет) является сложнейшим инженерным аппаратом, в конструкции которого использованы новейшие достижения науки и техники в самых различных отраслях: машиностроении, электротехнической, радиоэлектронной, материаловедения и др. Номенклатура применяемых деталей и агрегатов в конструкции самолетов исчисляется несколькими миллионами. Это требует при создании такой сложной конструкции усилий огромного числа людей, многих отраслей народного хозяйства страны. Создание современного самолета — свидетельство высокого уровня развития науки и техники.

Самолеты и вертолеты гражданской авиации предназначены для выполнения в основном транспортных задач перевозки по воздуху пассажиров, народнохозяйственных грузов, выполнения ряда специфических работ: исследовательских, поисковых, сельскохозяйственных, строительномонтажных и др.

Как средство транспорта, самолет (вертолет) должен быть рентабельным, экономически выгодным. Это может быть достигнуто при соблюдении следующих основных условий:

- стоимость изготовления самолета должна быть такой, чтобы его окупаемость могла быть осуществлена в возможно короткий срок;
- обслуживание в процессе эксплуатации должно быть по возможности простым и не требовать значительных затрат;
- летные данные должны обеспечивать наивыгоднейшую скорость и дальность полета при минимальном расходе горючего.

Все эти условия выполняются за счет создания конструкции с наиболее совершенной аэродинамикой, позволяющей получить наивыгоднейшее соотношение подъемной силы и силы лобового сопротивления. При этом

конструкция должна быть достаточно легкой, чтобы можно было перевозить как можно больше пассажиров и грузов.

Простота обслуживания обеспечивается хорошим доступом ко всем требующим осмотра участкам конструкции, быстротой заправки топливом, маслами и другими жидкостями и газами.

Поскольку самолет (вертолет) является воздушным транспортным средством, особые требования предъявляются к его надежности. Любой отказ в воздухе может привести к нежелательным последствиям, к возникновению аварийной ситуации. Ни к одному виду машиностроительной продукции таких высоких требований не предъявляется. В этом состоит одна из самых существенных особенностей авиационных конструкций. Высокий уровень надежности достигается при соблюдении условий прочности с учетом возможных перегрузок и всех условий полета. Поскольку не исключаются случаи отказа в полете любого агрегата, безопасность полета должна быть обеспечена с учетом этого фактора. Поэтому в конструкциях предусматриваются системы резервирования, перехода на дублирующую систему без ущерба для режима полета.

При создании самолета конструкторам приходится удовлетворять самые противоречивые требования. С одной стороны, самолет должен быть легким, что требует уменьшения массы. С другой стороны, он должен быть прочным, что требует увеличения массы. С одной стороны, выгодно увеличение скорости полета, с другой –возрастает посадочная скорость, что нежелательно для обеспечения безопасности посадки и вызывает увеличение площади аэродромов. С одной стороны, обслуживание должно быть достаточно простым, с другой –требуется применять сложное оборудование, включая автоматизированные системы управления самолетом. Это может вызвать также уменьшение коммерческих объемов для размещения грузов и пассажиров.

Ксамолетам и вертолетам гражданской авиации предъявляются высокие требования к комфорту для пассажиров. С этой целью применяются системы кондиционирования, поддержания в пассажирских кабинах нормального атмосферного давления. Обслуживание пассажиров требует буфетно-кухонного и другого оборудования.

Описанные основные требования к самолетным конструкциям определяют особые подходы к созданию и эксплуатации самолетов и вертолетов.

Основные характеристики самолетов (вертолетов). Главная задача самолета (вертолета) гражданской авиации –экономичная перевозка пассажиров и грузов при заданном уровне комфорта и выполнение всех требований безопасности и регулярности полетов. Эта задача может быть выполнена многими типами самолетов или вертолетов, сконструированными в соответствии с определенными требованиями. Эти требования разрабатываются на основе *норм летной годности гражданских самолетов* (НЛГС). Данный документ имеет обязательную силу для авиационных

конструкторов и вводит ряд ограничений, направленных на обеспечение надежности, долговечности конструкции и безопасности полетов. Основные характеристики гражданских самолетов (вертолетов) для удобства рассмотрения можно разделить на две группы: летно-технические характеристики (ЛТХ) и экономические показатели.

К ЛТХ обычно относят: геометрические размеры, скорость, скороподъемность, взлетно-посадочные характеристики, дальность и наивыгоднейшие высоты полета. Сюда не относят пассажироместимость и грузоподъемность.

К экономическим показателям относят ПЭР (прямые эксплуатационные расходы), куда входят: стоимость изготовления самолета или вертолета, расход топлива на перевозку одного пассажира на 1 км пути или единицы груза, расходы на земное обслуживание, ресурсы.

*Геометрические размеры* определяются аэродинамикой, функциональным назначением самолета. Например, самолеты, создаваемые для перелетов на большие дальности, должны иметь большой размах крыла. Самолеты для перевозки крупных грузов должны иметь большие размеры фюзеляжа. В то же время для санитарного вертолета размер фюзеляжа должен обеспечить перевозку больного на носилках и медработника. Геометрическими размерами тесно связаны *пассажироместимость* и *грузоподъемность* – важные характеристики самолетов или вертолетов, определяющие их классификацию. Например, легкий административный самолет вмещает 2...4 пассажира, а аэробус 300...400 пассажиров. *Скорость и скороподъемность* взаимно связаны с дальностью полетов, так как при данных силовых установках обеспечиваются определенные режимы полета. При этом важную роль играет аэродинамическое совершенство самолета, т.е. его аэродинамическое качество.

*Взлетно-посадочные характеристики* включают в себя: посадочную скорость, размеры взлетной и посадочной дистанций. Важность этих характеристик уже описана. Подчеркнем также, что малые посадочные скорости более безопасны, обеспечивают сокращенный пробег. В эти же характеристики входит описание режимов взлета при полностью или частично отказавших силовых установках. Ограничения в этом смысле заложены в НЛГС.

*Наивыгоднейшие высоты полета* обеспечивают не только высокие экономические показатели, но и комфортные условия полета. Известно, что на малых высотах самолет, как правило, попадает в «болтанку», когда на него воздействуют восходящие и нисходящие потоки. В этом случае многие пассажиры испытывают неприятные ощущения. Избежать этого можно на больших высотах.

*Стоимость самолета или вертолета* определяют их конкурентоспособность на авиационном рынке. Если приобрести дорогой самолет, срок его окупаемости может настолько удлиниться, что приобретать такое изделие становится невыгодным. На окупаемость авиационной техники

оказывают значительное влияние потребные расходы на наземное обслуживание, включая замены деталей и агрегатов по выработке ресурсов, проведение ремонтных работ. Ресурсы базовых изделий (самолетов и вертолетов) и комплектующих их единиц имеют здесь важнейшее значение. Высокие надежность и долговечность авиационной техники неременное условие не только обеспечения безопасности полетов, но и достижения наивыгоднейших экономических показателей.

*Расход топлива* на 1 пасс. - место на 1 км пути в настоящее время имеет первостепенное значение. Здесь дело в том, что углеводородное топливо с течением времени становится все более дефицитным и, следовательно, более дорогим. А поиск альтернативных заменителей пока приемлемого результата не дал. На снижение расходов топлива существенно могут повлиять как совершенствование работы авиадвигателей, так и повышение аэродинамического качества самолета.

## 5.2 Водный транспорт

Водный транспорт – вид транспорта, осуществляющий перевозки пассажиров и грузов по рекам, озерам, каналам, вдоль морских побережий, а также в трансокеанских рейсах. Пути по рекам и озерам существенно облегчали исследование и освоение почти всех континентов; и по сей день они продолжают служить как для путешествий, так и в коммерческих целях. Хотя в разных странах требования к судоходству различные, для пропуска судов необходима глубина не менее 1,2 м. Стоимость создания и эксплуатации водных путей долгое время была предметом дискуссии инженеров, экономистов и политиков. Транспортировка по воде медленнее, но дешевле, чем по железной дороге или на автомобилях, если не включать стоимость поддержания водного маршрута в себестоимость транспортировки. Именно необходимость периодических дноуглубительных и других гидротехнических работ дает преимущество наземным средствам транспорта. Но и с учетом этого по воде предпочитают перевозить крупные партии сырьевых грузов, таких, как уголь или нефть, руда или зерно.

**Распространенность водных путей.** Важную роль в качестве водных путей играют европейские реки, что обусловлено удобством сообщения и высокой плотностью населения в Европе. Рейн, Дунай и Волга используются уже многие столетия. В низменной полосе центральной Европы по рекам и каналам перевозят больше грузов, чем по автомобильным или железным дорогам. Разветвленная сеть каналов объединяет здесь реки в единую водную транспортную систему. Построены каналы, которые позволяют океанским судам заходить в такие порты, как Антверпен и Роттердам. В Европе водным путем перевозят главным образом крупные партии тяжелого и объемистого сырья. К важным водным путям в других частях света относятся реки Амазонка в Южной Америке, Нил в Африке, Янцзы в Азии. Соединенные Штаты располагают обширной речной сетью, которая, при регулярно

выполняемых гидротехнических работах, обеспечивает много судоходных маршрутов. США и Канада имеют на Великих озерах самое крупное в мире судоходство. От Новой Англии до Флориды реки Коннектикут, Гудзон, Делавер, Потомак, Джемс, Саванна и другие, а также заливы Делавер, Чесапик и др. обеспечивают речное и прибрежное судоходство. На тихоокеанском побережье отличные порты оборудованы в заливе Сан-Франциско, а также на реках Сакраменто, Колумбия и Уилламетт, в заливе Пьюджет-Саунд и его речных бухтах. Тем не менее более половины грузооборота по внутренним водным маршрутам США приходится на бассейн Миссисипи и Великие озера. Гидротехнические сооружения (каналы, шлюзы, плотины и пр.) сделали судоходным почти весь бассейн Миссисипи и Огайо. Система Миссисипи по рекам и каналам Иллинойской системы связана с озером Мичиган. Значение Великих озер для транспорта возросло после завершения строительства в 1959 морского судоходного пути по р.Св.Лаврентия, позволившего судам с большой осадкой выходить из озер в Атлантический океан. Сеть каналов в штатах Нью-Йорк и Иллинойс, а также Береговой канал, идущий параллельно почти всему побережью Атлантического океана и Мексиканского залива, существенно увеличивают протяженность американских водных путей.

**Океанские маршруты.** Современные маршруты океанских лайнеров стремятся пролагать по дугам большого круга земного шара, которые проходят через точки отправления и прибытия. Так, хотя Иокогама находится почти на одной параллели с Сан-Франциско, кратчайший маршрут по дуге большого круга проходит севернее, вблизи Алеутских островов. Кратчайшее расстояние от Нью-Йорка до Ливерпуля (Англия) проходит близ Большой Ньюфаундлендской банки. В наши дни существует семь главных океанских маршрутов:

1. Наиболее оживленный североатлантический маршрут связывает порты атлантического побережья Америки от Канады до Флориды с портами Западной Европы.
2. Второй по загруженности маршрут проходит через Суэцкий канал. Здесь сходятся пути из Европы, с атлантического побережья Северной и Центральной Америки в восточную Африку, Индию и другие страны южной и юго-восточной Азии. Самый короткий путь из Европы в Австралию, Китай и Японию проходит тоже через Суэцкий канал; однако маршруты в эту часть земного шара с восточного побережья Соединенных Штатов и из стран Карибского бассейна короче через Панамский канал. До сих пор многие грузовые маршруты между Западной Европой и Австралией проходят вокруг мыса Доброй Надежды. Путь через Суэцкий канал на 1600 км короче, но из-за высокой платы прохода по каналу более длинный путь обходится дешевле. Кроме того, крупнейшие суда не могут пройти по Суэцкому каналу.
3. Третье место по загруженности занимает маршрут через Панамский канал. Этот маршрут заметно укорачивает путь из портов восточного

побережья США и стран Западной Европы на западное побережье Северной и Южной Америк. Из Нью-Йорка в Сан-Франциско через Магелланов пролив расстояние 21 134 км, а через Панамский канал 8467 км. Из Нью-Йорка до Вальпараисо в Чили через Магелланов пролив 13 483 км, а через Панамский канал 7020 км. Расстояние от Ливерпуля до Вальпараисо через канал короче на 2478 км. Линия равных расстояний от Нью-Йорка через Суэцкий и Панамский каналы проходит вблизи Гонконга и Манилы, а от Англии – восточнее Австралии и Японии. Таким образом, маршруты через Суэцкий канал из Европы до всех азиатских стран и Австралии короче.

4. Западноафриканские маршруты связывают атлантические порты Европы и обеих Америк с западным и юго-восточным побережьем Африки. Это короткий путь с атлантических берегов Северной и Южной Америк, а также севера и запада Европы в Австралию и Новую Зеландию. По этому же маршруту следуют и супертанкеры с нефтью из стран Среднего Востока в Европу.
5. Южноамериканские маршруты связывают Европу и атлантическое побережье США с Бразилией, Уругваем и Аргентиной. Значимость этого маршрута растет из-за увеличения грузооборота с этими южноамериканскими странами.
6. Маршруты по северной части Тихого океана связывают тихоокеанское побережье США и Канады с Японией и Китаем. Большинство этих маршрутов проложено по дуге большого круга и проходит вблизи Алеутских островов, но некоторые пассажирские и грузовые суда заходят в Гонолулу, что увеличивает путь, например, от Сан-Франциско до Иокогамы на 1600 км.
7. В южной части Тихого океана для США представляют интерес два маршрута: один – через Гонолулу, Самоа и острова Фиджи, а другой – через Таити и острова Общества. Оба маршрута связывают тихоокеанское побережье США с Новой Зеландией и Австралией, а также – через Панамский канал – североатлантические страны с Австралией и островами южной части Тихого океана.

### **5.2.1 Структура водного транспорта**

Структуру водного транспорта можно представить в следующем виде:

- транспортные средства (морские, океанические, речные суда и корабли);
- средства управления и координации (системы буев, маяки, спутниковая навигация, лоцманские службы, службы поиска и спасения);
- транспортные узлы (порты с инфраструктурой причалов, доков, средств погрузки и выгрузки);
- пути сообщения (каналы, шлюзы, моря, реки и океаны).

Каждый из перечисленных пунктов имеет свои составные группы и градации. Транспортные средства делятся по следующим признакам:



- по типу (океан, море, река и река-море);
- по водоизмещению;
- по решаемым задачам (транспортные, пассажирские, промысловые, вспомогательные, спасательные, учебно-тренировочные, военные);
- по перевозимым грузам (сухогрузы, танкеры, газозовы, рыболовецкие суда, рефрижераторы);
- по типу силовой установки (не самоходное судно, судно оснащенное двигателем внутреннего сгорания, парусные суда, атомоходы).

Транспортные узлы или порты имеют следующую классификацию:

- в зависимости от прибываемых судов и кораблей (военные, грузовые, рыбные, пассажирские);
- в зависимости от места расположения: (речные, водохранилищные, устьевые, береговые, лагунные, островные);
- в зависимости от продолжительности эксплуатации (постоянные и временные);
- в зависимости от уровня воды (открытые и закрытые).

Все правила передвижения и взаимодействия судов и кораблей регламентируются документом, имеющим международное значение «Международными правилами предупреждения столкновения судов на море» МППСС-72.

## **5.2.2 Классификация судов**

Суда классифицируют по ряду основных признаков: назначению, району плавания, материалу корпуса, характеру движения, принципу передвижения по воде, типу главного двигателя, роду движителя и архитектурно-конструкторскому типу. По назначению суда внутреннего плавания подразделяют на транспортные, технические, вспомогательные и спортивные.

Транспортные суда составляют основное ядро флота и предназначены для перевозки пассажиров и грузов. Их подразделяют на пассажирские, грузопассажирские, грузовые, толкачи и буксиры. Существует четыре основных типа морских судов:

- 1) грузовые суда (сухогрузные, наливные, комбинированные и пр.), которые выполняют отдельные заказы или работают на регулярных маршрутах;
- 2) грузопассажирские суда;
- 3) быстроходные пассажирские лайнеры, имеющие два или три класса для пассажиров, а также почтовое и багажное отделения;
- 4) небольшое количество комфортабельных скоростных судов, рассчитанных только на пассажиров и почту.

Долгое время суда были универсальными, сейчас имеется четкое разделение – нефть, бензин, растительное масло, вина, молоко возят в танкерах; есть углевозы, лесовозы, рудовозы, рефрижераторы,

контейнеровозы, газовозы. Специальные суда для навалочных грузов называются балкеры. Раскрытая палуба грузится грейфером. Существуют суда – ролкеры (ропо), лихтеровозы. Особую категорию судов составляют паромы.

Пассажирские суда по продолжительности рейса делят на транзитные, местных линий и пригородных перевозок.

К грузопассажирским судам относят пассажирские суда, имеющие грузовые трюмы для перевозки грузов.

Грузовые суда разделяют на сухогрузные и наливные. Сухогрузные суда (грузовые теплоходы, сухогрузные баржи) предназначены для перевозки различных грузов насыпью или в таре. Различают также специализированные сухогрузные суда для перевозки определенных грузов: автомобилей – автомобилевозы, цемента – цементовозы, руды – рудовозы, скоропортящихся продуктов – рефрижераторные суда и т.д.

Наливные суда, предназначенные для перевозки жидких грузов наливом, включают: нефтеналивные баржи, танкеры для перевозки нефти и нефтепродуктов, водовозы – для перевозки воды и т.д.

Буксиры – самоходные суда, буксирующие на канате баржи. Толкачами называют суда, предназначенные для вождения барж методом толкания. Большинство судов, приспособленных для толкания, имеют буксирные устройства и называются буксирами-толкачами.

Суда технического флота предназначены для обеспечения требуемых путевых условий. К ним относят землесосные и землечерпательные снаряды, суда, обеспечивающие их работу – грунтоотвозные шаланды, а также суда, используемые для обслуживания судоходной обстановки.

Вспомогательными судами называют суда, обслуживающие транспортный флот и не принимающие непосредственного участия в транспортировке грузов. К ним относят ледоколы, пожарные суда, плавучие магазины, дебаркадеры, (перегрузжатели и т.д.). По району плавания суда подразделяют на: морские, смешанного «река – море» плавания и внутреннего плавания.

По характеру движения суда делят на самоходные, имеющие судовую энергетическую установку, несамоходные, передвигающиеся при помощи буксиров или толкачей, и стоечные, которые по условиям работы должны стоять на месте (дебаркадеры, плавучие перегружатели).

По принципу передвижения по воде суда подразделяют на: плавающие на поверхности воды – водоизмещающие суда, перемещающиеся на подводных крыльях – суда на подводных крыльях (СПК), глиссирующие – скользящие по поверхности воды, парящие над поверхностью воды – суда на воздушной подушке (СВП).

По типу главных двигателей суда подразделяют на: теплоходы (с двигателем внутреннего сгорания), пароходы (с паровой машиной), турбоходы (с паровой турбиной), атомоходы (с источником тепловой энергии – атомный реактор).

У дизель-электрохода гребной винт приводится во вращение от электродвигателя. Атомоходы и турбоходы имеют обычно энергетические установки большой мощности, применяемые только на морских судах.

По роду движителя самоходные суда подразделяют на: винтовые, колесные, водометные, с воздушными винтами (у судов на воздушной подушке), с крыльчатыми движителями, парусные и весельные.

Архитектурный тип судна характеризуется внешним его видом и зависит от формы корпуса, а также от расположения надстроек, рубок, дымовых труб и мачт. Внешний вид современных речных судов определяет рациональный подход к созданию судовых конструкций, полностью отвечающих назначению судна и улучшению его навигационных качеств.

Материалом для корпуса и надстроек преимущественно служит сталь. Для скоростных судов, а в отдельных случаях для элементов надстроек многопалубных судов используют легкие дюралюминиевые сплавы. Из пластмассы изготавливают главным образом спасательные шлюпки. Из железобетона строят стоечные суда – дебаркадеры, брандвахты. Наиболее крупными судами из железобетона являются плавучие доки.

### **5.2.3 Основные типы судов внутреннего плавания**

За последние годы речной флот пополнился современными грузовыми и пассажирскими судами. Основу его рабочего ядра составляют крупнотоннажные самоходные суда, секционные составы, мощные толкачи и быстроходные пассажирские теплоходы.

Замена паровых энергетических установок дизельными, электрификация судовых вспомогательных механизмов, оборудование судов дистанционными и автоматизированными системами управления и контроля, применение автоматических сцепных устройств для толкачей и составов способствовали значительному повышению производительности труда на флоте и одновременно улучшили условия труда и быта плавсостава.

Пассажирские суда, построенные за последние годы, имеют повышенную комфортабельность, быстроходны и предназначены для скоростной перевозки пассажиров между крупными городами и туристских перевозок. Свыше 20 лет работает на туристских линиях дизель-электроход «Ленин». Это трехвинтовое пассажирское судно отечественной постройки с трехъярусной надстройкой, в которой расположены каюты со спальными местами для пассажиров, салоны, рестораны. Пассажирские и служебные помещения оборудованы системой кондиционирования воздуха. Три главных двигателя судна работают на генераторы, гребные винты приводятся в движение электродвигателями. Носовые и кормовые подруливающие устройства обеспечивают судну необходимую маневренность.

Были приняты в эксплуатацию головные пассажирские теплоходы «Максим Горький», «Владимир Ильич» и «Валериан Куйбышев». Эти суда используются на перевозках туристов, имеют четырехъярусную надстройку,

в которой размещены преимущественно одно- и двухместные пассажирские каюты. На судах установлены современные системы водоподготовки, кондиционирования воздуха, очистки и обеззараживания судовых сточных вод и сжигания сухих отходов. Успешно эксплуатируются на туристских и пассажирских транзитных линиях трехпалубные теплоходы типа «Родина» и «Октябрьская Революция». Для массовых перевозок пассажиров на пригородных линиях предназначен теплоход катамаран «Отдых-1», который может принимать на борт до тысячи пассажиров. Большую популярность у пассажиров завоевали быстроходные пассажирские суда на подводных крыльях «Метеор», «Ракета» и «Восход». На пригородных и местных линиях используются водоизмещающие теплоходы «Москва» и «Нева», скоростные полуглиссирующие «Заря» и суда на воздушной подушке скегового типа «Зарница». Сухогрузные суда, как правило, имеют в большей части корпуса грузовые трюмы. Надстройка и машинное отделение расположены в корме. Для удобства проведения грузовых работ применяют конструкции корпусов с двойным дном и двойными бортами, что позволяет иметь трюмы с гладкими стенками и большие грузовые люки. Сухогрузные теплоходы, которые перевозят грузы, боящиеся влаги, имеют механически открывающиеся и закрывающиеся люковые закрытия. В качестве движителей на грузовых судах устанавливают гребные винты в направляющих насадках. Крупнейшими в мире речными сухогрузными теплоходами являются суда типа «Волго-Дон» грузоподъемностью 5000 т. Они оборудованы люковыми закрытиями и используются для перевозки зерна, соли и других грузов. В последнее время строят грузовые суда, осуществляющие прямые бесперевалочные перевозки грузов из речных портов в морские и обратно. Это суда смешанного «река – море» плавания «Балтийский», «Сормовский», «Морской», «Волго-Балт», «Кама» Все они имеют высокие мореходные качества оборудованы автоматизированными системами управления судовыми установками, современным радионавигационным оборудованием, позволяющим эксплуатировать их с выходом в море.

Для перевозки контейнеров используются катамаранные суда типа «Братя Игнатовы». Эти теплоходы имеют палубу большой площади для складирования контейнеров и высокую, до 28 км/ч, скорость.

На малых реках эксплуатируется значительное количество сухогрузных теплоходов грузоподъемностью от 150 до 2000 т. Среди них суда-площадки, которые используют для перевозки строительных грузов, леса, металла, угля и контейнеров на палубе.

Танкеры предназначены для перевозки нефтепродуктов и строятся двух конструктивных типов: с грузовыми отсеками (танками) и со вставными цилиндрическими цистернами. Танкеры первого типа большой грузоподъемности и обычно имеют двойное дно и двойные борта. Это облегчает зачистку танков и позволяет использовать междудонное пространство для балластных отсеков. Наличие второго дна исключает

утечку нефтепродуктов при повреждении днища, что очень важно для охраны окружающей среды.

Толкачи-буксиры имеют высоко расположенную рулевую рубку, мощные энергетические установки и оборудованы устройствами для буксировки несамоходных судов.

Ледоколы используют для принудительного вскрытия рек и водохранилищ, проводки судов во льдах, а также буксировки составов в летний период. Возможности продления навигации на внутренних водных путях возросли с поступлением линейных ледоколов типа «Капитан Чечкин». Судно, имеющее усиленный бортовой набор и надежную наружную обшивку ледового пояса, при мощности главных двигателей 3300 кВт обеспечивает скорость движения до 3 км/ч во льдах толщиной 70 см. Для повышения эффективности работы в битом льду со снегом ледокол оборудован системой пневматического обмыва. Два мощных компрессора подают воздух под давлением в систему пневматического обмыва, имеющую с каждого борта в наружной обшивке корпуса по 18 выдувных отверстий, расположенных в подводной части. Эта система используется также в качестве подруливающего устройства.

Ледоколы способны взламывать лед толщиной 40...100 см при непрерывном ходе со скоростью 1,5 м/с.

Ледокольные работы на реках выполняют также ледоколы типа «Волга» и буксиры-толкачи, имеющие усиленный ледовый пояс.

Паромы служат для перевозки автомобилей и пассажиров и обслуживают переправы. По конструкции это суда-площадки, имеющие специальные мосты-аппарели, которые перекидываются на причал или берег при погрузке и выгрузке. На большинстве речных паромов автомобили и другой транспорт располагают на главной палубе, а для размещения пассажиров используют надстройки.

#### **5.2.4 Сооружения водного транспорта**

На водном транспорте имеются явственные транспортные пути (реки, озера, моря). А также сложные гидротехнические сооружения, т.е. искусственные (водохранилища, каналы, шлюзы). Судоходство совершается не по всей ширине, а по судовому каналу – фарватеру. Фарватер рассчитан на пропуск 2-х встречных судов. Его обозначают специальными знаками. Судовые каналы устраивают открытыми, когда реки одного уровня, и шлюзованными, когда реки на разных уровнях. Есть еще обходные каналы к шлюзам. Радиусы каналов не менее 6 длин расчетного судна. Глубина канала берется с запасом 1 метр. Каналы питаются водой, самотеком из рек, озер или подачей воды насосами на высшую точку канала. Шлюзы сооружают для пропуска судов через плотины, камеры с 2-мя торцевыми воротами. Шлюзы бывают: однокамерные и многокамерные. Однокамерные шлюзы применяются, когда разность воды не превышает 20...25 метров.

Многокамерные шлюзы применяются, когда разница больше. Шлюзы бывают: односторонние и двусторонние.

Морские порты бывают:

- торговые;
- рыбные;
- военные;
- промысловые.

Имеются специализированные порты:

- угольные;
- лесные;
- поливные;
- комбинированные.

Речные порты и пристани по своему назначению бывают:

- рыбные;
- грузовые;
- военные;
- затоны.

Порты бывают:

- русловые;
- внерусловые;
- бассейновые.

Водная поверхность в районе порта называется акваторией.

Пристань – прибрежный путь посадки или высадки пассажиров. Они бывают плавучими (дебаркадами).

### **5.2.5 Водный транспорт Республики Казахстан**

История развития водного транспорта республики тесно связана с развитием торговли, освоением и вовлечением в хозяйственный оборот новых, богатых природными ресурсами территорий в границах современного Казахстана и своими корнями уходит в далекое прошлое.

Первые сведения об использовании в транспортных целях главной водной артерии Казахстана – реки Иртыш относятся к 17 в, когда русские казаки вышли на Среднюю Обь и направились вверх по Иртышу в поисках соли. Начиная с 1613 г. на протяжении 100 лет ежегодно осуществлялись их речные походы в Прииртышье, на степных озерах которого был организован солепромысел.

Дальнейшее транспортное освоение Иртыша продолжилось в 18 в. с развитием добычи серебряной руды в Бухтарминском крае (Восточный Казахстан). Река использовалась для вывоза руды и доставки необходимых товаров на рудники. Первыми судами были лодки грузоподъемностью 3...4 т., на смену которым пришли транспортные средства больших размеров – карбасы, применявшиеся для перевозок по Верхнему Иртышу на протяжении

более 100 лет. Наряду с карбасами в транспортных целях использовались также плоты, которыми перевозились различные грузы (в том числе деловая древесина) и пассажиры.

В середине 19-го столетия началась развиваться торговля с Китаем и Монголией с использованием наряду сухопутным трактом до Большенарымска также и реки Иртыш. На карбасах из Китая по Черному Иртышу русские купцы вывозили шерсть, кожу, пушнину, хлопок.

Толчком для дальнейшего развития судоходства на Иртыше послужило интенсивное освоение природных ресурсов Рудного Алтая и заселение прилегающих к Иртышу земель. Растущие потребности в перевозках во второй половине 19 в. привели к развитию на Иртыше речного парового флота, принадлежавшего различным торговым товариществам. К концу 19 в. на всем протяжении - от Павлодара до Семипалатинска и далее по Верхнему Иртышу - осуществлялись регулярные рейсы пассажирских и буксирных пароходов с баржами, на смену которым в начале 20 в. пришли теплоходы.

В 1918 г. флот был национализирован и в дальнейшем развивался на правах государственной собственности союзного, а позднее республиканского подчинения.

Этот период характеризуется ростом перевозок как в межрегиональном сообщении, так и в торговых связях с Китаем. Во внутреннем сообщении выполнялись перевозки зерна, леса, угля, руды и концентратов, а также прочих промышленных товаров. В Китай экспортировались металл и различные потребительские товары, из Китая ввозились продукты животноводства, пшеница и рис. Быстрыми темпами росли перевозки пассажиров.

К этому времени был существенно обновлен и пополнен флот, в составе которого использовались сухогрузные и наливные суда. Пассажирские перевозки осуществлялись судами на подводных крыльях.

Значительное развитие получило торгово-пристанное хозяйство, пополнившееся плавучими и потальными кранами. В Павлодаре был создан новый современный порт.

На судостроительных и судоремонтных предприятиях Прииртышья было освоено строительство буксирных и сухогрузных теплоходов, танкеров, сухогрузных и наливных барж, а также других плавсредств.

В 1987 г. при строительстве Шульбинской ГЭС Иртыш был перекрыт плотиной. Строительство судоходного шлюза до сих пор не завершено, сквозное судоходство в верховьях реки приостановлено.

Второй водной магистралью Казахстана по протяженности, габаритам судового хода и объемам перевозок является река Урал. Начало ее транспортного освоения относится ко второй половине 19 в. И в этом случае главным стимулом было развитие торговли. На первых этапах организация судоходства по реке Урал по экологическим мотивам не встретило поддержки со стороны местного казачества, и лишь в начале 20 в. было

организовано движение судов на участке Уральск – Оренбург, а затем и Гурьев – Уральск.

В 20-х гг. 20 в. на реке Урал были выполнены необходимые дноуглубительные работы, очистка и обустройство фарватера и на участке Гурьев – Уральск открыто регулярное судоходство. В 30-х г протяженность судоходных речных путей увеличилось вдвое с открытием регулярного судоходства на участке Уральск – Оренбург.

В дальнейшем в регионе было организовано местное судостроение и создана судоремонтная база.

Грузоперевозки по реке Урал формировались, в основном, за счет транспортного обслуживания прилегающих регионов, а также транспортировки хлебных, строительных и нефтяных грузов.

В начале 1980-х г. с усилением рыбоохранных мер и связанной с этим заменой глубоководных судов на суда с мелкой осадкой произошло сокращение флота и появилась тенденция снижения объема перевозок. Было прекращено судоходство на участках Уральск – Индер и Уральск – Рубежка.

Первые попытки использования для судоходства реки Или и озера Балхаш были предприняты ещё в 50-х г. 19-го столетия в процессе присоединения Заилийского края к России. Первоначально для этих целей использовались парусные суда, лодки и плоты.

Первый пароходный рейс был совершен в 1873 г. из Илийска в Суйдун (Китай), а регулярные перевозки водным путем начались в конце 20-х г. прошлого столетия и осуществлялись как вверх по Или (до Барахудзира, а позднее и в Китай – до пристани Курэ), так и вниз, до устья.

В основном водный путь по Или использовался для доставки грузов в отдаленные районы бывших Алма-Атинской и Талды-Курганской областей, и перевозок экспортно-импортных грузов приграничной торговле с Китаем.

С открытием меднорудных месторождений на северном берегу озера Балхаш и началом строительства комбината по их переработке было принято решение об использовании озера для обеспечения стройки необходимыми материалами и оборудованием. Для этого были построены пристань Булю-Тобе и ж\д подъездной путь, соединявший ее с Туркестано-Сибирской магистралью. На участке Булю-Тобе-Бертыс (Балхаш) началось судоходство.

Взросший объем перевозок потребовал существенного пополнения флота, поэтому в конце 1940-х г. в Илийских судоремонтных мастерских было освоено строительство барж и теплоходов-буксировщиков.

Интенсивные перевозки в этом сообщении осуществлялись до ввода в эксплуатацию ж\д Караганда-Балхаш, после чего существенно сократились, а к 1996 г. совсем прекратились.

С середины 70-х г. прошлого столетия нестабильными стали и перевозки по реке Или.

Все предприятия речного транспорта Казахстана до 1956 г. находились в союзном подчинении, а затем были переданы в распоряжение Главного управления речного флота при Совмине Казахской ССР.



В настоящее время все предприятия речного транспорта приватизированы и принадлежат различным акционерным обществам и частным лицам. Объем перевозок по рекам Иртыш и Урал резко сократился, а в Балхаш-Илийском бассейне перевозки практически не осуществляются.

Водный транспорт РК является частью транспортно-коммуникационного комплекса (КТК) Казахстана, его общегосударственной инфраструктуры. Составляющими этого вида транспорта являются расположенные на территории Казахстана предприятия, их объединения, учреждения и организации не зависимо от форм собственности, осуществляющие:

- перевозки грузов, пассажиров, багажа;
- переработку грузов в морских и речных портах и транспортно-экспедиционную деятельность;
- эксплуатацию и содержание водных путей и судоходных шлюзов;
- проведение классификации и технического надзора за судами морского и речного флота (морской и речной регистры);
- контроль за безопасностью мореплавания и судоходства на внутренних водных путях;
- строительство, ремонт и техническое обслуживание транспортного и технического флота и портового оборудования;
- подготовку кадров для водного транспорта, а также выполнение др. работ, связанных с транспортным процессом.

Речной транспорт в РК получил развитие на востоке – в бассейне реки Иртыш, на западе – в Урало-Каспийском бассейне, а также на юго-востоке – Балхаш-Илийском бассейне.

Западные границы Казахстана омывает Каспийское море. С реконструкцией морского порта Актау и ростом объема перевалки грузов с наземных видов транспорта на морской будут созданы реальные условия для развития в РК морского транспорта.

Внутренние водные пути в Казахстане являются путями общего пользования и находятся в государственной собственности. Их протяженность составляет более 4,0 тыс. км.

Основная водная артерия РК – река Иртыш протекает по Восточно-Казахстанскому региону и Павлодарской области. Протяженность ее от границы с Китаем до границы с РФ составляет 1737 км. Со строительством на реке Бухтарминской, Усть-Каменогорской и Шульбинской ГЭС образовались одноименные водохранилища, общая длина которых 552 км.

Глубина реки Черный Иртыш от Бурчума до оз. Зайсан (72 м) до 1 м. Озеро Зайсан с Бухтарминским водохранилищем переходит в Усть-Каменогорское водохранилище, представляя как бы один вытянутый водоем, разделенный Бухтарминской плотиной. На озере и водохранилищах габариты судовых ходов не лимитированы. От Усть-Каменогорской ГЭС до Усть-Каменогорского порта (10 км) глубина судового хода 210 см. От Усть-

Каменогорского порта до зоны выкликивания Шульбинского водохранилища (124 км) – свободный участок реки с крупным притоком Ульбой. На этом участке реки глубины 105 см. Далее следует Шульбинское водохранилище протяженностью 50 км. От Шульбинской ГЭС до Семипалатинска на протяжении 75 км проектные глубины составляют 105 см.

Со строительством Шульбинской ГЭС река была перекрыта с сентября 1987 г., и в связи с незаконченным строительством судоходного шлюза сквозное судоходство между Усть-Каменогорском и Семипалатинском не осуществлялось. Состояние глубин судового хода ниже ГЭС определяется в основном размерами попуска воды из водохранилищ в нижние бьефы ГЭС, установленными правилами эксплуатации Бухтарминского, Усть-Каменогорского и Шульбинского (1 очередь) водохранилищ. Размеры попусков нередко нарушаются, что приводит к резкому ухудшению условий плавания и создает предпосылки для аварийных ситуаций. Положение осложняется тем, что ряд перекатных участков имеет каменистое дно (на отрезке пути Семипалатинск-Майск 19 участков), препятствующие выполнению дноуглубительных работ имеющимися техническими средствами.

Необходимо отметить, что зарегулирование стока, вызванное эксплуатацией ГЭС, в корне изменило гидрологический режим реки Иртыш в отрицательную сторону. Руслоформирующий расход воды после зарегулирования естественного стока сократился почти в 4 раза. В результате образования крупных заносов, обмелевшие перекаты не успевают промываться малыми расходами воды, снижаются глубины, увеличивается извилистость меженного русла, а повороты становятся более крутыми.

В Западном Казахстане через Западно-Казахстанскую и Атыраускую области протекает река Урал. Развитие путевого хозяйства и соответственно судоходства на Урале сдерживается рыбоохранными мероприятиями и отборам воды из реки на орошение. Крайне ограниченный руслоформирующий расход воды и отсутствие дноуглубительных работ в течение 15 лет привели к резкому обмелению и зарастанию русла реки водорослями.

Протяженность судоходных путей реки Урал 929 км. Глубины от Уральска до Индера 100 см, от Индера до Атырау 120 см. Гарантированные габариты судового хода поддерживаются при горизонте воды по Уральскому водомерному посту на уровне 105 см. Этот горизонт считается проектным и наступает в зависимости от весеннего паводка в период 15 июля –10 августа. Падение горизонта ниже проектного уровня вызывает мелководье, и судоходство становится менее рентабельным, так как загрузка судов составляет 6...70% грузоподъемности.

Устьевая речная часть автодорожного моста (г.Атырау) протяженностью 34,5 км – и зона выкликивания – морская часть 21,5 км. – образуют Урало-Каспийский канал общей протяженностью 56 км.

В Юго-Восточном регионе республики протекает река Или протяженностью судоходных путей 350 км. В том числе 240 км естественной реки с негарантированными глубинами и 110 км Капчагайского водохранилища. За годы существования Капчагайского водохранилища в зоне выкликивания подпора образовался мелководный бар, который временами, при понижении уровня воды в водохранилище, становится непроходимым для груженных барж и буксирных судов.

Навигация начинается в конце марта – начале апреля при низких уровнях и малых глубинах на реке, которые растут только в период интенсивного таяния снегов в горах. По этим причинам максимально возможные глубины судового хода поддерживаются только перестановкой знаков навигационного ограждения. Дноуглубительные и выправительные работы на реке не ведутся.

Содержание водных путей на реке осуществляет Илийское РКП водных путей.

Общая протяженность судоходных трасс озера Балхаш составляет 978 км. Гарантированные глубины судовых ходов обеспечиваются в естественных условиях. Судоходные трассы определяются знаками навигационного ограждения. При этом из 506 км. Судоходных трасс, обставленных навигационными знаками, транспортными судами используется всего 300 км. Остальной частью пользуются только рыбопромысловые суда. Продолжительность навигации составляет в среднем 210 суток.

Трассы обслуживает Балхашское РКП водных путей.

Река Ишим имеет протяженность судоходных путей 50 км. В районе города Петропавловска, выше и ниже этого участка река для транспортных целей не используется.

Имеется механизированная пристань АО «Ишимречфлот», которое осуществляет местные перевозки песка для нужд строительных и дорожных организаций города.

Судоходная обстановка на реке отсутствует. Необходимости в обслуживании судоходного пути нет.

Река Сырдарья для транспортных целей как ранее, так и в настоящее время не используется.

До распада Союза на реке имелась пристань Кызылорда, которая организовывала и обслуживала несколько паромных переправ местного значения.

В целом реки Казахстана маловодны, и для обеспечения на них условий безопасного судоходства необходимы ежегодные затраты значительных бюджетных средств.

В настоящее время все судоходные внутренние водные пути в РК освоены. Освоение мелководных участков в верховьях судоходных рек и их притоков путем углубления в обозримой перспективе не предусматривается.

Основными инфраструктурными подразделениями на водном транспорте являются порты и пристани, расположенные на главных водных магистралях в развитых промышленных центрах.

Основными действующими речными портами в бассейне реки Иртыш являются Павлодарский, Семипалатинский, Усть-Каменогорский и Бухтарминский.

На реке Урал расположены 2 порта: речной порт Уральск и порт Атырау имеющий статус устьевого.

Перевозки по реке Или и озеру Балхаш обслуживают порт Капчагай и пристань Балхаш.

В городе Петропавловске на реке Ишим имеется механизированная пристань.

Речные порты и механизированные пристани являются специализированными предприятиями, обеспеченными причальным фронтом, перегрузочными механизмами и складскими помещениями, необходимой инфраструктурой. Все они обустроены с учетом возможности осуществления перевалки грузов перевозимых в смешанном сообщении с использованием других видов транспорта.

В настоящее время все порты и пристани на внутренних водных путях приватизированы путем акционирования.

В последние годы, вследствие экономического кризиса и снижения уровня перевозок, объем переработки грузов в портах резко сократился. Систематическое отсутствие средств на обновление и восстановление портового хозяйства привело к моральному и физическому износу основных фондов.

### **5.3 Трубопроводный транспорт**

Трубопроводный транспорт довольно необычен. Он не имеет транспортных средств, вернее, сама инфраструктура «по совместительству» является транспортным средством. Движение груза осуществляют насосные станции. Трубопроводный транспорт дешевле железнодорожного и даже водного. Он не требует большого персонала.

Во-первых, не секрет, что Казахстан является одним из крупнейших экспортёров нефти и газа в мире, а также в нашей стране проходит немало магистральных трубопроводов.

Во-вторых, трубопроводный транспорт обладает большим количеством достоинств:

- магистральные трубопроводы позволяют обеспечить возможность подачи практически неограниченного потока нефти, автобензинов, дизельных и реактивных топлив в любом направлении;
- по магистральным трубопроводам можно осуществлять последовательную перекачку нефти разных сортов или нефтепродуктов различных видов, а также разных газов;

- работа магистральных трубопроводов непрерывна, планомерна в течение года, месяца, суток и не зависит от климатических, природных, географических и других условий, что гарантирует бесперебойное обеспечение потребителей;
- трубопровод может быть проложен практически во всех районах РК, направлениях, в любых инженерно-геологических, топографических и климатических условиях;
- трасса трубопровода – это кратчайший путь между начальным и конечным пунктами следования и может быть значительно короче, чем трассы других видов транспорта;
- сооружение трубопроводов проводят в сравнительно непродолжительные сроки, что обеспечивает быстрое освоение нефтяных и газовых месторождений, мощности нефтеперекачивающих заводов;
- на магистральных трубопроводах может быть обеспечено применение частично или полностью автоматизированных систем управления технологическими процессами (АСУ ТП) перекачки нефти, нефтепродуктов и газа;
- трубопроводный транспорт имеет лучшие технико-экономические показатели по сравнению с другими видами транспорта нефтяных грузов, а для транспорта природного газа, находящегося в газообразном состоянии, является единственно возможным.

Возможность значительной автоматизации и телемеханизации, внедрение систем автоматизированного управления технологическими процессами способствует поддержанию оптимальных режимов эксплуатации трубопроводных систем, сокращению расхода электроэнергии, а также потерь нефти, нефтепродуктов и газа при перекачке, сокращению численности обслуживающего персонала.

Однако, несмотря на упомянутые преимущества, нужно отметить и два существенных недостатка: большой расход металла и «жесткость» трассы перевозок, то есть невозможность изменения направления перевозок нефти, нефтепродуктов или газа после постройки трубопровода.

### **5.3.1 Классификация трубопроводов**

По назначению трубопроводы классифицируются:

- 1) магистральные трубопроводы;
- 2) технологические трубопроводы;
- 3) гидравлические и пневматические транспортные установки.

#### **5.3.1.1 Магистральные трубопроводы**

Магистральными называют трубопроводы, предназначенные для дальнего транспорта жидких, газообразных и твердых сыпучих продуктов, от

мест их добычи, получения, переработки (условная начальная точка трубопровода) к местам потребления (условная конечная точка).

Наиболее широко трубопроводы используются для перекачки природных газов, нефти и нефтепродуктов, однако по трубопроводам перекачивают на большие расстояния и воду (магистральные водоводы), уголь в виде водных суспензий (углепроводы), расплавленную серу, инертные сыпучие материалы. На десятки километров транспортируют по трубам минеральную воду, молоко и другие продукты.

Наконец, нельзя не отметить, что своевременная и наиболее надёжная доставка горючего для снабжения быстро перемещающихся воинских частей может быть осуществлена в основном с помощью, так называемых полевых нефтепродуктов. Этот способ доставки горючего используется в армиях и флотах многих стран.

Все перечисленные выше виды трубопроводов относятся к сухопутным трубопроводам, так как прокладываются по территории материка.

Увеличение мировой добычи нефти и газа в шельфах и акваториях океанов и морей потребовало прокладки магистральных трубопроводов под водой как с заглублением их в грунт, так и без заглубления. Такие трубопроводы называют морскими. Иногда магистральный трубопровод имеет морскую и сухопутную часть. Такой трубопровод называют сухопутно-морским.

Магистральный трубопровод – сооружение линейного типа, представляющее непрерывную трубу, вдоль которой размещаются сооружения, обеспечивающие перекачку транспортируемого продукта при заранее заданных параметрах (давлении, температуре, пропускной способности и т.п.). В отличие от других линейных сооружений, таких, как автодороги, железные дороги, магистральный трубопровод в течение всего срока эксплуатации находится в сложном напряжённом состоянии под воздействием внутреннего давления перекачиваемого продукта и работает как сосуд высокого давления.

Состав сооружений и их назначение зависят от вида транспортируемого продукта.

Магистральный трубопровод состоит из следующих комплексов сооружений:

- подводящие трубопроводы, связывающие источники нефти или нефтепродуктов с головными сооружениями трубопроводов. По этим трубопроводам перекачивают нефть от промысла или нефтепродукт от завода в резервуары головной станции;
- головная перекачивающая станция, на которой собирают нефть или нефтепродукты, предназначенные для перекачки по магистральному трубопроводу. Здесь проводят приёмку нефти (нефтепродуктов), разделение их по сортам, учёт и перекачку на следующую станцию;
- промежуточные перекачивающие станции, на которых нефть и нефтепродукт, поступающие с предыдущей станции, перекачивают далее;

- конечный пункт, где принимают продукт из трубопровода, распределяют потребителям или отправляют далее другими видами транспорта;
- линейные сооружения трубопровода, к которым относятся собственно трубопровод, линейные колодцы на трассе, станции катодной и протекторной защиты, дренажные установки, а также переходы через водные препятствия, железные и автогужевые дороги. Кроме того, к ним относятся вертолётные площадки, дома обходчиков, линии связи, грунтовые дороги, сооружаемые вдоль трассы трубопроводов.

Линейная часть трубопровода сооружается по трём конструктивным схемам: подземной, наземной и надземной.

Подземная схема составляет около 98% от общей длины всех построенных трубопроводов. По этой схеме трубы укладывают ниже естественной поверхности грунта.

Наземная схема предусматривает укладку труб на поверхность спланированного грунта или на грунтовое сплошное основание, устраиваемое из привозного грунта.

При надземной схеме трубопровод укладывают на опоры, размещаемые на определённом расстоянии друг от друга.

Для плотных грунтов наиболее удачной схемой является подземная. Она обеспечивает надёжную защиту труб от внешних воздействий, достаточно хорошо стабилизирует положение трубопровода, обеспечивает его устойчивость, не изменяет вида рельефа, не создаёт никаких препятствий для сельскохозяйственных работ, движения транспортных средств. При подземной прокладке трубопровод и транспортируемый по нему продукт не подвергается резким перепадам температур, что имеет немаловажное значение для обеспечения технологической надёжности трубопровода.

Необходимость в наземной и надземной схемах прокладки магистральных трубопроводов возникла при строительстве в неблагоприятных грунтовых условиях. Особенно широко эти схемы стали применяться в условиях Севера на вечномёрзлых грунтах.

Для сокращения длины трубопровода при выборе направления трассы обычно стремятся придерживаться кратчайшей геодезической линии между начальными и конечными пунктами. Отклонения от генерального направления допускаются только тогда, когда их целесообразность доказана техническими расчётами.

Хотя магистральный трубопровод и представляет собой непрерывную нитку, однако он имеет устройства, позволяющие отсекающие отдельные его участки в случае возникновения аварийных ситуаций с целью ограничения объёма потерь транспортируемого продукта и уменьшения ущерба, наносимого природе при вытекании продукта из разрушенного участка.

На нефтепроводах устанавливают задвижки, а на газопроводах – краны. Задвижки и краны – это важные узлы трубопровода. От их надёжности и безотказной работы зависит размер возможных потерь

продукта при авариях, уровень вредного его воздействия на окружающую среду.

Важными элементами линейной части трубопровода являются также различного рода узлы и детали: тройниковые соединения, переходы с одного диаметра на другой (переходник), устройства запуска очистных приборов (скребки, шары, поршни и т.д.) и их выхода из трубы.

### 5.3.1.2 Технологические трубопроводы

К технологическим трубопроводам относятся трубопроводы в пределах промышленных предприятий, по которым транспортируется сырье, полуфабрикаты и готовые продукты, пар, вода, топливо, реагенты и другие вещества, обеспечивающие ведение технологического процесса и эксплуатацию оборудования, а также межзаводские трубопроводы, находящиеся на балансе предприятия.

Технологические трубопроводы классифицируют по транспортируемому веществу, материалу труб, рабочим параметрам, степени агрессивности среды, месту расположения, категориям и группам:

- 1) по виду транспортируемой по ним продукции:
  - газопроводы;
  - нефтепроводы;
  - водопроводы;
  - воздухопроводы;
  - продуктопроводы;
- 2) по виду движения по ним жидкостей:
  - напорные трубопроводы;
  - безнапорные (самотёчные) трубопроводы;
- 3) по виду сечения:
  - трубопроводы круглого сечения;
  - трубопроводы не круглого сечения (прямоугольные, квадратные и другого профиля);
- 4) по материалу, из которого они изготовлены:
  - стальные (из углеродистой, легированной и высоколегированной стали);
  - из цветных металлов и их сплавов (медные, латунные, титановые, свинцовые, алюминиевые);
  - бетонные;
  - чугунные;
  - неметаллические (полиэтиленовые, поливинилхлоридные, стеклянные) и др.;
- 5) по условному давлению транспортируемого вещества:
  - вакуумные, работающие при давлении ниже 0,1 МПа;
  - низкого давления, работающие при давлении до 10 МПа;



- высокого давления (более 10 МПа);
- безнапорные, работающие без избыточного давления;
- б) по температуре транспортируемого вещества:
  - холодные (температура ниже 0°С);
  - нормальные (от 1 до 45°С);
  - горячие (от 46°С и выше);
- 7) по месторасположению трубопроводы бывают
  - внутрицеховые, соединяющие отдельные аппараты и машины в пределах одной технологической установки или цеха и размещаемые внутри здания или на открытой площадке;
  - межцеховые, соединяющие отдельные технологические установки, аппараты, емкости, находящиеся в разных цехах.

### **5.3.1.3 Гидравлический и пневматический трубопроводный транспорт**

До недавнего времени перемещение жидких, сыпучих и газообразных материалов осуществлялось, как правило, железнодорожным, водным и автомобильным транспортом. Вместе с тем увеличивавшиеся с каждым годом объёмы перевозок указанных материалов начали требовать не только дальнейшего развития и совершенствования существующих транспортных систем, но и изыскания новых и эффективных способов транспортирования грузов, отличающихся простотой и высокими экономическими показателями.

В связи с этим большое значение стали иметь исследовательские и опытно-конструкторские работы в области трубопроводного транспорта контейнеров (ТТК). При этом исследуются два вида ТТК: напорный и безнапорный. В первом случае контейнеры транспортируются по трубопроводу под действием напора воды (гидравлический трубопроводный транспорт контейнеров(ГТТК)) или сжатого воздуха (пневматический трубопроводный транспорт контейнеров(ПТТК)). При безнапорном транспорте перемещение контейнеров осуществляется с помощью различного рода движителей или тяговых механизмов.

Лабораторные и опытно-промышленные испытания нового вида транспорта показали, что практическое применение ТТК позволяет не только освоить значительные грузопотоки, но и обеспечить при этом полную сохранность перевозимого груза и комплексную механизацию и автоматизацию всего транспортного процесса. Системам ТТК присуща универсальность, что даёт возможность одинаково успешно перемещать сыпучие, жидкие и другие материалы.

Стоит подчеркнуть, что в системах гидро- и пневмотранспорта можно обходиться без твёрдых оболочек – контейнеров; при этом перемещаемому грузу предварительно придаётся соответствующая форма (нерастворимые в несущей жидкой среде пастообразные цилиндрические бруски в системах

гидротранспорта; специальные пробки, сформованные из перемещаемой среды, в системах пневмотранспорта).

Контейнерный трубопроводный гидро- и пневмотранспорт принадлежит к новым, быстро развивающимся видам промышленного транспорта. Основные преимущества этого вида транспорта – высокая пропускная способность, регулярность движения и высокая степень автоматизации, отсутствие помех другим видам транспорта, независимость от погодных условий, исключение потерь грузов в пути.

Первые схемы контейнерного трубопроводного пневмотранспорта были предложены 150 лет назад в Англии. В 40-х гг. прошлого века в Англии, а затем во Франции были построены так называемые «атмосферические» дороги, на которых рельсовые или колёсные экипажи приводились в движение поршнем, перемещавшимся в трубопроводе с продольной щелью под действием нагнетания или отсасывания воздуха.

Низкая экономичность, конструкционное несовершенство, а также нерешённая проблема безопасности пассажиров – всё это привело к отказу от этого вида транспорта, и в дальнейшем развитие получило лишь пневматическое транспортирование капсул в трубопроводах малого диаметра – пневмопочта (1853 г.).

Следует отметить необычно широкую область возможного использования контейнерного трубопроводного пневмотранспорта – перевозка больших масс сыпучих грузов из карьеров к местам их переработки, транспортирование радиоактивных отходов атомных электростанций, внутризаводской транспорт, транспортирование грузов на торговых предприятиях.

ГТТК также обладает рядом несомненных преимуществ. Так, при ГТТК происходит частичное или полное обезвзвешивание движущегося контейнера с грузом, что, в свою очередь, позволяет значительно снизить энергозатраты на перемещение груза и уменьшить износ трубопроводов по сравнению, например, с ПТТК или обычным гидротранспортом твёрдых сыпучих материалов в смеси с водой (пульпы). Немаловажное значение имеет и тот факт, что при использовании ГТТК полностью исключается применение различных тяговых или колёсных приспособлений.

По способу создания движущего перепада давления системы контейнерного трубопроводного пневмотранспорта могут быть напорными, вакуумными или напорно-вакуумными. При больших расстояниях транспортирования наиболее перспективными являются напорные системы. В системах гидротранспорта также применяются в основном напорные системы. По трубопроводу под действием перепада давления могут перемещаться единичные контейнеры, сцепки связанных друг с другом контейнеров, последовательность не связанных между собой единичных контейнеров или их сцепок.

В системах контейнерного пневмотранспорта цилиндрические контейнеры перемещаются либо на колёсах по рельсовому пути,

проложенному внутри трубопровода, либо на специальном шасси, обеспечивающем центрирование контейнера и отсутствие вращения вокруг продольной оси.

В системах контейнерного гидротранспорта обычно различают контейнеры нейтральной плавучести, отрицательной плавучести (тяжёлые контейнеры) с массой, превышающей массу вытесненной ими жидкости, и положительной плавучести (лёгкие контейнеры). В первом случае контейнеры находятся в центральном положении, во втором и третьем случаях контейнеры скользят по нижней или верхней образующей трубопровода. В системах гидротранспорта в ряде случаев может оказаться целесообразной не цилиндрической, а сферическая или биконическая форма контейнеров. Такая форма контейнеров обладает определёнными преимуществами при перемещении контейнеров в трубопроводах с крутыми поворотами.

### **5.3.2 Технология работы трубопроводного транспорта**

Перекачивающие станции – самые сложные комплексы сооружений нефтепровода.

Головная перекачивающая станция предназначена для приёма нефти с установок подготовки нефти и перекачки её из ёмкости в магистральный нефтепровод. В состав технологических сооружений входят: резервуарный парк, подпорная насосная, узел учёта нефти, магистральная насосная, узел регулирования давления, фильтры-грязеуловители, узлы с предохранительным устройством, а также технологические трубопроводы.

Промежуточные перекачивающие станции размещают по трассе трубопровода согласно гидравлическому расчёту. Среднее значение перегона между станциями для первой очереди 100...200 км, а для второй очереди 50...100 км. В составе технологических сооружений промежуточных станций отсутствуют резервуарный парк, подпорная насосная и узел учёта нефти.

На магистральных нефтепроводах большой протяжённости предусмотрена организация эксплуатационных участков протяжённостью от 400 до 600 км. В начале эксплуатационных участков располагают нефтеперекачивающие станции, состав которых аналогичен головным станциям, однако резервуарные парки их имеют меньшую вместимость.

Насосные станции оборудуют насосами и сложным энергетическим хозяйством, мощность которого достигает нескольких тысяч киловатт.

Через цепь последовательно расположенных по трассе перекачивающих станций нефтепродукт поступает на конечный пункт нефтепродуктовода.

В зависимости от схемы присоединения насосов и резервуаров промежуточных станций различают следующие схемы перекачки нефти и нефтепродуктов по трубопроводам: постанционную, через один резервуар насосной станции, с подключённым резервуаром, из насоса в насос.

При постанционной системе перекачки нефть принимают поочередно в один из резервуаров станции, подачу на следующую станцию осуществляют из другого резервуара.

При перекачке через один резервуар насосной станции нефть от предыдущей станции поступает в резервуар, служащий буфером, и одновременно откачивается из него.

При перекачке с подключённым резервуаром уровень нефти в нём колеблется в зависимости от неравномерности поступления и откачки нефти.

При системе перекачки из насоса в насос резервуары промежуточных станций отключаются от магистрали.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Значение транспорта в современном мире велико, потому что: транспорт оказывает влияние на формирование экономики государства; на сегодняшний день немногие потребности человека могут быть удовлетворены без помощи транспорта; транспортная деятельность направлена на повышение степени удовлетворения потребностей общества, посредством перемещения товаров и людей; транспорт соединяет время и пространство, разделяющее производителей, продавцов и покупателей; транспорт влияет на формирование ВВП; благодаря транспорту осуществляется товарооборот между странами, а также внутри самой страны.

В Республике Казахстан транспортный комплекс включает в себя: железнодорожный, автомобильный, трубопроводный, воздушный и водный транспорт.

Наибольшего развития в Республике Казахстан получили два вида транспорта – это железнодорожный и автомобильный. Железнодорожный транспорт занимает первое место по грузоперевозкам и второе по перевозке пассажиров, автомобильный наоборот. Наименьшее развитие, чем выше – указанные виды транспорта в нашей стране получили следующие виды транспорта:

- **водный** – в нашей стране он развит лишь на двух крупных реках – Иртыш, Урал и на Каспийском море. Его меньшее развитие связано с отсутствием естественных ресурсов (полноводных рек, морей), по которым бы осуществлялись перевозки.
- **воздушный** – в нашей стране осуществляет в основном пассажирские перевозки, его меньшее развитие связано с дороговизной, так как не каждый гражданин в нашей стране может себе позволить пользоваться услугами этого вида транспорта. Он развит только в крупных городах: Астана, Алматы, Караганда.
- **трубопроводный** – он получил развитие в западных областях республики, так как его главной задачей является перекачка нефти и нефтепродуктов, а именно в этом регионе у нас расположены крупные месторождения нефти и газа.

В целом, развитие транспортного комплекса РК, из всего выше-сказанного, можно оценить как довольно благоприятное, но есть и свои минусы – это: плохое состояние как автомобильных так и железных дорог, железнодорожных мостов, автомобильных переездов через железнодорожные пути, несоответствие многих аэропортов международным стандартам, старые средства транспорта (поезда, локомотивы, автобусы и др.), но все эти проблемы преодолимы, и в нашей стране уже делаются первые шаги по их решению – это: строительство новых железных дорог,

электрификация уже имеющихся, ремонт автомобильных дорог и строительство новых.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Бекмагамбетов М.М. Транспортная система Республики Казахстан: (современное состояние и проблемы развития) – Алматы, НИИТК, 2005. – 445 с.
2. Симонов А.К. Общий курс транспорта: Учебное пособие. – СПб.: Знание, 2004. – 148с.
3. Устройство и ремонт тепловозов: учебник / Л.А. Собенин, В.И. Бахолдин и др. – М.: Академия, 2004. – 416 с.
4. Ветров Ю.Н., Приставко М.В. Конструкция тягового подвижного состава: Учебник для техникумов и колледжей железнодорожного транспорта – М.: Желдориздат, 2000. – 316 с.
5. Дубровский З.М. Электровозы ВЛ 60 и ВЛ 60: Руководство по эксплуатации – М.: Транспорт, 1993. – 400 с.
6. Лукин В.В., Анисимов П.С., Федосеев Ю.П. Вагоны. Общий курс: учебник – М.: Маршрут, 2004. – 422с.
7. Гундорова Е.П. Технические средства железных дорог: учебник – М.: Маршрут, 2003. – 494 с.
8. Бекмагамбетов М.М. Автомобильный транспорт Казахстана: этапы становления и развития. – Алматы: НИИТК, 2003. – 451с.
9. Автомобильные транспортные средства./ Под ред.Д.П. Великанова. – М.: Транспорт, 1997. – 326 с.
10. Волков Д.П., Крикун В.Я. Строительные машины и средства малой механизации. – М.: Академия, 2006. – 480 с.
11. Добронравов С.С, Дронов В.Г. Строительные машины и основы автоматизации. – М.: Высшая школа, 2003. – 575 с.
12. Строительные машины и оборудование: Справочник / С.С. Добронравов, М.С. Добронравов. – М.: Высшая школа, 2006. – 445 с.
13. Алешин О.Н. Машины для земляных работ. – Брянск: БГТУ, 2005. – 172 с.
14. Дорожно-строительные машины и комплексы. / Баловнев В.И. и др. – М.: Машиностроение, 1988. – 384 с.
15. Путевые машины. / Под ред. Соломонова С.А. – М.: ЖЕЛДОРИЗДАТ, 2000. – 756 с.
16. Машины и механизмы для путевого хозяйства. / Под ред. Соломонова С.А. – М.: Транспорт, 1984. – 440 с.
17. Техническая эксплуатация летательных аппаратов: Учебник / Под редакцией профессора Н.Н.Смирнова и др. – М.: Транспорт, 1990.
18. Челпаченко В.И. Эксплуатация летательных аппаратов и авиадвигателей: Учебное пособие. Часть 1. – Алматы: Академия ГА, 1998.

19. Маталин В.П. и др. Устройство и оборудование портов. – М.: Транспорт, 2004.
20. Горюнов Б. Ф., Шихиев Ф. М. Морские порты и портовые сооружения. – М.: Транспорт, 1990.
21. Васильев Г.Г., Коробков Г.Е., Коршак А.А., Лурье М.В., Писаревский В.М., Прохоров А.Д., Сощенко А.Е., Шаммазов А.М. Трубопроводный транспорт нефти. Учеб. для вузов: В 2 т. – М.: ООО «Недра-Бизнесцентр», Т. 1., 2002. – 407 с.
22. Алиев Р.А., Белоусов В.Д., Немудров А.Г., Юфин В.Л., Яковлев Г.И. Трубопроводный транспорт нефти и газа. Учебник для ВУЗов, 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Недра, 1988. – 368 с.
23. Васильев Г.Г., Орехов В.В., Лежнев М.А. Сооружение и ремонт магистральных трубопроводов. – М.: Транспорт, 2004. – 116 с.



## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
<b>1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ВИДАХ ТРАНСПОРТА И ТРАНСПОРТНОЙ ТЕХНИКИ .....</b>	<b>11</b>
1.1 Введение в дисциплину.....	11
1.1.1 Единая транспортная система.....	11
1.1.2 Транспортная система Казахстана .....	12
1.1.3 Виды транспорта. Понятие о транспортном средстве .....	14
1.1.4 Вопросы для самопроверки .....	16
1.2 Способы создания движущей силы в различных видах транспорта .....	17
1.2.1 Способы создания движущей силы .....	17
1.2.2 Силы, действующие на наземное транспортное средство.....	23
1.2.3 Вопросы для самопроверки .....	24
<b>2 ЖЕЛЕЗНОДОРОЖНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ .....</b>	<b>25</b>
2.1 Виды и классификация железнодорожного подвижного состава.....	25
2.1.1 Виды железнодорожного подвижного состава.....	25
2.1.2 Классификация железнодорожного подвижного состава .....	32
2.1.3 Вопросы для самопроверки .....	38
2.2 Принципы устройства и работы тягового подвижного состава.....	39
2.2.1 Автономный тяговой подвижной состав .....	39
2.2.2 Электрический подвижной состав .....	60
2.2.3 Вопросы для самопроверки .....	73
2.3 Вагоны .....	74
2.3.1 Общие сведения о вагонах .....	74
2.3.2 Типы вагонов .....	74
2.3.3 Тележки вагонов .....	85
2.3.4 Рамы вагонов .....	86
2.3.5 Кузова вагонов .....	87
2.3.6 Вопросы для самопроверки .....	96
<b>3 АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПОДВИЖНОЙ СОСТАВ.....</b>	<b>97</b>
3.1 Виды и классификация автодорожного подвижного состава .....	97
3.1.1 Виды автодорожного подвижного состава .....	97
3.1.2 Классификация и индексация автодорожного подвижного состава.....	106
3.1.3 Зарубежная классификация автомобилей .....	111
3.1.4 Вопросы для самопроверки .....	121
3.2 Автомобили общего назначения. Тракторы и пневмоколесные тягачи.....	122
3.2.1 Автомобили общего назначения .....	122
3.2.2 Тракторы .....	126

3.2.3	Пневмоколесные тягачи .....	131
3.2.4	Вопросы для самопроверки .....	134
3.3	Специализированные транспортные средства .....	135
3.3.1	Автомобили для перевозки грунта и сыпучих грузов.....	135
3.3.2	Автомобили для перевозки строительных конструкций.....	138
3.3.3	Автомобили для перевозки длинномерных грузов .....	146
3.3.4	Автомобили для перевозки строительных грузов в контейнерах .....	147
3.3.5	Вопросы для самопроверки .....	151
3.4	Специальные автотранспортные средства .....	151
3.4.1	Автомобили для перевозки жидкотекучих грузов .....	151
3.4.2	Автомобили для перевозки псевдожидких грузов .....	159
3.4.3	Другие специальные автомобили.....	161
3.4.4	Вопросы для самопроверки .....	164
4	ДОРОЖНАЯ И ПУТЕВАЯ ТЕХНИКА .....	166
4.1	Виды и классификация дорожной и путевой техники .....	166
4.1.1	Классификация и индексация дорожных машин.....	166
4.1.2	Классификация путевых машин, их комплекты и требования предъявляемые к ним .....	168
4.1.3	Перечень основных путевых машин и механизмов и их сокращенные названия .....	169
4.1.4	Вопросы для самопроверки .....	172
4.2	Машины для строительства и содержания автомобильных дорог .....	172
4.2.1	Землеройные машины .....	172
4.2.2	Землеройно-транспортные машины .....	195
4.2.3	Машины и автоматизированные комплекты машин для строительства покрытий автомобильных дорог .....	214
4.2.4	Машины и оборудование для содержания и ремонта автомобильных дорог .....	221
4.2.5	Вопросы для самопроверки .....	230
4.3	Машины для строительства и содержания железных дорог .....	231
4.3.1	Машины для очистки щебня и замены балласта .....	231
4.3.2	Машины для укладки путевой решетки .....	239
4.3.3	Средства диагностирования и оборудование для контроля состояния пути .....	244
4.3.4	Машины для очистки пути от снега.....	250
4.3.5	Вопросы для самопроверки .....	258
5	ДРУГИЕ ВИДЫ ТРАНСПОРТА .....	259
5.1	Воздушный транспорт .....	259
5.1.1	Технико-экономические особенности и сферы применения .....	259
5.1.2	Структура воздушного транспорта .....	260
5.1.3	Транспортные средства воздушного транспорта .....	262
5.1.4	Классификация воздушных судов.....	274

5.2	Водный транспорт.....	278
5.2.1	Структура водного транспорта.....	289
5.2.2	Классификация судов .....	290
5.2.3	Основные типы судов внутреннего плавания.....	292
5.2.4	Сооружения водного транспорта .....	294
5.2.5	Водный транспорт Республики Казахстан .....	295
5.3	Трубопроводный транспорт.....	301
5.3.1	Классификация трубопроводов .....	302
5.3.2	Технология работы трубопроводного транспорта .....	308
	<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>310</b>
	<b>ЛИТЕРАТУРА .....</b>	<b>311</b>