

Министерство образования Российской Федерации  
Иркутская государственная экономическая академия

Е. Ю. Молокова

**ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОСТОЯННЫХ УСТРОЙСТВ  
ТРАНСПОРТА**

Учебное пособие

Издательство ИГЭА  
2000

ББК 39.11я7

М 75

УДК : 625 (075.8)

Печатается по решению редакционно-издательского совета  
Иркутской государственной экономической академии

Рецензенты: канд. экон. наук, доц. В.А. Крылов  
канд. экон. наук, доц. В.Б. Игнатьев

Молокова Е. Ю.

Основные элементы постоянных устройств транспорта: Учеб.пособие.  
- Иркутск: Изд-во ИГЭА, 2000. - 73с.

ISBN 5-7253-0240-7

Даны основные понятия и классификация постоянных устройств различных видов транспорта, определено их значение, перечислены основные элементы путей сообщения и терминалов.

Предназначается для студентов специальности 06.08.13 «Экономика и управление на предприятиях транспорта» при изучении курса «Постоянные устройства и их эксплуатация».

ББК 39.11я7

ISBN 5-7253-0240-7  
2000

© Молокова Е.Ю.,

## Введение

Транспорт – это крупный и сложный комплекс народного хозяйства, в рамках которого выделяют самостоятельные отрасли: это автомобильный, железнодорожный, речной, морской, воздушный и трубопроводный.

Все виды транспорта подразделяются на транспорт *общего пользования*, осуществляющий перевозки грузов и пассажиров, кем бы они не были предъявлены, и *необщего пользования* (ведомственный), выполняющий перевозки только «своего» ведомства или предприятия и не обязанный удовлетворять требования всех других клиентов.

**Транспорт общего пользования** - самостоятельная транспортная подотрасль, осуществляющая коммерческие перевозки грузов и пассажиров; обслуживает все отрасли экономики, все социальные группы и слои населения, руководствуясь общими для всей сети правилами перевозок грузов и пассажиров.

**Транспорт необщего пользования**, или промышленный транспорт, выполняет, как правило, технологические перемещения грузов и перевозки работников на территориях предприятий, решая ограниченный круг задач.

Транспорт, как отрасль в целом, и все его виды состоят из трех основных элементов. Это **подвижной состав**, выполняющий непосредственное перемещение чего-либо; **постоянные устройства**, обеспечивающие подготовку, передвижение, обслуживание подвижного состава, и **система управления** транспортом. Кроме того, существуют **тяговые установки**, которые в зависимости от вида транспорта относятся либо к подвижному составу (автомобильный, железнодорожный неэлектрифицированный, водный, воздушный транспорт), либо к постоянным устройствам (железнодорожный электрифицированный, трубопроводный транспорт). Комплекс перечисленных выше элементов, взаимосвязанных между собой, и видов транспорта представляет собой **транспортную систему**.

Целью данного учебного пособия является изучение второго элемента транспорта – постоянных устройств во взаимодействии с другими элементами.

Постоянные устройства – это недвижимые объекты транспорта, обеспечивающие наиболее удобную работу подвижного состава в транспортной системе. Они представляют собой совокупность стационарных (иммобильных) транспортных сооружений вместе с относящимся к ним оборудованием (включая погрузочно-разгрузочные механизмы) и системой обслуживания. Существуют две физические компоненты постоянных устройств транспорта – **путь и терминал**.

Путь представляет собой среду, в которой или по которой движется транспортное средство, выполняя свою функцию. В соответствии с делением транспорта на транспорт общего и необщего пользования подразделяются и пути сообщения.

При использовании пути сообщения, грузы, пассажиры, клиенты нуждаются в местах доступа к подвижному составу, движущемуся по этим путям, и местах для его смены и обслуживания. Эту функцию выполняют терминалы.

С развитием общества развивались средства транспорта, изменялись и требования к постоянным устройствам, что в свою очередь приводило к их дальнейшему совершенствованию.

## 1. История развития путей сообщения

По степени приложения общественного труда пути сообщения классифицируются на *естественные, улучшенные естественные и искусственные.*

К естественным путям относятся не только воздушная среда и море, но и судоходные реки в их естественном состоянии, большие водные пространства озер. Кроме того, во многих местностях есть такие пространства суши, как степи, пустыни, по которым некоторые транспортные средства могут беспрепятственно передвигаться.

История человеческого общества неотделима от истории развития транспорта, в том числе и сухопутного. От перевозок на вьючных животных люди перешли к перемещению тяжестей с помощью повозок.

Вместе с экономическим ростом государств росли и потребности в передвижении и перемещении чего-либо способом, позволяющим преодолевать расстояния с большей скоростью, надежностью, низкими затратами. В связи с этим часть естественных путей сообщения перестала удовлетворять требованиям, предъявляемым к эффективному транспорту, появилась необходимость улучшить существующие естественные пути сообщения или создать полностью искусственные пути.

Улучшение путей проводилось на водном транспорте в основном в виде удаления порогов и препятствий, укрепления берегов, небольших объемов дноуглубительных работ.

Для улучшения сухопутного передвижения проводился комплекс работ по устранению небольших препятствий, таких, как камни, упавшие деревья, заполнение углублений и устройство водоотвода на болотистых участках.

Для развития наземного транспорта было необходимо создание искусственных наземных дорог. В отличие от морских и речных путей сообщения, расположение которых предопределено самой природой, искусственные дороги в принципе можно проводить в любом направлении и в любую точку суши.

Дороги как средство регулярных сообщений и перевозки на дальние расстояния возникли в рабовладельческих государствах древнего мира. Первые дороги с твердым покрытием из каменных плит возникли в городах, на улицах, по которым происходили религиозные шествия.

Натуральное хозяйство при феодализме не нуждалось в дальних перевозках и не имело материальной базы для постройки дорог. Поэтому строительство дорог возобновилось только с развитием

промышленности, когда возникла потребность в расширении рынков сбыта и в путях для подвоза сырья. В целях улучшения условий перевозок начали строить дороги с твердым покрытием в конце XVIII-начале XIX в.

Там, где строились дороги, государства росли территориально и укреплялись в хозяйственно-политическом отношении.

С момента переноса столицы русского государства в Москву (XVI в.) возникла необходимость развития первой сети сухопутных трактов, прежде всего для торговли и защиты Отечества. Эти сухопутные тракты шли по радиальным направлениям от Москвы в крупные по тому времени города. Это были грунтовые дороги с паромными и другими переправами через постоянные водотоки и судоходные реки, с волоками для перехода из одной водной системы в другую. Так, например, появился сухопутно-водный Беломорский путь: Москва-Вологда – реки Сухона и Северная Двина - Архангельск. Однако грунтовые дороги находились в бедственном положении, хотя и имели важное значение в развитии мануфактурного производства. Бездорожье в России при большой территории крайне негативно влияло на развитие экономики и культуры.

В России постройка искусственных грунтовых дорог началась при Петре I, который превратил почтовые сообщения из частного промысла в казенную функцию, в связи с чем в начале XVIII в. был утвержден перечень сооружения ряда почтовых трактов. Так, в 1712 г. по повелению Петра I началось строительство столичного тракта по прямому направлению. Проезд по дороге предполагался быть платным, на что государь указывал: “Лучше проезжему заплатить от Москвы до Петербурга... больше, нежели от худой дороги великий труд иметь в пути”<sup>1</sup>.

Во второй половине XVIII в. в России начал формироваться капиталистический уклад, развивалась промышленность, росли города, увеличивалась торговая деятельность, усиливалась связь между отдельными губерниями. По мере роста производства, расширения внутренней и внешней торговли все острее ощущались проблемы транспортировки товаров и сырья.

В это время главенствующую роль в транспортировке массовых грузов еще играли водные коммуникации. Протяженность водных путей превышала 330 тыс. верст (1верста=1,067 км), естественные водные пути дополнялись искусственными каналами. В начале XIX в. функционировали три крупные водные системы, соединявшие бассейн

---

<sup>1</sup> История железнодорожного транспорта России. Т. 1.: 1836-1917 гг. С.Пб., 1994.С.12.

Волги с Балтийским морем и Петербургом: Вышневолоцкая (1397 км), Мариинская (1160 км) и Тихвинская (904 км).

Одной из важных проблем судоходства являлась кратковременность навигации и вынужденные зимовки судов с грузом, что влекло за собой большие затраты.

При преобразовании в 1712 г. Петербурга в столицу появилась необходимость ускорить создание новых путей сообщения для связи Петербурга с Москвой и населенными пунктами на Волге – главной водной артерии страны. Первоначально путь из Петербурга проходил по Ладожскому озеру, но шторма и бури создавали большие затруднения для судоходства, гибли суда. В связи с этим в 1719 - 1731 гг. под руководством графа Б.К. Миниха был построен водный канал вдоль южного берега озера протяженностью 111 км. Это было крупнейшее гидротехническое сооружение того времени, на несколько десятилетий опередившее строительство подобных в Англии и Северной Америке.

В 1811 г. Ведомство путей сообщения составило проект развития сети шоссейных дорог в стране с подразделением их на классы:

- 1 - главные сообщения (государственные дороги);
- 2 - большие торговые сообщения;
- 3 - обыкновенные почтовые сообщения (губернские дороги);
- 4 - уездные торговые и почтовые сообщения;
- 5 - сельские и полевые дороги.

Первоочередной задачей считалось строительство шоссе от Петербурга до Москвы, относившегося к первому классу. Из-за Отечественной войны 1812 г. начало работ по его сооружению было отодвинуто, хотя были построены два опытных участка с различными типами верхнего покрытия. Строительные работы начались только в 1817 г. При строительстве дороги накапливался опыт, обеспечивающий научное обоснование прочности инженерных сооружений. В 1825 г. были разработаны «Инструкция для руководства при составлении проектов Московского шоссе», в которой дана методика выбора «наикратчайшего и наивыгоднейшего в экономическом отношении шоссе», и «Правила по производству работ», в которых были определены три главных требования к дорожным сооружениям: «прочность, сбережение издержек и успешность». Эти требования имеют важное значение и в настоящее время.

Первое в России шоссе Москва - Петербург (680 верст), построенное к 1834 г., считалось более совершенным, оно имело ширину 5 м, песчаное основание и щебеночную одежду. Часть шоссе (250 км) проходило по болотам, в результате чего возникла необходимость осушения местности путем устройства водоотводных канав, под земляным полотном укладывался деревянный настил. На шоссейной

дороге впервые в стране осуществлялось массовое строительство каменных малых мостов и труб, больших мостов с деревянными пролетными строениями на каменных устоях и быках. Опыт строительства Московского шоссе позволил разработать и принять в 1833 г. «Основные правила об устройстве и содержании дорог в государстве». Создание такого документа способствовало расширению сети шоссейных дорог. За этим шоссе появились подобные, соединяющие Москву с другими городами.

Что касается Сибири, то до середины XVIII в. основные грузоперевозки осуществлялись исключительно водными путями.

Возникла необходимость в новых путях сообщений, способных надежно соединить Дальний Восток с Центральной Россией. Традиционные водные магистрали для этого не совсем подходили, так как передвижение по ним занимало много времени (на поездку от Урала до Тихого океана уходило около года). Расчеты ученых географов того времени показывали, что поездка сухопутным путем в Забайкалье будет продолжаться не более трех месяцев.

Лишь с середины XVIII в. начались работы по прокладке Большого Сибирского тракта, названного впоследствии Московским. Этот тракт проходил через Пермь, Екатеринбург, Омск, Иркутск и шел до реки Шилки, а дальше перевозки осуществлялись уже по реке Амур. И лишь в начале XX в. Московский тракт в виде колесной гужевой дороги дошел до Тихого океана. Из Иркутска продолжались грунтовые дороги в северные районы.

В Западной Сибири, где рельеф более равнинный, в течение дня проходило до двух тыс. подвод в сутки. С продвижением же на восток, особенно за Байкал, грузопоток снижался, а качество и проходимость дорог заметно ухудшались. Если расстояние от Урала до Байкала можно было преодолеть за неделю, то путь от Байкала к Тихому океану занимал больше месяца<sup>1</sup>.

Тем не менее, Московский тракт становился основным путем сообщения между Европейской Россией и Сибирью, все больше превращался в главную внутреннюю сибирскую дорогу, принимая на себя значительную долю грузооборота.

Разделение труда и специализация отдельных территориально удаленных экономических зон страны сельскохозяйственного и ремесленного производства, развитие промышленности вызвало рост торговли, активизировало деловое общение населения. В связи с этим стала возрастать потребность в массовых перевозках железной руды, угля, леса и строительных материалов.

---

<sup>1</sup> Суходолов А.П. Сибирь в начале XX века. Иркутск, 1996. С. 112.



Проблема перевозок усугублялась тем, что протяженность дорог с покрытием, то есть удобных для проезда в любое время года, была крайне незначительна. В середине XIX в. длина всех шоссейных дорог страны составляла около 7,5 тыс. верст, причем содержались они плохо и далеко не всегда находились в исправном состоянии.

Грунтовые дороги являлись основными сухопутными путями сообщения. Проезд по ним в летнее время был затруднителен вследствие большого количества топких мест, речных преград и т.д., а в период осенней и весенней распутицы – практически невозможен. Наибольшую проходимость эти дороги приобретали лишь в зимнее время, когда устанавливался санный проезд. Водные же пути могли использоваться только с момента вскрытия рек и до наступления ледостава.

Все это стимулировало рост темпов строительства железных дорог, экономическое преимущество которых перед другими видами путей сообщения состояло в заметном снижении стоимости и значительном росте скорости доставки грузов и пассажиров.

Прообразом современных железнодорожных линий общего пользования явились первые промышленные рельсовые дороги, такие, как чугунная дорога на Александровском пушечном заводе в Петрозаводске, предназначенная для перевозки грузов между цехами.

Первую же в стране чугунную дорогу на конной тяге (длиной 1867 км) изобрел и построил горный инженер П.К. Фролов<sup>1</sup>. Первая в России рельсовая дорога с паровой тягой была построена в 1834 г. на Нижнетагильском металлургическом заводе Демидовых. Построили ее крепостные мастера отец и сын Черепановы<sup>2</sup>.

Россия позже других стран встала на путь капиталистического развития. Рост промышленного и сельскохозяйственного производства и экспорта хлеба после реформы 1861 г. вызвали резкое увеличение объема перевозок, для чего потребовалось ускорить строительство железных дорог.

Особенно необходимость в строительстве железных дорог наблюдалась в центрально-черноземных, южных причерноморских губерниях европейской части России. В середине XIX в. здесь не существовало ни одного шоссе и ни одного канала. Естественными водными путями эти районы были также бедны.

Железнодорожное строительство требовало огромных затрат денежных средств, материалов, живого труда и механизмов. Выбрать

---

<sup>1</sup> Аксенов И.Я. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1991. С.90-93.

<sup>2</sup> Аксенов И.Я. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Высш. шк., 1991. С.90-93.

оптимальные решения, определяющие мощность дороги и ее экономичность, можно только на основе технико-экономического сравнения вариантов и выбора наилучшего из них. Так, впервые, еще при проектировании железной дороги Петербург – Москва в 1842 г. появилась идея трехстадийного проектирования, включающего рекогносцировочные, предварительные и подробные изыскания. Соответственно этим стадиям предусматривалась разработка предпроектных соображений, предварительного и затем технического проектов.

С 1865 по 1875 г. средний годовой прирост железных дорог России составил 1,5 тыс. км, а с 1893 по 1897 г. – более 2 тыс. км.

Подъем железнодорожного строительства, ввод в эксплуатацию новых железнодорожных линий послужили мощным импульсом для дальнейшего развития металлургической и машиностроительной промышленности России, экономических и торговых связей с другими странами.

Большим достижением железнодорожного транспорта стало появление электрифицированных дорог. Впервые электрическая тяга была применена в США в 1895 г. На территории нашей страны первый электрифицированный участок был введен в 1926 г. Развитие электрического транспорта остается и в перспективе главным направлением технического прогресса на железной дороге.

С прокладкой железных дорог, в том числе и Транссибирской железнодорожной магистрали, значение шоссейных дорог, там, где они шли почти параллельно, заметно снизилось, но одновременно возросло значение колесных дорог, обслуживающих железную дорогу, как в процессе ее строительства, так и при дальнейшей ее эксплуатации.

Современный же автомобильный и железнодорожный транспорт нуждается в дорогах, отвечающих более высоким требованиям, что может быть обеспечено только специальным строительством, то есть созданием искусственных путей сообщения. К моменту появления автомобиля грунтовые дороги связывали практически все населенные пункты России.

## 2. Общая характеристика путей сообщения

Совокупность всех путей сообщения на определенной территории и связанных с ними постоянных устройств различных видов транспорта представляет собой *транспортную сеть*.

Пути характеризуются:

- способами направления движения и допускаемой маневренностью транспортных средств. Это определяет различие в управлении движением поездов, судов, автомобилей и другого подвижного состава, заключающемся в выборе пути и направления движения; в регулировании его скорости; в обеспечении безопасности и плавности; в выборе оптимальных режимов работы тяговых установок;
- допустимыми осевыми и погонными нагрузками на железных и автомобильных дорогах и осадкой судов на водных путях;
- расчетными уклонами (морские пути горизонтальны, речные почти горизонтальны, железные дороги имеют уклоны до 15-20 промилей, автомобильные дороги – до 60-80 промилей, воздушные пути – до 1,0 для самолетов вертикального взлета);
- величиной путевых габаритов на железнодорожном, автомобильном и речном транспорте. Морские и воздушные пути жестко не ограничивают размеры воздушных и морских судов;
- величиной допускаемых неровностей рельсовых и автомобильных путей, создающих дополнительное сопротивление движению и вызывающих колебания ходовых частей и кузовов подвижного состава; характером и величиной сопротивления движению.

Транспортная сеть классифицируется соответственно классификации самого транспорта (общего и необщего пользования, магистральный или внутрипроизводственный), а также по видам транспорта.

Основными параметрами, характеризующими транспортную сеть, являются:

\* **протяженность** транспортной сети **L**, которая определяется физической (эксплуатационной) длиной и измеряется в километрах (Табл.1.);

\* **густота (плотность)** транспортной сети **d**, отражающая транспортную обеспеченность территории, определяется как отношение протяженности сети к площади территории страны или региона. Обычно этот показатель дается в километрах протяженности сети, приходящейся на 1000 км<sup>2</sup> территории **S**.

$$ds = L / S$$

Кроме того, густоту сети можно определять применительно к численности населения  $N$ .

$$dN = L / N$$

При равной площади территории двух регионов потребность в транспорте больше у того региона, на территории которого больше населения. В данном случае расчет производится по формуле Энгеля.

$$d\alpha = L \setminus \sqrt{SN}$$

Таблица 1

Сравнение показателей развития путей сообщения Российской Федерации и Иркутской области (Ио), по состоянию на 01.01.96.

Виды путей сообщения	Показатели							
	L, тыс.км		Ds, км/тыс.км <sup>2</sup>		DN, км/тыс.чел		Dэ	
	РФ	Ио	РФ	Ио	РФ	Ио	РФ	Ио
Железнодорожные пути, в том числе общего пользования	151	4,51	8,9	5,8	1,02	1,58	3,00	3,04
	87	2,48	5,1	3,2	0,6	0,87	1,73	1,67
Автомобильные дороги, в том числе общего пользования	949	20,5	43,6	26,7	6,4	7,16	18,8	13,8
	533	13,6	28,1	17,7	3,6	4,75	10,6	9,17
Внутренние водные судоходные пути, в том числе с гарантированными глубинами	84	7,48	4,9	9,7	0,6	2,61	1,67	5,04
	34	4,9	2,0	6,4	0,2	1,71	1,7	3,3
Магистральные трубопроводы	210	1,3	12,3	1,7	1,4	0,45	4,17	0,88

Но и при равной численности населения потребность в перевозках может быть различной в зависимости от структуры производства, его размещения и количества производимой продукции  $Q$ . Здесь расчет производится по формуле Успенского:

$$dy = L / \sqrt[3]{SNQ}$$

В табл. 2 приведены показатели развития транспортной сети некоторых стран и регионов.

Таблица 2

Сравнение показателей развития сети автомобильных дорог  
(включая ведомственные дороги)

Страна	Всего, тыс.км	Доля дорог с твердым покрытием ,%	Плотность дорог с твердым покрытием			Доля дорог ОП в общей сети
			<b>ds</b>	<b>dN</b>	<b>Dэ</b>	
США	6321,7	90,6	674,5	25,3	118,3	-
Япония	1114,6	100	2994	9,0	164,0	-
Канада	779,5	-	78,1	29,4	48,0	-
Россия, В том числе Иркутская область	949  25,2	78,8  85,1	38,4  27,1	4,4  7,3	13,0  14,1	0,562  0,540

Для того чтобы определить густоту сети всех путей сообщения на какой-либо территории, физическую протяженность путей различных видов транспорта надо привести к сопоставимым цифрам посредством коэффициентов (в километрах железных дорог). Так, например, 1 км автомобильной дороги I и II категории приравнивается к 0,45 км железной дороги; III – IV категории – 0,15 км; 1 км речных путей – 0,25 км и 1 км трубопроводов – в среднем 0,3 км железных дорог.

- **разветвленность** транспортной сети отражает наличие различных транспортных связей одного или нескольких видов транспорта между населенными пунктами.

**пропускная способность** выражается наибольшим количеством транспортных средств, которое может быть пропущено через транспортную систему в заданное время при определенном ее техническом оснащении. Расчет наличной пропускной способности может быть определен отношением расчетного периода времени **Тр**, который используется для обслуживания транспортного потока или отдельных транспортных средств, к технологическому времени **Тт**, необходимому для обработки (пропуска, обслуживания) единицы транспортного потока (вагон, поезд, автомобиль, судно и т. д.), при равномерном и непрерывном использовании транспортной сети в течение расчетного периода:

$$P = T_p / T_t.$$

Расчет технологического времени по видам транспорта существенно отличается.

Пропускная способность не является постоянной величиной, так как может меняться в зависимости от скорости движения, степени его организованности и от состояния пути, т.е. можно сказать, что одной из характеристик пропускной способности является средняя скорость потока транспорта, обозначающая протяженность пути, которую может преодолеть транспортное средство в течение часа в сложившихся условиях.

- Одним из основных показателей, характеризующих работу путей сообщения, является **интенсивность** движения, которая определяется как количество транспортных средств, проходящих через определенное сечение пути в единицу времени (за сутки или час). Интенсивность движения меняется в течение суток, по временам года, а также по длине отдельных участков пути. Если рассматривать интенсивность движения автомобильных дорог, то она увеличивается вблизи городов, крупных населенных пунктов, железнодорожных станций, уменьшается в ночное время. Например, на автомобильных дорогах в выходные и праздничные дни заметно уменьшается количество грузовых автомобилей. Значительно увеличивается интенсивность движения на городских дорогах по утрам и вечерам. Такие периоды кратковременного, но резкого возрастания интенсивности называются «пиковыми». Колебания интенсивности движения по времени и вблизи городов происходят и на других путях сообщения. Но в отличие от автомобильного транспорта на железнодорожном и воздушном транспорте имеются расписания движения. Кроме того, интенсивность движения транспортных средств регулируется системой управления движением (светофоры, семафоры, диспетчерская служба и т.д.).

- Такие колебания интенсивности движения характеризует показатель *степень загрузки дороги*, который является отношением фактической интенсивности движения по дороге к ее пропускной способности.

- Интенсивность грузовых перевозок на отдельной линии или сети дорог любого вида транспорта измеряют показателем *средней грузонапряженности (пассажиронапряженности)*, который показывает производительность каждого километра сети в ткм (пасскм).

## **2.1. Автомобильные дороги**

Автомобильные дороги - важнейшее звено транспортной инфраструктуры, без которого в условиях рынка не может эффективно функционировать ни одна отрасль экономики. Они представляют собой комплекс инженерных сооружений, обеспечивающий независимо от

времени года, суток и погодных условий возможность непрерывного, безопасного и экономичного движения автомобилей с расчетными нагрузками и скоростями, с учетом ограничений, предъявляемых к автомобилям.

Существует несколько основных характеристик автомобильных дорог:

- автомобильные дороги обычно являются путями сообщения общего пользования, т.е. существует свободный доступ пользователей к автодороге;
- автомобильные дороги универсальны, так как обеспечивают доступность всех пунктов и создают связи между всеми другими видами транспорта. Универсальность автодорожной сети является огромным достоинством этого вида путей сообщения, так как она обеспечивает возможность доставки «от двери до двери» большинства грузов;
- автомобильные пути сообщения являются маневренными, то есть каждый автомобиль работает обычно независимо от других. Остановка одного автомобиля обычно не влияет на другие, которые объезжают его или отклоняются на другие маршруты;
- автомобильные дороги при регулярном текущем содержании надежны;
- автомобильные дороги не контролируются по степени их заполнения. При большом числе пользователей, каждый из которых движется по своему собственному маршруту, могут возникать рассогласования между потребностями в дорожном пространстве и возможностями дороги, особенно в часы «пик».

По месту расположения автомобильные дороги подразделяются на внегородские, городские и поселковые.

Внегородские автомобильные дороги в свою очередь подразделяются на дороги общего пользования и ведомственные.

***Автомобильные дороги общего пользования*** - это внегородские дороги, которые являются государственной собственностью Российской Федерации и подразделяются на *федеральные дороги*, находящиеся в федеральной собственности, и республиканские, краевые, областные дороги, дороги автономных образований, относящиеся, соответственно, к собственности субъектов Российской Федерации, они называются *территориальными*. Дороги общего пользования обслуживают перевозки грузов всех отраслей народного хозяйства и пассажиров.

*Ведомственные и частные дороги* – дороги предприятий, организаций, учреждений, крестьянских (фермерских) хозяйств, предпринимателей, используемые ими для своих технологических, ведомственных и частных нужд.

Внегородские дороги отличаются друг от друга степенью технического совершенства, в связи с чем их подразделяют на пять технических категорий. При отнесении автомобильной дороги к какой-либо категории учитывают ее перспективную интенсивность движения на 20 лет вперед.

Для каждой технической категории дороги установлены определенные нормативы по ширине проезжей части, числу полос движения, радиусу кривых в плане и наибольшему продольному уклону, на основе которых проектируют и строят дороги и искусственные сооружения на них (табл. 3).

Таблица 3

Показатели автомобильных дорог в зависимости от категории

Показатели автомобильных дорог	Категория дороги				
	I	II	III	IV	V
Интенсивность движения, число автомобилей в сутки	Более 7000	3000-7000	1000-3000	200-1000	До 200
Ширина полосы движения, м	3,75	3,75	3,5	3,0	4,5
Наименьший радиус кривых при равнинном рельефе	1200	800	600	300	150
при горном рельефе	1000	600	400	250	125
Максимальный продольный уклон, ‰	30	40	50	60	70
Расчетная скорость, км /час	150	120	100	80	60
Пропускная способность полосы движения, авт/час					
при рельефе: равнинном	1200	850	1100	550	800
пересеченном	1200	650	900	1000	650
горном	1000	1100	800	1000	400

*Проезжая часть* – основной элемент дороги, по которой непосредственно происходит движение транспортных средств. В зависимости от интенсивности движения проезжая часть может быть одно-, двух-, трех- и многополосной. Ширина проезжей части измеряется между кромками покрытия. Она зависит от категории дороги и числа полос движения.

Продольная полоса проезжей части, по которой происходит движение транспортных средств в один ряд, представляет собой *полосу*



*движения. Для разделения двух смежных проезжих частей дороги или двух противоположных направлений движения устраивают разделительную полосу.*

Кроме этого автомобильные дороги отличаются по типу дорожного покрытия, т.е. по верхнему слою. Это могут быть асфальтобетонные, цементобетонные, щебеночные, гравийные или грунтовые дороги.

В настоящее время автомобильные дороги имеют прочную конструкцию выпуклой формы, облегчающей скатывание воды с проезжей части.

Пропускная способность автомобильной дороги изменяется в широких пределах в зависимости от технических параметров автомобильной дороги. Существенно влияют на пропускную способность интенсивность и состав движения, погодные условия (дождь, снегопад, гололед, туман), ограничения скорости, определенный безопасный интервал между автомобилями. Грузовые автомобили в потоке легковых машин значительно снижают пропускную способность полосы движения. Чаще всего интенсивность движения выражают в фактическом количестве прошедших автомобилей независимо от их видов. Иногда для расчетов пересчитывают фактическую интенсивность на эквивалентное количество легковых автомобилей, которые могли бы проехать по участку дороги за время проезда грузовых автомобилей, автобусов и т.д. Для этого применяют коэффициенты приведения, на которые умножают фактическое число транспортных средств данного типа. Так, например, для мотоциклов этот коэффициент равен 0,5, для грузовых автомобилей и автобусов может колебаться от 1,5 до 4,5 и для автопоездов – 3,0 – 6,0.

Существуют особенности высокоскоростных автомобильных дорог (автомагистралей) и городских улиц.

*Автомобильными магистралями* называют дороги, предназначенные для интенсивных пассажирских и грузовых перевозок преимущественно на дальние расстояния, с высокими скоростями и без помех со стороны местного транспорта и встречных автомобилей. Эти весьма совершенные, но дорогостоящие сооружения во всех странах образуют основной костяк дорожной сети, хотя их протяженность составляет всего несколько процентов от общей длины дорог.

Обязательными требованиями к магистралям являются:

выделение для встречных потоков автомобилей самостоятельных проезжих частей;

отсутствие пересечений в одном уровне;

сведение к минимуму влияния на режим движения основного потока отдельных автомобилей, въезжающих на дорогу и выезжающих с неё;

запрещение использования магистралей пешеходами и тихоходными транспортными средствами.

Автомобильные магистрали обычно строят с двумя проезжими частями, отделёнными друг от друга разделительной полосой. Каждая проезжая часть предназначена для движения в одном направлении и предусматривает возможность обгона.

Автомобильные магистрали прокладывают в обход населённых пунктов, устраивая к наиболее крупным из них подъезды. Местные дороги пропускают над магистралью по путепроводам без устройства съездов.

Значительная доля перевозок осуществляется автомобильным транспортом в пределах городов. Эффективность этих перевозок зависит от транспортной планировки города – плана уличной сети и размещения на территории города производственных предприятий, вокзалов и пристаней, общественных зданий, примыкания загородных дорог.

Планировка уличной сети оказывает значительное влияние на работу транспорта.

В целях увеличения пропускной способности улиц и повышения безопасности движения в центральных районах многих крупных городов мира запрещается движение в дневное время (или только в часы пик) громоздких транспортных средств, задерживающих движение легковых автомобилей. Кроме того, вводится одностороннее автомобильное движение на узких улицах.

Во многих городах некоторые центральные улицы, на которых расположено множество торговых или культурных учреждений, предназначены только для пешеходов. Те улицы либо участки, ограниченные по ширине, по которым происходит интенсивное движение транспорта общего пользования (автобусов), могут быть закрыты для остальных видов транспортных средств. Если в городах перевозки пассажиров осуществляются и трамваями, то, как правило, трамвайные пути располагают на разделительной полосе автомобильной дороги, обеспечивая на остановочных пунктах безопасную посадку и высадку пассажиров с помощью наземных, надземных или подземных пешеходных переходов.

В зависимости от назначения и обслуживаемых перевозок различают ряд категорий улиц и городских дорог, проектируемых на разные расчётные скорости:

- скоростные дороги с расчётной скоростью 120 км/ч для связи между районами в крупных городах.

- магистральные улицы и дороги:
  - а) общегородского значения непрерывного движения ( $V=100$  км/ч) для связи жилых, промышленных и общественных центров, пересечения с другими улицами в разных уровнях;
  - б) регулируемого движения ( $V=80$  км/ч), предназначенные для тех же целей, пересечения возможны в одном уровне;
  - в) районного значения, для связи в пределах района и с магистральными улицами общегородского значения ( $V=80$  км/ч). Прокладываются вне жилой застройки.
- улицы и дороги местного значения ( $V=60$  км/ч).

На перекрестках городских улиц в целях безопасности устраивают светофоры, регулирующие движение транспортного потока и пешеходов в различных направлениях.

Каждая автомобильная дорога относится к определенной технической категории. Согласно классификации автомобильная дорога должна удовлетворять определенным техническим показателям и обеспечивать движение с соответствующими для каждой категории расчетными скоростями и нагрузками.

## **2.2. Железнодорожные пути**

Среди других видов железнодорожный транспорт во многих промышленно развитых странах занимает ведущее место. Это объясняется его универсальностью - возможностью обслуживать производящие отрасли народного хозяйства и удовлетворять потребности населения в перевозках вне зависимости от погоды, практически во всех климатических условиях и в любое время дня и года.

За время своего существования железные дороги мира достигли длины почти 1,3 млн км и среди других видов транспорта не имеют себе равных по объему провозной способности и непрерывности функционирования. Эксплуатационная длина железнодорожных путей России и в том числе Иркутской области, представлена в табл.1.

Как и другие виды транспорта, современный железнодорожный транспорт состоит из двух крупных подсистем: железнодорожного транспорта общего и необщего пользования.

Как отрасль экономики железнодорожный транспорт базируется на работе **железных дорог**, включающих основные технические элементы: железнодорожный путь и искусственные сооружения, железнодорожные станции и вокзалы, средства сигнализации и связи, различные системы и службы, осуществляющие перевозки. Так как большая доля железных дорог электрифицирована, то эти дороги

оснащены контактной сетью, через которую электрический ток поступает к электровозу от тяговых подстанций. На железнодорожном транспорте разработаны системы питания контактной сети на постоянном и переменном токе, однако в обоих случаях на электроподвижном составе используются тяговые двигатели постоянного тока.

В систему электроснабжения электрифицированных дорог входят устройства, составляющие ее *внешнюю часть* ( электростанции, районные трансформаторные подстанции, сети и линии электропередачи) и *тяговую часть* ( тяговые подстанции и электротяговая сеть).

Тяговые подстанции на электрифицированных дорогах постоянного тока выполняют две основные функции: понижают напряжение подводимого трехфазного тока и преобразуют его в постоянный ток.

Тяговая сеть состоит из контактной и рельсовой сетей, питающих и отсасывающих линий. Контактная сеть представляет собой совокупность проводов, конструкций и оборудования, обеспечивающих передачу электрической энергии от тяговых подстанций к токоприемникам электроподвижного состава. Она устроена таким образом, что обеспечивает бесперебойный токосъем локомотивами при наибольших скоростях движения в любых атмосферных условиях.

Контактную сеть выполняют в виде воздушных подвесок. Так как поезда движутся с большими скоростями, провесы контактного провода должны быть минимальными. С этой целью применяют так называемые цепные подвески, в которых контактный провод в пролетах между опорами подвешен не свободно, а на часто расположенных струнах, прикрепленных к несущему тросу. Благодаря этому требуется меньше опор, чем в простых подвесках, расстояние между ними достигает 70-75 м.

По энергетическим и экологическим показателям железнодорожный транспорт опережает авиационный и автомобильный транспорт, по перевозкам массовых грузов не имеет конкурентов среди других видов транспорта (за исключением трубопроводного). Перевозки по железной дороге являются наиболее надежными, так как могут осуществляться в любую погоду. К преимуществам их относятся и достаточно широкие возможности прокладки рельсовых путей с применением современной техники – практически в любых климатических условиях, а также наибольшая долговечность земляного полотна.

Железнодорожный путь – это комплекс инженерных сооружений, предназначенный для пропуска по нему поездов с установленной

скоростью. От состояния пути зависят непрерывность и безопасность движения поездов, а также эффективное использование технических средств железных дорог. Непосредственно сама железная дорога представляет собой проложенный на местности рельсовый путь.

Одна из основных характеристик рельсового пути – *ширина колеи*. Чаще всего железнодорожная сеть страны имеет одинаковую для всех линий колею. Но иногда в силу исторически сложившейся практики, по техническим причинам или из-за природных особенностей в отдельном районе могут сохраняться другая, отличная от принятой в стране, колея и особый подвижной состав (например, на Сахалине в России), на горных дорогах (в некоторых странах). По этому показателю отличают ширококолейные и узкоколейные железные дороги. В нашей стране ширококолейными являются все магистральные железные дороги, имеющие колею 1520 мм. В большинстве стран Западной Европы принята колея 1435 мм, в отдельных странах – 1676 мм. Узкая колея в различных странах имеет ширину 762, 891, 914, 1000 мм и др., укладывается главным образом на подъездных путях промышленных предприятий.

Железнодорожные линии делятся на *перегоны* разделительными пунктами, к которым относятся: станции, разъезды, обгонные пункты, путевые посты, светофоры.

Особую разновидность железнодорожного транспорта представляют специализированные городские рельсовые системы: *метрополитен, городские железные дороги и трамвай*.

Перспективным направлением железнодорожного транспорта является *высокоскоростной наземный транспорт*. Суперэкспрессы могут двигаться с большой скоростью (обычно около 300 км/ч, но есть и поезда со скоростью до 500 км/ч), благодаря своей идеально обтекаемой форме, высокоэффективным электродвигателям, усовершенствованным системам подвески к новому способу укладки пути, при котором вибрация сводится к минимуму. Длинные отрезки прямой колеи и очень мягкая форма закругленных участков позволяют поездам сохранять на всей дистанции максимальную скорость, а бортовые компьютерные системы автоматического управления делают движение при таких скоростях безопасными. Для более плавной езды скоростные поезда двигаются по рельсам длиной 1486 м. Межрельсовые соединения сделаны эластичными и очень мало расширяются и сжимаются при изменениях температуры.

Не все поезда ходят по колее с двумя чугунными рельсами. Существуют и *монорельсовые поезда*, которые опираются сверху на одну опорную балку или подвешиваются к ней снизу. Первая монорельсовая дорога начала действовать, перевозя людей и грузы, еще с 1824 г.

Сегодня монорельсовые поезда ходят в нескольких городах земного шара. Их используют для пригородного сообщения и обзора местных достопримечательностей. Хотя монорельсовые пути занимают меньше пространства, чем обычные железнодорожные пути, строить их дороже.

В тех местах, где подъемы слишком круты для движения обычных поездов, применяют *канатные дороги*, вагоны которых могут спокойно двигаться вверх и вниз. Вагоны современных канатных дорог поднимают и опускают людей на горных склонах и переправляют их через глубокие ущелья. Некоторые канатные вагоны двигаются по колее, другие крепятся к канатам, натянутым по воздуху. Но все они имеют захватывающие устройства, которые позволяют вагону зацепиться за канат, движущийся между двумя станциями.

В перспективе предполагается, что следующее поколение поездов не будет иметь привычных двигателей и колес, и не будет ездить по рельсам. Вместо этого новые поезда поплывут в воздухе на *магнитной подушке* над рельсом, а высокоэкономичные электромагниты станут попеременно тянуть и толкать поезда вдоль пути. Такой поезд на магнитной подвеске не должен испытывать никакого трения, кроме сопротивления воздуха. И тогда он сможет двигаться со скоростью 500 км/ч и более, преодолевать горные вершины, поднимаясь и опускаясь по их склонам, а не проходя сквозь них по тоннелям, сооружать которые очень дорого. Конструкция этого поезда такова, что он практически никогда не потерпит аварию, потому что не сможет сойти с рельсов, а отсутствие двигателей и колес сделает его практически бесшумным. К примеру, поезда на магнитной подвеске, курсирующие в Германии, получили название "Трансрелид". Они имеют стреловидную форму и устроены так, что в круговую охватывают вознесенный на опорах направляющий рельс.

Постройка железных дорог требует больших капитальных вложений, зависящих от топографических, климатических и экологических условий. Железные дороги по сравнению с другими видами транспорта в меньшей степени воздействуют на окружающую среду и имеют меньшую энергоемкость перевозочной работы.

### **2.3. Водные пути сообщения**

В нашей стране имеются благоприятные условия для развития внутреннего водного транспорта, называемого иногда речным, так как подавляющая часть перевозок осуществляется по речным путям.

По рекам в основном доставляют массовые грузы, но с меньшей скоростью, чем на железнодорожном и автомобильном транспорте. Однако самоходные суда иногда доставляют грузы примерно с такой же

скоростью, что и на железных дорогах. Около половины всех грузов, перевозимых речным транспортом, поступает с железных дорог и передается им в пунктах перевалки. Преимущественно речной транспорт применяют при перевозке грузов и пассажиров между пунктами, расположенными на речных путях.

Речной транспорт уступает другим видам транспорта в регулярности сообщений, поскольку имеет зимний перерыв в навигации. Продолжительность навигации на реках России составляет по разным пароходствам от 145 до 240 суток. В верховьях и низовьях рек она отличается на 1-3 месяца. Продление навигации за счет применения ледоколов повышает эффективность речного транспорта. На некоторых реках перерыв в навигации наступает из-за мелководья в конце лета. В межнавигационный период флот и порты простаивают, возникают трудности с использованием трудовых ресурсов.

Еще одним недостатком считается большая извилистость рек, увеличивающая их длину в 3-5 раз по сравнению с прямой линией между пунктами.

Судоходная часть рек, озер, водохранилищ и искусственных каналов с гидротехническими сооружениями называется **водным путем**. К речным путям обычно относят *улучшенные естественные* или *искусственные* водные пути сообщения.

К естественным судоходным путям относятся реки и озера, используемые для судоходства в их естественном состоянии или имеющие гидротехнические сооружения, которые не вызывают значительного изменения их режима. Озера, моря и реки используются иногда в том виде, как они существуют в природе. Однако не все водные пути могут быть использованы в полной мере без дополнительных работ по их усовершенствованию и значительных затрат на содержание. Каналы и водохранилища, а также реки, режим которых сильно изменен возведенными на них гидротехническими сооружениями, считают искусственными судоходными водными путями.

Достоинством водных путей является способность судна перемещаться под действием небольшой удельной тяги, в связи с чем речной транспорт является экономичным, но сравнительно тихоходным.

Суда движутся по судовому ходу (фарватеру), представляющему собой полосу водного пути, глубина которого на всем протяжении должна на 0,1-0,3 м превышать осадку плавающих судов, а ширина допускать безопасный пропуск двух встречных судов или составов. Фарватер обозначают специальными знаками речной или озерной обстановки.

Размеры судового хода, такие, как ширина, глубина на мелких перекатах, радиусы закруглений, размеры мостовых отверстий и камер

шлюзов, называют *габаритами водного пути*. Минимальные габариты, которые выдерживаются при всех условиях, называются *гарантированными*. Гарантированные габариты устанавливают в зависимости от уровня воды.

Эти факторы оказывают непосредственное влияние на технико-экономические и архитектурные особенности судов и на условия их эксплуатации.

Водные пути подразделяют на классы в зависимости от наименьших габаритов судового хода и средних навигационных глубин (табл. 4).

Таблица 4

Характеристика классов внутренних водных путей

Категория и разряд внутренних водных путей	Класс	Глубина судового хода, м		Максимальная грузоподъемность судов, тонн	Ширина плотов, м
		Гарантированная	Средняя навигационная		
Сверхмагистрали	I	$\geq 2,6$	$\geq 3,0$	12000	$\geq 100$
Магистрали I разряд II разряд	II	1,6-2,6	2,4-3,0	8000	До 100
	III	1,1-2,0	1,65-2,4	4000	До 85
Пути местного значения I разряд II разряд	IV	0,8-1,4	1,35-1,65	2000	До 55
	V	0,6-1,1	1,0-1,35	500	До 40
Малые реки	VI	0,45-0,8	0,75-1,0	250	До 30
Малые реки	VII	$\leq 0,6$	до 0,75	250	До 14

Водные пути подразделяются на *судоходные пути*, по которым возможно безопасное движение судов и плотов, и *сплавные*; на пути с *освещаемой* и *неосвещаемой обстановкой*.

Роль речного транспорта в транспортной системе России в значительной степени определяется географическим расположением водных путей и сезонностью их использования.



Речные бассейны географически замкнуты, однако этот недостаток почти устраняется при постройке каналов и шлюзовании рек. Выполнение этих работ связано с большими капиталовложениями.

Судоходные каналы устраивают *открытыми*, когда соединяемые реки расположены в одном уровне, и *шлюзованными*, если реки расположены на разных сторонах водораздела. Кроме того, имеются обходные каналы (для пропуска судов в обход несудоходных участков) и подходные каналы к портам, шлюзам и др.

Искусственные каналы делятся на два главных вида:

- \* соединяющие водоемы, имеющие на всем протяжении приблизительно одинаковый уровень;
- \* имеющие на своем протяжении некоторый подъем, для которых должны строиться шлюзы.

В искусственных каналах или для перехода из одного водоема в другой при несудоходных плотинах используются **шлюзы**. При прохождении через преграду суда поднимаются или опускаются в шлюзе. Для прохождения по шлюзу вверх по течению судно входит в камеру через открытые ворота с нижней стороны. Ворота закрываются за ним, и вода из верхнего водоема течет в камеру шлюза. Когда уровень воды в камере поднимается до уровня верхнего водоема, верхние ворота открываются и судно продолжает свой путь. Движение вниз по течению происходит в обратном порядке. Суда могут проходить по каналу своей собственной тягой или с помощью электровоза, движущегося на буксирной дорожке вдоль канала. В зависимости от необходимой пропускной способности шлюзы располагают в одну, две и более параллельные линии. В табл. 5 приведена характеристика основных судоходных каналов России <sup>1</sup>.

Иногда вместо шлюзов устраивают вертикальные или наклонные судоподъемники. Например, для передачи судов через плотину Красноярской ГЭС высотой 125 м устроен наклонный судоподъемник, представляющий собой весьма сложное в строительном и эксплуатационном отношении сооружение. В отличие от шлюзов судоподъемники не расходуют воду и ускоряют передачу судов, но требуют больших расходов на сооружение и эксплуатацию.

Таблица 5

Сравнительная характеристика основных судоходных каналов

	Канал
--	-------

<sup>1</sup> Громов Н.Н., Панченко Т.А., Чудновский А.Д. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1987.С.225.

Показатели	Беломоро-Балтийский	Волго-Балтийский	Волго-Донской
Конечные пункты	Повенецк, Беломорск	Вытерга, Череповец	Красноармейск, Калач
Протяженность, км	227	361	101
Минимальная ширина, м	40 – 50	50 – 60	40 – 50
Проходные глубины, м	3,65	3,65	2,8-3,65
Период навигации	Май-ноябрь	Апрель-ноябрь	Апрель-ноябрь
Число шлюзов	19	7	13

Эксплуатационная длина внутренних судоходных путей определяется как сумма длин рек, каналов, путей на озерах, водохранилищах, по которым осуществляется движение судов и буксировка плотов (см. табл.1).

Море является наилучшим из всех путей сообщения. В отличие от рек, морские маршруты не ограничены руслом. Для связи между континентами эксплуатируется множество морских маршрутов. Морские водные пути используются в основном в их естественном состоянии и не требуют затрат на устройство и содержание, за исключением каналов

Пропускная способность естественных морских путей практически не ограничена, а определяется в основном оснащённостью портов (см. табл. 8).

Морские пути горизонтальны и прямолинейны, благодаря чему судна при движении не преодолевают подъемов и следуют между портами кратчайшим путем. Некоторые моря позволяют осуществлять перевозки круглогодично, поэтому навигационный период на морском транспорте значительно больше, чем на речном, и в среднем по России составляет 330 суток.

Собственно *морской путь* - это пространство морей и океанов, включающее в себя проливы и каналы, а также совокупность средств, обеспечивающих безопасность плавания.

Для более эффективной работы морского транспорта также применяют искусственно сооруженные каналы, которые подразделяют на *соединительные*, *подходные* и *русловые*. Соединительные каналы устраивают между соседними морями или океанами для пропуска морских судов (Беломоро-Балтийский, Панамский, Суэцкий и др.). Подходные каналы служат для глубоководного подхода к портам, русловые каналы предназначены для пропуска морских судов в порты, расположенные в устьях рек. В необходимых случаях морские каналы имеют шлюзы.

Плотность движения судов в некоторых районах морей настолько высока, что нарушается безопасность плавания. На морском транспорте

аварийность возникает чаще всего в проливах, где интенсивность движения судов в сутки достигает 300-500.

Для безопасного следования судов вблизи берегов, мелей, подводных камней эти места отмечают средствами навигационного оборудования: маяками, светящимися и несветящимися береговыми и плавучими знаками, радиоакустической, акустической или другой сигнализацией.

Развитию морского транспорта способствует практически неограниченная пропускная способность морских путей и относительно небольшие капитальные вложения в путевое хозяйство. Особенностью морских путей является то, что они не требуют предварительных работ по их сооружению и поддержанию в эксплуатационном состоянии. Однако на строительство и поддержание в надлежащем состоянии каналов и акваторий портов требуются большие затраты.

#### **2.4. Воздушные пути сообщения**

Воздушное пространство представляет собой пути сообщения, которые не требуют никакой искусственной подготовки, затрат на обслуживание и др. Оно более универсально, чем океаны, так как все части мира одинаково доступны. Кроме мест для взлета и посадки, воздушный транспорт независим от местности. Топографические препятствия любой страны преодолеваются очень высоко в полете.

Главной особенностью воздушного транспорта является скорость. Самолеты движутся по "наискорейшим" маршрутам, которые не всегда являются прямыми линиями, так как учитывается атмосферное давление. Кратковременность и безопасность полета обеспечиваются дорогостоящей техникой и высоким качеством обслуживания.

Каждый день тысячи самолетов поднимаются в небо. Чтобы лететь было безопасно и удобно, установлены Международные правила полетов. Их должны выполнять все виды воздушного транспорта. Самолеты обязаны следовать по воздушным коридорам шириной 9 миль (14,5 км), высота одного коридора от 1000 до 2000 футов (300-600 м).

Для полета самолетов по определенному маршруту над территорией России выделяют воздушные полосы примерно по 30 км. Путь, по которому осуществляется полет, называется *воздушной трассой*, а ее проекция на земную поверхность – наземной трассой воздушной линии. Под воздушной трассой понимают постоянный маршрут регулярных полетов транспортных самолетов между населенными пунктами, обеспеченный наземным оборудованием для обслуживания полетов. Совокупность всех воздушных линий и устройств, предназначенных для обеспечения регулярных полетов гражданской авиации, составляет сеть воздушных путей сообщения.

Территориально сеть воздушных путей размещена более равномерно, чем другие сообщения. Воздушный транспорт имеет особое значение на отдаленных малоосвоенных территориях, которые не имеют железных и автомобильных дорог, а навигационный период местных рек весьма ограничен.

Воздушные линии обычно короче соответствующих маршрутов по автомобильным и железным дорогам на 25-30 %, а речным и морским путям – на 45-50%. В сочетании с высокими скоростями сообщений это является важным преимуществом воздушного транспорта.

В отличие от других путей сообщения воздушный транспорт требует меньших удельных капитальных вложений на освоение новых линий. Основные расходы связаны со строительством новых аэропортов, причем постройка одного аэропорта позволяет открыть не одну, а несколько новых авиалиний для связи с другими аэропортами.

Важным преимуществом воздушных путей сообщения является возможность быстрой организации регулярной связи между любыми районами страны, где отсутствуют другие виды транспорта, притом по кратчайшим направлениям.

В зависимости от назначения воздушные линии подразделяются на государственные, местные и международные.

Обеспечение сообщения между любыми пунктами является важной особенностью воздушного транспорта, но регулярность воздушных сообщений, несмотря на применение автоматических систем управления, пока во многом зависит от метеорологических условий.

Кроме этого, к недостаткам воздушного транспорта относится высокая себестоимость перевозок. Хотя на больших расстояниях перевозки разница в затратах на воздушном и железнодорожном транспорте сравнительно невелика, но разница во времени перевозок существенна, поэтому этот вид транспорта преимущественно используется для перевозки пассажиров, почты, дорогостоящих, но малых по габаритам грузов и быстропортящихся товаров.

Воздушный транспорт применяется в сельском и лесном хозяйстве, а также для производства аэрофотосъемок для изыскания новых линий железнодорожного, автодорожного и трубопроводного транспорта.

## ***2.5. Трубопроводы***

Трубопровод является уникальным видом транспорта. Здесь трубопровод выступает одновременно и путем, и подвижным составом и включает в себя расположенные на определенном расстоянии тяговые

средства. В трубопроводном транспорте путь является абсолютно искусственным.

Техническая база современного трубопроводного транспорта сложна и разнообразна: Магистральный трубопровод представляет собой линейно-протяженную транспортную систему, предусматривающую:

- трубопровод (от мест выхода с промысла подготовленной к дальней транспортировке товарной продукции) с ответвлениями, запорной арматурой, переходами через естественные и искусственные препятствия, узлами подключения компрессорных станций, конденсатоотстойниками;
- головные и промежуточные резервуарные парки, компрессорные и газораспределительные станции;
- станции подземного хранения газа;
- установки электрохимической защиты трубопроводов от коррозии, линии и сооружения технологической связи, средства телемеханики трубопроводов;
- линии электропередачи, предназначенные для обслуживания трубопроводов, и устройства электроснабжения и дистанционного управления запорной арматурой и установками электрохимической защиты трубопроводов;
- постоянные дороги и вертолетные площадки, расположенные вдоль трассы трубопроводов, и подъезды к ним;
- здания и сооружения социальной инфраструктуры для обслуживающего персонала в процессе его эксплуатации.

Основной компонент системы - *собственно трубопровод*, представляющий собой магистраль из сварных и соответствующим образом изолированных труб с устройством электрозащиты и линиями связи, на долю которого приходится примерно половина объема строительно-монтажных работ по сооружению всего комплекса объектов, входящих в законченный магистральный трубопровод. Основную нитку трубопровода выполняют в подземном, наземном и надземном вариантах. Преобладает подземный вариант, по которому построено 97 % трубопроводной сети. Подземный вариант прокладки трубопроводов создает наиболее благоприятные условия их эксплуатации и последующего деятельного использования отводимых для строительства земель. Разновидностью линейной части являются наземные и подземные переходы через реки, озера, автомагистрали, железнодорожные пути и т.д., нефтеперекачивающие и компрессорные станции и линейные узлы, представляющие собой устройства для соединения магистралей и перекрытий отдельных участков линии.

Рост добычи нефти и газа сопровождается развитием трубопроводного транспорта, который характеризуется рядом технико-эксплуатационных особенностей. Линии трубопровода можно прокладывать между любыми пунктами, причем по более коротким направлениям, чем другие пути сообщения, и с преодолением больших водных преград. Хотя и возникают трудности при пересечении районов с ущельями, оврагами и другими естественными препятствиями, а также районов подземных горных выработок, сопровождающихся просадками земной поверхности. В этих случаях применяют соответствующие искусственные сооружения.

При пересечении железных и автомобильных дорог трубопроводы прокладывают в герметических кожухах из стальных труб, которые укладывают с уклоном в 2 промиля, чтобы исключить скопления в нем жидкости.

Эксплуатация трубопроводов непрерывна, надежна и не зависит от времени года и климатических условий. Высокая герметичность трубопроводных каналов обеспечивает сокращение потерь нефти по сравнению с транспортировкой железнодорожным и водным транспортом.

Из-за устойчивого режима работы трубопроводного транспорта он легче других видов поддается автоматизации. Первоначальные удельные затраты на строительство 1 км трубопроводной линии гораздо ниже, чем на постройку 1 км автомобильной или железной дороги соответствующей провозной способности. Благодаря отсутствию подвижного состава и наличию только постоянных устройств общие эксплуатационные расходы на трубопроводном транспорте мало зависят от объемов перекачки продуктов. Поэтому весьма выгодно увеличивать мощность грузопотока и тем самым улучшать удельные экономические показатели. Для обеспечения высокой пропускной способности и сокращения удельных капитальных затрат применяют трубы большого диаметра. Повышение пропускной способности путем повышения скорости потока или укладки второй нитки трубопровода менее выгодно.

Для снижения сопротивления трения внутренние стенки металлических трубопроводов покрывают пластиками, эпоксидными смолами или наносят на них смазку.

Различают нефте- и продуктопроводы и газопроводы.

**Нефте- и продуктопроводы** подразделяются на *магистральные, разводящие, нефтебазовые, заводские и промысловые*. Магистральные трубопроводы имеют длину, как правило, более 1 тыс. км, большой диаметр труб и рабочее давление 5-6 МПа, работают непрерывно. Остальные виды нефтепроводов, в основном технологического назначения, невелики по протяженности и действуют периодически.

Наблюдение за состоянием трубопроводных линий обеспечивают посты обходчиков, размещаемые через 10-12 км. Имеются также телевизионные системы дистанционного наблюдения.

**Газопроводы** являются основным видом транспорта для массовой доставки газа на значительные расстояния. Газопроводы устраивают *подземными* и *наземными*. Их подразделяют на *магистральные*, *местные* (для сбора природного газа на промыслах или распределения его в городах) и *внутренние* (внутри промышленных и жилых зданий).

Транспортирование по трубопроводу осуществляется не только нефти и газа, но и *твердых материалов* - гидравлическое (в смеси с водой) и пневматическое (в смеси с воздухом).

При соблюдении всех норм при проектировании, строительстве и эксплуатации трубопроводы меньше других видов транспорта загрязняют окружающую среду. На трубопроводе много стыков и сварочных швов. Под действием высокого внешнего и внутреннего давления слабые места проявляются очень быстро, в результате чего большинство трубопроводов подвержено протечкам.

Трубопровод не обладает маневренностью по двум показателям - по направлению перекачки и по назначению. Невозможно без большого труда изменить направление перекачки продукта, который больше не нужен в данном месте. Поэтому, прежде чем сооружать трубопровод, необходимо иметь уверенность, что потребности в данном продукте в данном пункте достаточно длительные.

### 3. Путь - комплексное инженерное сооружение

#### 3.1. Трассирование путей сообщения

*Трассирование* путей сообщения - выявление возможных вариантов проложения трассы и их детальное проектирование для получения наилучшего решения, учитывающего многообразные природные факторы и отвечающего техническим, экономическим и экологическим требованиям.

Различают *полевое трассирование*, когда производится инструментальная разбивка трассы непосредственно на местности, и *камеральное трассирование*, при котором варианты трассы проектируются и отрабатываются на картах и планах с использованием материалов аэро- и наземных изысканий.

На участке трасса должна иметь наименьшую длину между опорными пунктами, т.е. путь следует вести по кратчайшему направлению. Кратчайшим направлением дороги, соединяющим на карте местности начальный и конечный пункты, является прямая, называемая *воздушной линией*. Положение в пространстве продольной оси пути на уровне бровок земляного полотна называется *трассой*.

Идеальной была бы трасса, представляющая собой прямую в плане и пологий спуск в грузовом направлении в профиле, либо горизонтальный участок. Однако это не всегда возможно из-за необходимости подхода к населенным пунктам, обхода естественных препятствий, наличия неровностей земной поверхности и стремления удешевить строительство линии.

Графическое изображение проекции трассы на горизонтальной плоскости, выполненное в уменьшенном масштабе, называется ***планом трассы***, его выполняют обычно на топографической карте. Выбор трассы для строительства пути сообщения производят с соблюдением земельного, водного, лесного и других законов страны.

План трассы проектируется в виде сочетаний прямолинейных участков и кривых. Направление прямых участков трассы на местности относительно сторон света определяется *румбом*, который измеряют горизонтальным углом между северным или южным направлением меридиана и направлением данной линии. Прямые участки характеризуются единственным параметром – их длиной.

Если местные условия не позволяют пройти прямо между начальным и конечным пунктами, то трасса назначается так, чтобы она шла с одного препятствия на другое, оставляя их внутри угла поворота. Препятствия подразделяют на *высотные*, требующие подъема линии на определенную высоту (горы, овраги, ущелья), и *контурные*, в пределы



которых трасса не должна заходить (города, районы горных выработок, заповедники, водные преграды, ценные земли и пр.).

Степень удлинения трассы, ее извилистости характеризует *коэффициент развития трассы*, который отражает отношение фактической длины трассы к длине ее воздушной линии.

В местах изменения направления трассы намечают *углы поворота*. При проектировании закруглений в плане необходимо обеспечить удобство и безопасность движения транспортных средств с расчетными скоростями. Удобство обеспечивается плавностью движения транспортных средств, при которой пассажиры не испытывают действия центробежной силы, для этого в углы поворота вписывают плавные круговые кривые. Основными показателями кривой является:

- угол поворота ( $\alpha$ ), зависящий от условий местности;
- радиус (R), который принимается исходя из вида и категории дороги;
- длина кривой (K);
- тангенс (T) – расстояние от начала и конца кривой до вершины угла поворота (см. табл.3).

Эти параметры кривых геометрически связаны. Исходя из заданного радиуса кривой и угла поворота, легко определить значение тангенса:

$$T = R \operatorname{tg} (\alpha/2)$$

И длины кривой :

$$K = \pi R \alpha / 180$$

Кривые малого радиуса вызывают необходимость снижения скорости движения, повышенный боковой износ пути и колес подвижного состава, удлинение линии, повышают сопротивление движению и ухудшают видимость. Поэтому при проектировании новых железных дорог в зависимости от категории линии и местных условий радиусы кривых принимаются в размерах, указанных в табл. 6.

Иногда рельеф местности не позволяет вписать кривую большого радиуса, поэтому для обеспечения удобства и безопасности движения с расчетной скоростью по кривым малых радиусов в конструкции как автомобильной, так и железной дороги предусматривают устройство *виража*.

Для обеспечения плавного вписывания подвижного состава в круговые кривые они сопрягаются с прямыми участками с помощью переходных кривых, радиус которых постепенно уменьшается от бесконечности до радиуса круговой кривой.

При трассировании дорог в горной местности на сложных участках проектируют линию трассы по склонам местности между

перевалом и долиной. По прямому направлению прокладка дороги затруднена из-за больших продольных уклонов местности, которые превышают допустимые уклоны для данной дороги. Трассы прокладывают перевальным ходом, искусственно удлиняя вдоль наиболее пологих и устойчивых склонов и таким образом преодолевая крутые горные подъемы и спуски на большом протяжении. Трасса между перевалом и долиной развивается зигзагами с устройством в вершинах углов петель или серпантин.

Таблица 6

Зависимость радиуса кривых и руководящих уклонов от категории железных дорог<sup>1</sup>

Категория железно- дорожных линий	Радиусы кривых, м				Максима- льный руководя- щий уклон ‰
	Рекомен- дуемые	Допускаемые			
		в трудных условиях	в особо трудных при ТЭО	по согласова- нию с МПС	
Скоростная	4000-3000	2500	1200	800	20
Особо грузонапря- женные:					
I	4000-2000	1500	1000	600	9
II	4000-2500	2000	1000	400	12
III	4000-2000	1500	800	400	15
IV	4000-2000	800	600	300	20
IV	4000-1200	800	600	300	30
Линии общей сети	2000-1000	600	350	200	-
Подъездные пути	2000-600	500	200	200	-
Соединитель- ные пути	2000-300	200	180	-	-

Не всегда можно наметить на местности трассу таким образом, чтобы естественные уклоны поверхности земли не превышали уклонов, допустимых по условиям эффективности использования транспортных средств. Часто приходится дороге искусственно придавать более пологий уклон, срезая излишний грунт (выемка), или подсыпая

---

<sup>1</sup> Железные дороги. Общий курс: Учеб. для вузов / М.М. Филиппов, М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко и др.; Под ред. М.М. Уздина. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1991. С. 34.

недостающий в пониженные места (насыпь), что делает необходимым выполнение земляных работ.

Одним из основных проектных документов, на основе которого строят дорогу, является продольный профиль. **Продольный профиль** - это изображение в уменьшенном масштабе продольного разреза поверхности земли проектируемой дороги по ее оси или параллельно оси с отметками точек естественной поверхности земли и точек проектной линии. Продольный профиль вычерчивается в уменьшенном масштабе на миллиметровой бумаге. Состоит он из двух основных частей: графического изображения разреза дороги вместе с геологическим строением участка местности и таблицы (сетки), расположенной в нижней части, в которой показывают характеристику местности и проектируемой дороги.

Крутизну отдельных участков дороги характеризуют *уклоном* (отношение разности отметок в начале и конце участка к его длине, измеряется в тысячных долях - промиях). Аналогично проложению трассы в плане смежные участки дороги в продольном профиле, имеющие разные уклоны, сопрягают вертикальными выпуклыми и вогнутыми кривыми.

При трассировании дороги подбирают такое положение трассы, при котором будут получены наиболее приемлемые *рабочие отметки* (разница между отметкой бровки земляного полотна и отметкой земли по оси дороги) применительно к проектной линии продольного профиля.

От крутизны подъема железной дороги зависит масса поезда, поэтому при трассировании стремятся к возможно меньшей крутизне уклонов.

Одним из основных параметров железнодорожной линии является ее *руководящий уклон*, представляющий собой наибольший затяжной подъем, по значению которого устанавливается масса поезда при одиночной тяге и расчетной минимальной скорости движения. Этот уклон зависит от категории линии, топографических условий и устанавливается расчетами. Руководящий уклон должен быть не более данных, приведенных в табл. 6.

В сложных топографических условиях, когда на протяжении не менее перегона уклон местности значительно превышает руководящий, применяют так называемый *уклон кратной тяги*, который поезд расчетной массы проходит с несколькими локомотивами.

Прямое русло реки без дополнительных работ не будет устойчивым. Устойчивость трассы достигается с помощью вспомогательных запруд и намыва земли. В связи с чем встает вопрос об изменении направления течения таким образом, чтобы на большом протяжении создать извилистый, а не прямой путь. На крутых изгибах

реки может потребоваться расширение русла для того, чтобы могли проходить громоздкие буксиры. Такая кривизна русла должна обеспечивать пропуск воды во время половодий, а также проход судов в периоды нормального и низкого уровней воды в реке.

Чтобы удовлетворить эти требования, сооружают переходные кривые по концам круговой кривой. Их выполняют в форме кубической параболы аналогично переходным кривым на железных и автомобильных дорогах. С точки зрения геометрии точность этих кривых приближительна, так как при проектировании часто участок кривой наносят на лист бумаги в определенном масштабе и затем проводят по этому изображению участка кривой модели буксиров, сделанных в том же масштабе.

Основной задачей при проектировании канала и выборе места для него является обеспечение и сохранение необходимого количества воды для прохода судов. В конструкции с постоянным уровнем вода может поступать из обоих соединенных каналом водоемов. Для любого типа каналов воду можно брать из параллельно текущих рек или озер с помощью соединяющих каналов, из рек, текущих перпендикулярно каналу, или, если не имеется источников такого рода, для снабжения каналов строятся специальные водохранилища.

При планировании трассы канала следует для предотвращения утечки воды избегать пористых грунтов и известняков с трещинами. Изломы и трещины иногда закупоривают бетоном или цементным раствором. Пористые грунты можно сделать менее проницаемыми покрытием или введением внутрь их глины, цементного раствора или асфальта.

Характерный профиль извилистых медленно текущих рек, не имеющих приливов (благоприятных для судоходства), - это профиль с чередующимися повышениями и понижениями уровня дна. Глубокие впадины обычно имеют место на изгибах реки, где накапливаются поперечные песчаные отложения, действующие как плотины. Во время половодий уровень воды на этих отмелях обычно достаточен для прохода судов. Во время спада воды необходимая глубина имеется только в местах понижения уровня дна.

Трассирование наземных путей сообщения существенно усложняется из-за неблагоприятных природных условий, когда принимаются индивидуальные решения, обусловленные комплексом топографических, климатических, геологических и других факторов. На воздушном же транспорте путь, по которому осуществляется полет, называется воздушной трассой, а ее проекция на земную поверхность - наземной трассой воздушной линии, которая не зависит от топографических условий.

### 3.2. *Нижнее строение пути*

Каждый вид наземного транспорта имеет нижнее и верхнее строение пути. При движении подвижного состава давление от колес передается через верхнее строение пути на нижнее строение, а затем на грунт.

Каждый наземный вид транспорта имеет путь, проложенный по поверхности земли. Участок земли, на котором размещаются земляное полотно с дорожной одеждой, искусственные сооружения, сооружения транспортного и дорожного обслуживания, средства оформления дороги, называется ***полосой отвода***. Ширина полосы отвода зависит от вида пути, категории дороги, количества полос движения, высоты насыпи или глубины выемки, рельефа местности и его поперечного уклона, заложения откосов земляного полотна и др.

Между подвижным составом наземных видов транспорта и естественной поверхностью земли всегда имеется некоторая несущая поверхность и поверхность, по которой происходит движение. Рельсы, шпалы и балласт образуют путь или верхнее строение пути, укладываемое на земляное полотно железной дороги. Автомобили движутся по твердой поверхности, которая тоже поддерживается земляным полотном. Аналогичную функцию выполняют в аэропортах взлетно-посадочные полосы и дорожки для выруливания самолетов. Трубопроводы прокладывают под землей и, как правило, ниже линии промерзания. Подвесные дороги и конвейеры поддерживаются на столбах и ферменных опорах, которые в свою очередь опираются на почву.

Таким образом, элемент пути, предназначенный для восприятия нагрузки от подвижного состава и равномерного распределения ее на ниже лежащий естественный грунт, является ***нижним строением пути***.

Нижнее строение пути включает земляное полотно и искусственные сооружения.

#### 3.2.1. Земляное полотно

Земляное полотно представляет собой комплекс грунтовых сооружений, получаемых в результате обработки земной поверхности и предназначенных для укладки верхнего строения пути, обеспечения устойчивости пути и защиты его от воздействия атмосферных и грунтовых вод.

В зависимости от рельефа местности земляное полотно сооружают в виде *насыпи* - искусственно отсыпанного из грунта земляного массива выше поверхности земли, имеющего форму, близкую к трапеции или в виде *выемки*. На косогорных участках местности земляное полотно проектируют в виде *полунасыпи, полувыемки, полунасыпи-полувыемки*. На ровной местности земляное полотно может не возвышаться над естественным уровнем земли, но иметь боковые канавы. Такой вид сооружения земляного полотна называется *нулевым местом*.

Разрез, перпендикулярный продольной оси пути, называется *поперечным профилем* земляного полотна. При трассировании дороги в легком рельефе и в обычных условиях применяют  *типовые поперечные профили* (изображение в уменьшенном масштабе сечения дороги плоскостью, проходящей перпендикулярно оси дороги). Предпочтение отдается насыпям, наименьшая высота которых зависит от высоты снежного покрова. В более сложных условиях рельефа необходимо получить такой продольный профиль, при котором насыпи чередуются с выемками, что позволяет использовать выемки в качестве карьеров для отсыпки насыпей.

Земляное полотно должно быть устойчивым в течение всего года независимо от погодных условий. Сооружается оно по типовым и индивидуальным проектам. *Типовые* проектные решения принимаются для участков с простыми инженерно-географическими условиями, где возможно устройство земляного полотна со стандартными основными размерами для типовых конструкций. *Индивидуальные* проекты разрабатываются для устройства земляного полотна в сложных природных условиях, их параметры определяются экономическими расчетами. Применяются также типовые поперечные профили земляного полотна на участках со сложными, но многократно повторяющимися подобными условиями.

Материалами для строительства земляного полотна служат грунты в виде скальных или осадочных массивов (для выемок) и крупноблочные, песчаные и глинистые грунты нарушенной структуры (для насыпей). Для насыпей используются грунты, состояние которых под воздействием природных факторов практически не изменяется.

При сооружении земляного полотна выполняются земляные работы. Грунт перевозится обычно автомобильным, реже железнодорожным или другими видами транспорта. При благоприятных условиях пользуются бестранспортными способами, например, укладывают грунт из канав или близлежащих выемок непосредственно в насыпи.

Так как объем земляных работ на выемках в целом меньше, чем на насыпях, практикуется добыча грунта в карьерах с помощью *экскаваторов*. К карьерам подводятся землевозные дороги. Для сооружения земляного полотна любого вида наземного транспорта применяют и другие типы специализированной техники: *погрузчик* пользуется огромным ковшом, который при погрузке и разгрузке может поворачиваться под любым углом; *бульдозер* разгребает и выравнивает строительные площадки при помощи укрепленного спереди щита; *землеройная машина* зачерпывает землю отвалом, смонтированным под прицепом, и перевозит свой груз в любое место.

Сооруженное таким образом земляное полотно подвергается уплотнению с помощью *катков*, которые передвигаются на паре стальных барабанов, и всем своим весом давят на землю.

Для обеспечения устойчивости земляного полотна, кроме сооружения его из прочных материалов предусматривают отвод поверхностных и грунтовых вод от него, правильно выбирают очертания откосов насыпей и выемок, а также укрепляют откосы от выветривания и размыва. Кроме того, устойчивость земляного полотна в значительной степени зависит от соблюдения правил его строительства и эксплуатации.

Нагрузка на верхнее строение пути или на покрытие дороги обычно значительно больше несущей способности материала земляного полотна. Чем слабее земляное полотно или чем больше прилагаемые нагрузки, тем глубже должен быть балласт или основание покрытия и мощнее рельсы или покрытие дороги. Аналогично, если земляное полотно прочное или прикладываемые нагрузки небольшие, то и земляное полотно, и верхнее строение пути или покрытие дороги могут быть легче.

При тщательном соблюдении правил сооружения и эксплуатации стабильность земляного полотна, как правило, обеспечивается. При несоблюдении же этих правил, а также при нарушении устойчивости земной поверхности или при стихийных явлениях происходят изменения формы, или так называемые *деформации* земляного полотна.

Состояние земляного полотна зависит от многих факторов и изменяется во времени при неблагоприятном сочетании прочности, устойчивости и воздействующих факторов. В результате чего появляются деформации земляного полотна и его дефекты.

Основными требованиями к земляному полотну являются соответствующая несущая способность и устойчивость при повторных нагрузках. Должны совершенно отсутствовать пластические деформации (борозды, ямы, оседание), повреждения оснований (провалы под

земляным полотном), скольжение, смещение и разрыхление в земляном полотне. Устойчивость особенно необходима для автомобильных дорог. Неровности основания под земляным полотном железнодорожного пути могут быть выровнены за счет балласта, а повреждения устранены довольно легко. Покрытие автомобильной дороги, напротив, может сильно и постоянно разрушаться, если основание земляного полотна не будет достаточно хорошим.

Таким образом, чтобы обеспечить устойчивость земляного полотна, необходимо выполнить следующие требования:

- \* при выборе трассы желательно избегать трудных мест, таких, как болота, жидкие торфяные грунты, неустойчивые склоны холмов и балок и пласты из мягкой разбухающей глины;

- \* выбранный грунт должен соответствовать характеру сооружения по упругости, плотности, пластичности и капиллярности;

- \* земляное полотно должно оставаться сухим, для чего избыток влаги отводится боковыми или отводящими кюветами. Для того, чтобы отвести внутреннюю влагу, просачивание и осушить места просадки земляного полотна, нужно применять подземный дренаж;

- \* защита откосов против выветривания, размыва водой и осыпания обеспечивается посадкой растений с разветвленной корневой системой или покрытием откосов мелким щебнем, шлаком или другими подобными материалами, которые скрепляются цементным раствором или асфальтом;

- \* необходимо применять надлежащие методы строительства для каждого вида работ.

Изложенные принципы применимы также за некоторым исключением к расчету и сооружению искусственных *водных путей*. Для канала, например, нет необходимости определять несущую способность. При проектировании земляного полотна двумя основными моментами являются обеспечение устойчивости боковых откосов и удержание воды. Как и в случае железных и автомобильных дорог, большое значение имеет исследование грунтов при планировании трассы канала.

Материалы берегов не должны допускать чрезмерной фильтрации или просачивания воды из канала. Часть склона может быть выполнена в виде насыпи, построенной из грунта, взятого со дна канала. Набережная или насыпь канала, как и у реки, строится из водонепроницаемых мелкозернистых грунтов, покрытых на склонах более грубым материалом для сопротивления размыву волнами.

Каналы устраивают в выемках или насыпях между валами грунта. Их питают водой самотеком из рек, озер или водохранилищ, расположенных на водоразделе, или подачей воды насосами в высшую



точку канала (например, Волго-Донский канал). Ширину канала по условиям безопасного пропуска встречных судов принимают в 2,6 раза больше ширины самого крупного (расчетного) судна; радиус кривых участков не меньше шестикратной длины расчетного судна.

Основание откоса канала всегда погружено в воду и подвержено насыщению водой, этим и отличается сооружение боковых откосов каналов от постройки откосов других видов пути. Там, где должна быть построена искусственная набережная или где требуется постройка стенки для удержания воды в канале, задача сводится к проектированию и сооружению дамбы. Обычно укладывают имеющиеся в наличии материалы вдоль пути без специального утрамбовывания, помимо обычного уплотнения грунта строительными машинами. Там, где нужно, делается прокладка из водонепроницаемой, хорошо утрамбованной глины. Откосы защищают от разрушения волнами путем укладки крупнозернистых материалов, мелкого щебня или цементного раствора.

Задача обеспечения устойчивости и создания опор для **трубопроводов** менее сложны, чем для других видов транспорта. Магистральные газопроводы обычно укладывают в траншеи, а в отдельных случаях размещают на насыпях из привозного гравия или на надземных опорах. Обычно естественный грунт траншеи дает достаточно хорошую опору, так как ввиду жесткости трубы небольшие участки размягченного грунта не оказывают никакого влияния на устойчивость. Однако грунтовые условия должны рассматриваться для сооружения дорог, по которым подвозится оборудование и материалы вдоль трассы трубопровода.

Изучение местности и изыскания позволяют избежать трудных грунтов, главной характеристикой которых является коррозиярующее воздействие на трубопровод.

Для укладки магистрального трубопровода отводится полоса земли шириной 6-20 м.

Для повышения устойчивости земляного полотна наземных путей сообщения применяют дренаж, при помощи которого отводят воду от земляного полотна. Для этого устраивают систему кюветов и дренажных труб.

Кюветы, расположенные по обеим сторонам пути, обеспечивают непосредственный дренаж верхнего строения пути. В кюветах собирается и по ним отводится стекающая с земляного полотна вода. Для отвода стекающей воды на другую сторону пути в земляном полотне сооружают дренажные трубы, которые располагаются на некотором расстоянии друг от друга.

Для грунтов, имеющих излишнюю влажность вследствие наличия подземных вод и просачивания, может потребоваться подземный дренаж для понижения уровня грунтовых вод и осушения почвы.

Для больших плоских участков, таких, как аэродромы, сортировочные станции и места стоянки автомобилей, также необходим дренаж, качество которого зависит от его местоположения относительно уровня грунтовых вод, источника подземного потока, а также от слоя, лежащего под грунтовыми водами, или балластной подушки.

Существенную роль играет также тип грунта, например, непроницаемые глины осушаются с трудом. В этом случае подземный дренаж необходим в основном для осушения балластных подушек и для отвода подземного просачивания.

Уровень грунтовых вод можно также понизить при помощи кюветов, расположенных вдоль земляного полотна. При этом глубина их должна быть ниже уровня грунтовых вод.

### **3.2.2. Искусственные сооружения**

Транспортная система образует сложную сеть путей сообщения. Проходя по местности, они пересекаются между собой (в том числе пути сообщения одного или разных видов транспорта) пересекают различные препятствия: ручьи, реки, овраги, долины, горные хребты, ущелья, озера, морские заливы и проливы. Для обеспечения беспрепятственного движения по путям сообщения наземных видов транспорта строят различные сооружения: трубы, мостовые сооружения, тоннели, галереи, балконы, подпорные стенки и др., относящиеся к нижнему строению пути.

*Трубы* укладывают в тело земляного полотна автомобильной и железной дороги. Они служат для пропуска под дорогой небольших ручьев, транспортных средств, пешеходов и скота. Трубы являются наиболее распространенным водопропускным сооружением, их устраивают обычно из сборных элементов круглого или прямоугольного сечения на временных водотоках, где отсутствует ледоход, при котором труба может закупориться. Сверху трубы засыпают толстым слоем грунта, на который укладывают тоже покрытие, что и на смежных участках дороги, т.е. в местах расположения трубы не прерывают земляное полотно, поэтому наличие труб не отражается на условиях движения автомобилей по дороге. Размеры трубы определяются ее отверстием, высотой входной части и длиной, которая в свою очередь зависит от ширины земляного полотна, высоты насыпи и уклонов откосов насыпи над трубой, от типа оголовков. Для удобства укладки трубы состоят из отдельных элементов или звеньев.

По *материалу* различают каменные, металлические, бетонные и железобетонные трубы. Весьма распространены сборные железобетонные трубы из отдельных звеньев длиной 1-6 м, разделенных деформационными швами. Трубы требуют небольших затрат на устройство и содержание.

В зависимости от высоты насыпи и предполагаемого расхода воды трубы бывают одно-, двух-, и (в отдельных случаях) трехчковые. По форме поперечного сечения могут быть круглыми, прямоугольными и эллиптическими.

С увеличением высоты насыпи возрастает длина трубы и ее стоимость, поэтому в насыпях высотой 10 м и более часто экономически выгоднее сооружать железобетонный мост с малым пролетом.

*Мостовые сооружения* являются наиболее сложными и распространенными. Мосты прерывают земляное полотно своими конструкциями. Мост состоит из пролетных строений, являющихся основанием для пути, и опор, поддерживающих пролетные строения и передающих давление на грунт. Береговые опоры моста называют устоями, а промежуточные "быками". Опорами мост разделяется на пролеты.

В зависимости от длины, числа пролетов, конструкции и материала пролетного строения, числа путей или полос движения и способа передачи давления на опоры мосты классифицируются следующим образом:

- по назначению - автомобильные, железнодорожные, совмещенные, городские, пешеходные и специальные;
- по числу пролетов - одно-, двух-, трехпролетные и т.д.
- по числу путей (полос движения) - одно-, двух-, и многопутные (многополосные);
- по конструкции пролетного строения - с ездой поверху, понизу, посередине;
- по материалу - каменные, металлические, железобетонные, деревянные;
- по длине - малые ( до 25 м ), средние ( 25-100 м ), большие (100-500 м), и внеклассные ( более 500 м );
- по способу передачи давления на опоры (статическая схема) - балочные, арочные, рамные, висячие, вантовые.

Сооружение для пропуска пути над водным препятствием называется собственно *мостом*. При пересечении крупных рек одновременно с мостами сооружают мостовые переходы. Постройка мостов через большие водные преграды требует значительных

материальных затрат и выполняется только после тщательно проведенных изысканий.

Немного из истории мостостроения. Древний Рим был империей дорог. Только благодаря хорошему сообщению такая обширная территория могла управляться из центра. Дороги позволяли войскам оперативно оказываться в любом нужном месте, чиновникам и купцам – быстро и удобно добираться до любой провинции. Важной частью этой дорожной сети общей протяженностью почти 300 тыс. км были мосты. Римляне строили их так основательно, что и сегодня, по прошествии двух тысячелетий, около 300 из них продолжают существовать и ими до сих пор пользуются. Возведенный 2100 лет назад севернее Рима Мильвийский мост выдерживал во время второй мировой войны даже тяжесть танков.

В V в. Римская империя рухнула, и в хаосе переселения народов прекратилась внешняя торговля, строительство дорог и мостов. И лишь в XII в. стали возрождаться строительные работы по возведению дорог и мостов, причем, так как строительство мостов было весьма дорогостоящее, то в ту пору с каждого проезжающего через мост взимали «мостовой сбор».

Со времен античности для строительства мостов предпочитали камень в силу его долговечности. Однако в лесистых районах определенное преимущество имело дерево: деревянный мост сравнительно дешевле, и если наводнение сносило такой мост, то можно было быстро соорудить новый, хотя такие мосты были подвержены гниению и пожароопасны.

Несмотря на опасность пожаров, в Центральной Европе еще и ныне существует около 200 больших деревянных мостов. Несомненно, есть деревянные мосты и в России, причем в большом количестве, особенно малые.

Важную роль сыграли деревянные мосты в развитии железных дорог Северной и Южной Америки. Из-за обилия рек и каньонов необходимо было возводить множество мостов; строительство каменных мостов требовало колоссальных затрат, а дерево было доступным и дешевым строительным материалом, правда, прочность таких мостов оставляла желать лучшего.

Строительство первых железных дорог в Германии тоже потребовало высоких мостов. Однако лишь немногие из них были деревянными, большинство возводили из камня и кирпича.

Арочный мост из естественного камня мог столетиями выдерживать тяжесть людей и лошадей, экипажей и телег. Но когда новое средство сообщения – железная дорога – начала завоевывать мир, сразу же выяснилась ограниченность прежнего мостостроения. Так как

на рельсовой трассе не должно быть больших подъемов и крутых спусков, то железная дорога пересекает долины по высоким виадукам, проходит по тоннелям сквозь горы и т.д. Для каждого ручья, каждой поперечной дороги, каждого оврага нужен мост; а поскольку их требуется так много, они должны быть недорогими и выдерживать супертяжелые грузы.

Когда научились производить железо, то из нового материала стали возводить мосты всех форм и строительных типов. Современные мосты создаются из комбинации материалов, соединяющей лучшие качества камня и стали, - из железобетона.

Рекорды протяженности пролетов, как правило, принадлежат не каменным или бетонным мостам, не балочным и арочным. Все они уступают пальму первенства « королю мостов» – *висячему* мосту на стальных тросах. В современных висячих мостах проезжая часть подвешена на стальных штангах или тросах разной длины, сплетенных из тысяч тонких стальных проволок, что позволяет ей оставаться горизонтальной.

В обычном висячем мосту несущие тросы, перекинутые через пилоны, закрепляются на берегах. Вся конструкция держится на этих дугообразных провисающих между опорами тросах. Наряду с этим существуют и *вантовые* висячие мосты, где проезжая часть подвешивается на множестве косых тросов, крепящих ее к высоким пилонам. При этом тросы натянуты не от верхней точки пилон, а с разных его уровней и расходятся веерообразно или параллельно. Они предельно натянуты, так что почти не провисают, при такой конструкции балка моста под проезжей частью может быть непривычно тонкой.

Разновидностью мостов являются *подвижные* разводные или подъемные мосты, предназначенные для пропуска судов. Они сооружаются в низменных местах, где накладно строить множество виадуков, способных пропускать суда с мачтами.

Иногда мосты строят при пересечении дорогой глубоких оврагов, горных ущелий, и не только для пропуска воды, но и вместо насыпи, если ее возведение оказывается невозможным или из-за большой высоты обходится дороже моста. Такие мосты называются *виадуками*. При пересечении двух дорог в разных уровнях строят *путепроводы*, обеспечивающие независимый и безопасный пропуск транспорта. Сооружения значительной длины, предназначенные для пропуска дороги над окружающей территорией с оставлением под ними свободного пространства, называется *эстакадами*. Их возводят в городах для пропуска скоростных автомагистралей и железных дорог над городскими застройками или другими путями сообщения, на

территориях промышленных предприятий, на подходах к большим мостам, при уширении набережных и организации движения в городских условиях вдоль рек.

Эстакады устраивают взамен больших насыпей в городах, где они меньше стесняют улицы и не препятствуют проезду и проходу под ними.

Вместо глубокой выемки иногда экономически выгодно соорудить тоннель. *Тоннели* принадлежат к числу наиболее ответственных искусственных сооружений. Они строятся для преодоления горных массивов, достаточно высоких водоразделов, холмов, оползневых зон, осыпей, а также достаточно мощных водных преград. В последнем случае выбор делается на основе технико-экономического сравнения вариантов мостового и тоннельного переходов. Такие виды тоннелей называются *горными*. В городских условиях автодорожные тоннели иногда сооружают при пересечении улиц с интенсивным автомобильным движением (*городские тоннели*). Кроме того, городские тоннели сооружают для пропуска под землей пешеходов. Для пропуска автомобильной и железной дороги под пересекаемыми реками или проливами сооружают *подводные* тоннели.

Тоннель надежно защищают от проникновения в них поверхностных и грунтовых вод и делают водоотводы. Для выпуска воды за пределы тоннеля продольный профиль пути в нем проектируется на уклоне в одну или обе стороны, как правило, не менее 3 промилей. При необходимости расположения тоннелей в кривых радиус их должен быть не менее 600 м. В тоннелях большой протяженности предусматривают искусственную вентиляцию и освещение.

Весьма распространенными и ответственными искусственными сооружениями, особенно на железной дороге, являются *подпорные стенки*, которые удерживают от обрушения находящийся за ней массив грунта. Большое значение для безопасности движения по путям сообщения в горных условиях имеют противообвальные *галереи* - сооружения, предохраняющие участок дороги от воздействия обвалов и камнепадов. Для обеспечения необходимой ширины автомобильной дороги на крупных склонах и сокращения объемов работ по разработке грунтов строят *балконы*.

Для безопасности движения поездов требуется, чтобы локомотивы и вагоны, а также грузы на открытом подвижном составе могли свободно проходить мимо устройств и сооружений на пути, не задевая их, а также мимо следующего по соседним путям подвижного состава. Это требование обеспечивается соблюдением установленных государственным стандартом габаритом приближения строений и габаритом подвижного состава.

Габаритом приближения строений называется предельное поперечное очертание, внутрь которого, помимо подвижного состава, не должны заходить никакие части сооружений и устройств. Исключение составляют лишь те устройства, которые предназначены для непосредственного взаимодействия с подвижным составом (контактные провода и т. д.).

Все искусственные сооружения на железных дорогах строятся с соблюдением путевого габарита по высоте – 6400 мм, а по ширине – 4900 мм.

Габаритом подвижного состава называется предельное поперечное очертание, в котором, не выходя наружу, должен помещаться как груженный, так и порожний подвижной состав, установленный на прямом горизонтальном пути. Существует несколько габаритов подвижного состава в зависимости от его назначения.

Искусственные сооружения являются дорогими и ответственными, поэтому прежде, чем их сооружать, проводят подробные технико-экономические изыскания.

### ***3.3. Верхнее строение пути***

Верхнее строение пути служит для направления движения подвижного состава, восприятия силовых воздействий от его колес и передачи их на нижнее строение пути.

С первых лет строительства и эксплуатации железных и автомобильных дорог велись работы по совершенствованию основных элементов пути, его нижнего (земляного полотна) и верхнего строений. Конструкция верхнего строения пути подвергалась существенным изменениям.

Верхнее строение ***железнодорожного пути*** состоит из балластной призмы, на которую укладываются железобетонные, деревянные или металлические (за рубежом) шпалы, а к ним с помощью особых скреплений прикрепляются рельсы.

*Балластная призма* - элемент верхнего строения пути из балласта, укладываемого на земляное полотно для стабилизации рельсо-шпальной решетки при воздействии динамических нагрузок от подвижного состава. Балластная призма может состоять из одного, двух и трех слоев балласта. Размеры балластной призмы (ширина призмы, крутизна откосов) назначаются с учетом вида балласта, нагрузок от подвижного состава, скорости движения поездов, грузонапряженности, типа рельсов, материала шпал, расстояния между ними и несущей способности земляного полотна.

Балластный слой, помимо распределения нагрузок от колес на земляное полотно, выполняет функцию удержания верхнего строения пути. Сцепление балластных частиц между собой и балласта со шпалами препятствует продольному и поперечному сдвигу пути.

Дополнительное закрепление верхнего строения пути достигается засыпкой балласта почти до верха шпал и увеличением ширины балластной призмы на 150-300 мм от концов шпал. Стандартная длина деревянных шпал – 2750 мм, а на особо грузонапряженных участках – 2800 мм.

Срок службы деревянных шпал, пропитанных масляными антисептиками, - 15-18 лет, железобетонных шпал - 40-50 лет. На 1 км железнодорожной линии, как правило, укладывают на прямых участках 1840 шпал, на кривых - 2000 шпал.

Рельсы предназначены для направления движения колес подвижного состава, восприятия нагрузки от него и передачи ее на шпалы. Кроме того, рельсы используются на участках с автоблокировкой как проводники сигнального тока, а при электротяге - обратного тягового тока.

Рельсовый путь представляет собой две непрерывные рельсовые нити, расположенные на определенном расстоянии друг от друга. Это обеспечивается за счет крепления рельсов к шпалам и отдельных рельсовых звеньев между собой. Рельсы к шпалам крепят с помощью промежуточных скреплений, которые должны обеспечивать надежную и достаточно упругую связь рельсов со шпалами, сохранять постоянство ширины колеи и не допускать продольного смещения и опрокидывания рельсов.

Простой первоначально рельсовый путь совершенствовался как в конструктивном, так и в качественном отношении. Со второй половины XIX в. в железнодорожном строительстве применялись главным образом широкоподошвенные рельсы и костыльное прикреплению к деревянным поперечинам, уложенным в песчаном балласте. Путь на щебне появился уже в XX в. В России раньше, чем в других странах, осознали важность унификации применяемых рельсов. В 1874 г. была проведена их первая типизация: приняты четыре типа рельсов – Ia, IIa, IIIa, IVa и технические условия их изготовления, которые просуществовали без изменений до 40-х гг. XX в. и вынесли почти шестикратное увеличение грузонапряженности железных дорог. Основные принципы типизации были использованы при разработке стандартных рельсов P50, P65, P75, (буква P – означает рельс, а цифра – округленная масса 1 м рельсов в кг.), осуществленной в результате длительных и всесторонних исследований взаимодействия пути и подвижного состава, состояния металла при соответствующих видах нагрузки. Рельсы получают



прокаткой из специальной высокоуглеродистой стали с легирующими добавками, обеспечивающей высокую прочность.

Рельсы выпускают стандартной длины по 25 м. Кроме того, для укладки в кривых изготавливают укороченные рельсы длиной 24,92 и 24,84 мм.

В нашей стране в 80-е гг. впервые в мировой практике была освоена термическая обработка рельсов по всей длине, что существенно повысило сопротивляемость металла возникновению и развитию дефектов контактно-усталостного происхождения.

Сроки службы рельсов измеряются количеством проследовавшего по ним тоннажа и в среднем до их перекладки составляют для термически упрочненных рельсов Р65 - 500 млн т брутто, а для Р50 - 350 млн т брутто (Р75- 650 млн т брутто). Срок службы рельсов Р75 примерно на 30 % выше, чем для Р65.

Как правило, длинные болты, проходящие сквозь пружинные скобы, удерживают рельс на положенном ему месте. Такая упругая система крепления способствует более мягкой езде. Когда рельсы состыкованы, между каждым отрезком имеется небольшой зазор. Он позволяет металлическим рельсам без помех расширяться при нагревании. Скрепленная болтами рельсовая накладка удерживает вместе соседние отрезки рельсов. Серьезным достижением стало внедрение *бесстыкового пути*, укладываемого сварными плетями длиной до 800 м. В бесстыковом пути применяют главным образом рельсы Р65, надежные клеммные промежуточные скрепления, железобетонные шпалы, щебеночный и асбестовый балласт.

Верхнее строение пути работает в сложных условиях, подвергаясь воздействию проходящих транспортных средств, атмосферных осадков, ветра, колебаний температуры. При этом оно должно быть достаточно прочным, устойчивым, долговечным и экономичным.

На магистральных железных дорогах в зависимости от грузонапряженности установлены три типа верхнего строения пути (табл.7)

Для перехода подвижного состава с одного пути на другой служат устройства по соединению и пересечению путей, относящиеся к верхнему строению. Соединения путей между собой осуществляются стрелочными переводами, а пересечения путей - глухими пересечениями.

Для того, чтобы движущийся поезд мог перейти с одной колеи на другую, такой переход должны сделать его колеса. В этом им помогают переводные железнодорожные стрелки. Направляющие рельсы позволяют колесам пересечь "крестовину", где встречаются обе колеи.

Таблица 7

## Классификация верхнего строения пути железной дороги

Тип ВСП	Грузонапряженность млн. ткм / км в год	Масса рельсов кг / м	Срок службы, млн.тонн брутто
Особо тяжелый	Более 50	75	650
Тяжелый	25-50	65	500
Нормальный	До 25	50	350

В кривых участках устройство железнодорожного пути имеет ряд особенностей, основными из которых являются возвышение наружного рельса над внутренним, наличие переходных кривых, уширение колеи при малых радиусах, укладка укороченных рельсов на внутренней рельсовой нити, усиление пути, увеличение расстояния между осями путей на двух- и многопутных линиях.

Возвышение наружного рельса предусматривается при радиусе кривой 4000 м и менее для того, чтобы нагрузка на каждую рельсовую нить была примерно одинаковой с учетом действия центробежной силы.

Когда поезд движется по изгибу пути, на него действует центробежная сила, которая стремится вытолкнуть поезд с его колеи наружу. Чтобы оказать противодействие этой боковой силе, наружный рельс устанавливают выше внутреннего. Подобное превышение одного рельса над другим называется наклоном виража, оно позволяет поездам, не снижая скорости, преодолевать закругленные участки пути. Расстояние между рельсами на изгибах пути делают больше, чем на прямых участках. В результате этого уменьшается сила трения, которая действует на колеса, когда центробежная сила тянет вагон вбок, и заодно уменьшается износ рельсов, это расстояние называется провесом.

Верхнее строение пути *автомобильной дороги* называется **дорожной одеждой**. Дорожная одежда является важнейшим и дорогостоящим элементом автомобильной дороги, которая представляет собой многослойную конструкцию из нескольких слоев, уложенных на тщательно спланированное и уложенное земляное полотно. Дорожную одежду устраивают в пределах габаритов проезжей части дороги с целью создания условий, обеспечивающих возможность круглогодичного, безопасного, с расчетными скоростями и нагрузками, удобного движения современных автомобилей.

К дорожной одежде как к инженерной конструкции предъявляют ряд конструктивных, технологических и эксплуатационных требований.

Она должна быть прочной, долговечной, иметь шероховатую и ровную поверхность, обеспечивающую высокий коэффициент сцепления с автомобильными шинами и наименьшее сопротивление при движении автомобилей. Во время движения по ней не должно возникать сильного шума и пыли.

*Прочность* дорожной одежды - характеристика несущей способности дорожной одежды, рассматриваемой конструкции, оценивается модулем упругости  $E$  и измеряется в мегапаскалях.

*Долговечность* (срок службы автомобильной дороги) - период от сдачи построенной дороги в эксплуатацию до ее реконструкции или время между капитальными ремонтами.

*Шероховатость дорожного покрытия* - наличие на поверхности покрытия малых неровностей, не отражающихся на деформации шины и обеспечивающих повышение коэффициента сцепления с шиной; определяется размером микровыступов и остротой угла вершины микровыступа.

*Ровность* дорожного покрытия - качественное состояние поверхности проезжей части, обеспечивающее высокие транспортно-эксплуатационные свойства дороги, такие, как комфортабельность, безопасность. Измеряется по размеру просвета между поверхностью покрытия и рейкой или с помощью специальных приборов. Так, с помощью толчкомера суммируется сжатие задних рессор автомобиля на пути в 1 км и соответственно измеряется в сантиметрах на километр.

Автомобилизация предъявила свои требования к дорогам. Автомобили быстро разрушали щебеночные дороги, летели камни, пыль. Для обеспыливания сначала поливали дороги водой, затем нефтью, а затем промежуточным продуктом перегонки нефти – гудроном. Выяснилось, что гудрон, наряду с обеспыливанием, обладает вяжущими свойствами и придает дороге устойчивость к разрушающему воздействию шин.

Конструкция дорожной одежды должна состоять из минимального числа слоев, при устройстве которых можно было бы применять комплексную механизацию и индустриальные методы строительства, а для удешевления и сокращения сроков строительства широко использовать местные материалы.

В конструкции дорожной одежды различают два основных слоя: покрытие и дорожное основание.

*Покрытие* - верхняя часть дорожной одежды, воспринимающая усилия от колес автомобилей и подвергающаяся воздействию атмосферных факторов. Покрытие, как и вся дорожная одежда, должно быть плотным, прочным, ровным, шероховатым, должно обеспечивать необходимые эксплуатационные качества проезжей части в любое

время года. Так как покрытие устраивают из наиболее дорогостоящих материалов, ему придают минимально допустимую толщину. Покрытие может состоять из одного или нескольких слоев. Верхний слой дорожного покрытия должен легко и с минимальными затратами восстанавливаться при ремонтах, по возможности без перерыва движения по дороге. Этот восстанавливаемый в процессе эксплуатации дороги верхний слой покрытия называется **слоем износа**. В целях безопасности движения и защиты верхнего слоя покрытия от проникновения в него влаги устраивают поверхностную обработку, которая способствует повышению прочности и шероховатости гладких покрытий в процессе эксплуатации.

Дорожная одежда должна быть прочной независимо от изменения режима увлажнения в течение года. Прочность материалов, используемых в дорожной одежде, зависит от *состава движения* (доли транспортных средств разного типа в транспортном потоке, имеющих различное давление на покрытие дорожной одежды) и климатических условий для данного района эксплуатации.

В районах с неустойчивой зимой, с суровым климатом и при частых перепадах температуры для покрытия выбирают более прочные и морозоустойчивые породы камня. В районах с жарким летом покрытие, построенное с применением органически вяжущих материалов, размягчается, поэтому необходимо применять более вязкие битумы.

**Дорожное основание** - несущая прочная часть дорожной одежды, обеспечивающая совместно с покрытием перераспределение и снижение давления на расположенные ниже дополнительные слои или грунт земляного полотна. Оно не подвергается непосредственному воздействию колес автомобиля, поэтому для его устройства применяют материалы меньшей прочности, чем для покрытия и слоя износа, но оно должно быть достаточно прочным, чтобы выполнять свою функцию распределения статической и динамической нагрузок на лежащее под ним земляное полотно. Основание также может состоять из одного или нескольких слоев. Как правило, верхние слои основания устраивают из более прочных материалов, чем нижние. Нижние слои основания, хотя и менее прочны, но должны быть из достаточно морозоустойчивых и водостойких материалов.

В районах сезонного промерзания грунтов на дорогах, находящихся в неблагоприятных грунтово-гидрологических условиях, между основанием и верхней частью земляного полотна устраивают *дополнительные слои основания*, прерывающие капиллярное поднятие воды.

Конструкцию дорожной одежды и вид покрытия принимают исходя из транспортно-эксплуатационных требований и категории проектируемой дороги. При этом учитывают нагрузку на дорожную одежду и состав движения, интенсивность транспортных средств, климатические и грунтово-геологические условия. Имеется много возможных сочетаний земляного полотна, оснований, покрытий и слоев износа. То или иное сочетание зависит от материалов и несущей способности земляного полотна и покрытий, размеров движения, нагрузок от колес и климата. Обычно выбирают наиболее экономичное сочетание, соответствующее данным условиям и имеющимся материалам.

Все дорожные одежды классифицируют по четырем основным типам: капитальные, облегченные, переходные и низшие. Каждому типу дорожной одежды соответствуют несколько видов покрытий. К *капитальному типу* дорожной одежды относятся цементобетонные монолитные, железобетонные или армобетонные сборные, асфальтобетонные покрытия. К *облегченному типу* дорожных одежд относятся асфальтобетонные, дегтебетонные покрытия, а также из щебня, гравия и песка, обработанных вяжущими материалами. *Переходный* тип дорожной одежды обычно имеет щебеночное, гравийное покрытие, покрытие из грунтов и местных малопрочных каменных материалов, обработанных вяжущими материалами. И к *низшему* типу относятся покрытия из грунтов, укрепленных или улучшенных добавками.

При проектировании и строительстве автомобильной дороги применяют  *типовые конструкции дорожных одежд* , которые приведены в альбоме типовых конструкций. В этом альбоме приведен каталог, по которому можно выбрать предельные номера покрытий и оснований в зависимости от класса прочности, и перечень конструктивных слоев дорожной одежды с указанием климатических зон, в которых рекомендуется применять данный конструктивный слой.

На ***воздушном транспорте*** пространство над аэродромом и прилегающей местностью в радиусе примерно 50 км называется районом аэропорта и используется для размещения самолетов, ожидающих посадки на *летное поле*. Летное поле как составная часть аэродрома имеет одну или несколько *взлетно-посадочных полос (ВПП)*. Их длина, ширина и прочность обусловлены типами обслуживаемых самолетов и составляют соответственно от 1000 до 4000 м и более и 45-80 м и более.

В большинстве аэропортов ВПП покрывают плитами из монолитного бетона. Во многих малых аэропортах ВПП не имеют

твёрдого покрытия, поэтому их работа очень сильно зависит от метеорологических условий.

Для **водного транспорта** верхним строением пути является сама вода, по которой и осуществляется движение судов. Для безопасности водный путь обозначен специальными навигационными средствами (бакены, маяки и т.д.).

Верхнее строение пути **трубопроводного транспорта** сам трубопровод, который состоит из стальных труб, укладываемых в траншеи глубиной до 2,5 м. Газопроводы собирают из труб диаметром до 1420 мм и поддерживают в них давление газа 5-6 МПа. Напор в газопроводах создается естественным давлением газа, выходящего из источника, или компрессорами и газодувками. Для поддержания давления на расчетном уровне по всей длине трубопровода на расстоянии 100-130 км друг от друга сооружают компрессорные станции с газоперекачивающими агрегатами. В конечном пункте газопровод разветвляется на ряд направлений с газораспределительными станциями. При отпуске бытового газа на станциях производят его одоризацию (придание специфического запаха).

Для защиты от коррозии их покрывают изоляционными материалами. Для защиты трубопроводов от блуждающих токов на линии строят станции катодной защиты.

В повышенных местах трассы трубопроводы для жидких грузов оснащают устройствами для периодического выпуска скапливающегося воздуха, а в пониженных местах трассы - осадочные колодцы для очистки трубопровода от оседающих песка и грязи.

#### 4. Терминалы

Терминал представляет собой пункт, где кончается одна транспортная сеть и начинается другая, почти каждый маршрут перевозок имеет узловые пункты, где происходит смена вида транспорта.

Терминал - это комплекс сооружений, обеспечивающий доступ к подвижному составу, работающему на определенном пути сообщения; обеспечивающий легкую смену подвижного состава, работающего на данном пути или с другими видами транспорта; облегчающий объединение транспортных потоков.

По величине терминалы могут быть от простых придорожных автобусных остановок до крупных комплексов главных портов.

Терминалы, как правило, расположены в удобных местах, хорошо доступных для пассажиров и доставки грузов, т.е. размещаются вблизи мест сосредоточения населения и концентрации погрузки и выгрузки.

Терминалы всех видов транспорта можно подразделить на грузовые и пассажирские. Если пассажирские терминалы должны обеспечить необходимый уровень обслуживания, выполняемого для создания комфорта и удобств пассажиров, то грузовые этого не требуют, но создают ряд других проблем. Возникает необходимость в механизмах для загрузки и разгрузки транспортных средств, для сортировки, складирования грузов и для транспортировки их в пределах терминала.

При грузовых перевозках упор должен быть сделан на скорости движения транспортных средств и быстрой перевалке грузов с одного вида транспорта на другой. Это означает, что терминал должен быть спроектирован так, чтобы избежать заторов транспортных средств. Он должен быть в достаточной степени оснащен механическим оборудованием для переработки генеральных грузов и специализированным оборудованием для обработки специальных грузов.

Терминалы всех видов транспорта имеют складское хозяйство, которое предназначено в основном для хранения грузов, не нужных в данный момент, но которые понадобятся в будущем. Причем условия хранения должны быть безопасны и для самих грузов, и для окружающей среды. В пассажирских терминалах склады существуют в виде камер хранения багажа. В грузовых терминалах склады существуют на пути потоков распределения грузов. Грузы, как правило, хранятся на складах для следующих целей:

- сглаживания колебаний в потребности и их наличии, которые могут быть вызваны естественными причинами, политическими событиями, коммерческой обстановкой и т.д.;

- накопления грузов, поступающих с разных мест, которые в дальнейшем должны следовать в одном направлении;
- накопления грузов до определенных размеров партии при отправке другим видом транспорта (например, завозятся грузы автомобилями, а затем, по мере накопления, перегружаются на морское судно, грузоподъемность которого в сотни раз больше грузоподъемности автомобиля).

Склады должны иметь площадь, достаточную для хранения грузов и работы внутреннего транспорта, погрузочно-разгрузочных машин и механизмов.

Склады могут представлять собой *открытые* площадки для тех грузов, которым не страшны погодные явления, или *закрытые*. Закрытые складские помещения могут быть одно-, двух- и многоярусными.

Кроме того, склады могут быть *общего назначения* (для генеральных грузов) или *специализированными* (для какого-либо одного вида груза, например, резервуары для жидких грузов, нефти, газа на трубопроводном транспорте, для хранения леса, сельскохозяйственной продукции, контейнерные площадки и т.д.)

Все грузовые терминалы, а также складское хозяйство каждого терминала снабжены погрузочно-разгрузочными устройствами. Стационарные погрузочно-разгрузочные механизмы относятся к постоянным устройствам.

В интенсивно загруженных аэропортах используют стационарные транспортеры для перемещения багажа. Основное же применение погрузочно-разгрузочные устройства имеют в грузовых терминалах – в морских и речных портах, на железнодорожных станциях.

В морских и речных портах и на пристанях для выполнения погрузочно-разгрузочных операций с контейнерами, лесоматериалами, штучными тяжеловесными, а также навалочными грузами применяются *портальные стреловые краны*. Они представляют собой грузоподъемные машины, у которых поворотная часть с механизмами вращения поворота груза и изменения вылета стрелы монтируется на высокой раме портала. Наиболее распространены портальные краны грузоподъемностью 5 – 15 т.

В морских и речных портах для работы с крупнотоннажными контейнерами (штабелирование в несколько ярусов, погрузка на автомобильный и другой транспорт) применяют *портальные погрузчики* (автоконтанероовозы). Для перемещения, погрузки и разгрузки порошкообразных грузов (цемент, фосфоритная мука и др.) применяют *пневматические* погрузо-разгрузочные устройства, или *пневмоперегрузатели*. На железнодорожном, речном и морском



транспорте пневмоперегрузчики часто используют на перегрузке зерновых грузов. Принцип их работы основан на засасывании и перемещении груза струей воздуха, движущейся в трубопроводе с определенной скоростью или на заполнении грузом всей площади сечения трубопровода и перемещении его давлением воздуха.

Для удобной работы стационарных погрузочно-разгрузочных устройств на терминалах всех видов транспорта существуют погрузочно-разгрузочные площадки, которые имеют достаточную площадь для подачи грузов с одного вида транспортных средств и перегрузки его на другой, либо в складские помещения и площадки, которые расположены рядом. Погрузочно-разгрузочные площадки, как правило, имеют подъездные железнодорожные или автомобильные пути, либо трубопроводы.

Если выполняются международные пассажирские перевозки, должны быть предусмотрены устройства таможенной и карантинной служб.

#### ***4.1. Терминалы железнодорожного транспорта***

Терминалы железнодорожного транспорта подразделяются в основном на грузовые и пассажирские, хотя бывают и совмещенные терминалы.

Для пропуска заданного числа поездов по участку и обеспечения безопасности движения поездов железнодорожные линии делятся на перегоны или блок-участки отдельными пунктами, к которым относятся разъезды, обгонные пункты, путевые посты и станции.

Разъезды - это отдельные пункты на однопутных линиях, имеющих путевое развитие для скрещения и обгона поездов.

Обгонные пункты - это отдельные пункты на двухпутных линиях, имеющие путевое развитие, допускающее обгон поездов и в необходимых случаях перевод поезда с одного главного пути на другой.

Путевые посты - это отдельные пункты без путевого развития, предназначенные для регулирования движения поездов (блокпосты) при полуавтоматической блокировке, посты примыкания на однопутном перегоне и т.п.). Эту же функцию на участках, оборудованных автоблокировкой, выполняют проходные светофоры, а при автоматической локомотивной сигнализации - обозначенные границы блок-участков.

***Железнодорожная станция*** - отдельный пункт, имеющий путевое развитие, позволяющее производить операции по приему, отправлению, скрещению и обгону поездов, по обслуживанию пассажиров, приему и выдаче грузов, а при развитых путевых

устройствах - маневровую работу по расформированию и формированию железнодорожных составов и технические операции с поездами. Железнодорожная станция - основная производственно-хозяйственная единица на железнодорожном транспорте, где осуществляется непосредственная связь железной дороги с клиентурой. На железнодорожной станции осуществляются начальные и конечные операции перевозочного процесса и работа по обеспечению движения поездов.

На современной отечественной железной дороге в зависимости от объема и сложности работы и наличия тех или иных технических устройств железнодорожные станции подразделяются на шесть классов. Железнодорожные станции, имеющие большой объем работы и высокий уровень оснащения, считаются внеклассными; за ними следуют станции с I по V класс.

Железнодорожные станции специализируются по характеру работы; различают промежуточные, участковые, сортировочные, пассажирские и грузовые станции. *Промежуточные станции* имеют путевое развитие и устройства для обгона, скрещения и пропуска поездов, погрузки и выгрузки грузов, посадки, высадки и обслуживания пассажиров. Отдельные промежуточные станции обслуживают подъездные пути промышленных предприятий. *Участковые станции* предназначены в основном для смены локомотивов и их экипировки, технического обслуживания и коммерческого осмотра составов, расформирования и формирования составов сборных и участковых поездов, технического обслуживания и ремонта вагонов, а также для выполнения пассажирских и грузовых операций. Обычно на участковых станциях происходит смена локомотивных бригад. *Сортировочные станции* служат для массового расформирования грузовых поездов, переработки транзитных и местных вагонопотоков с разных направлений и формирования поездов, идущих на большие расстояния без переработки на попутных станциях.

Для обслуживания пассажиров и выполнения операций с пассажирскими поездами и составами в больших городах и крупных промышленных центрах сооружаются отдельные, обособленные от грузового движения, *пассажирские станции*, на которых производятся продажа билетов, прием, хранение, выдача багажа и т.д. На пассажирских железнодорожных станциях осуществляются и технические операции: прием, отправление, ремонт, санитарная обработка и экипировка пассажирских поездов.

Пассажирские станции, обслуживающие дальнее, местное и пригородное движение, имеют следующие основные устройства:

пассажирское здание (вокзал), пути для приема и отправления поездов, технические парки, локомотивное и вагонное хозяйства и т.д.

Современный **вокзал** - здание или комплекс зданий, сооружений и устройств, предназначенных для обслуживания пассажиров, управления движением транспорта и размещения персонала.

Вокзалы размещают на всех отдельных пунктах, где происходят посадка и высадка пассажиров. По преобладающему потоку пассажиров различают вокзалы для пассажиров *дальнего* и *местного* сообщения, для *пригородных* пассажиров, *смешанные*; большинство вокзалов обслуживают пассажиров всех категорий. По расположению на магистрали вокзалы могут быть *узловыми*, *транзитными*, *промежуточными* и *конечными*. В зависимости от взаимного расположения пассажирского здания и перронных путей (в плане) вокзалы бывают *боковые*, *островные*, *тупиковые* и *комбинированные*.

По числу принимаемых пассажиров различают вокзалы с расчетной единовременной вместимостью до 200 пассажиров (*малые*); от 201 до 700 пассажиров (*средние*); от 701 до 1500 пассажиров (*большие*) и более 1500 (*крупные*).

В состав вокзального комплекса входят привокзальная площадь, пассажирское здание, посадочные платформы, тоннели и переходные мостики через железнодорожные пути и другие коммуникации, различные архитектурные формы для отдыха пассажиров, занятий детей и др.

Привокзальные площади застраивают преимущественно административными зданиями, обслуживающими транспорт, зданиями торгового назначения, домами связи. Вблизи железнодорожных станций и вокзалов должны быть предусмотрены площадки для стоянки автомобилей.

В пассажирском здании размещают пассажирские, служебные, вспомогательные и технические помещения. К основным пассажирским помещениям относятся операционные и распределительные залы, кассовые залы, залы ожидания, комнаты матери и ребенка, помещения для отдыха пассажиров, торговые залы буфетов, кафе, ресторанов, багажные помещения, санитарные узлы. Иногда вокзалы устраиваются вместе со зданиями общего назначения, такими, как почтамты, магазины, переговорные пункты, гостиницы, рестораны и т.д.

Как правило, вокзалы строят по индивидуальным проектам, учитывающим архитектурные ансамбли города, ландшафт и др.; малые вокзалы - по типовым проектам.

Для организации массовой погрузки и выгрузки грузов, а также перегрузки их с одного вида транспорта на другой или с одной

железнодорожной колеи на другую в крупных промышленных и населенных пунктах устраивают *грузовые станции*.

*Грузовая станция* - отдельный пункт, предназначенный в общем случае для приема к перевозке, взвешивания, кратковременного хранения, погрузки, выгрузки, сортировки и выдачи грузов. А также для оформления перевозочных документов, приема, расформирования, формирования и отправления грузовых поездов и передачи вагонов, производства маневровой работы по подаче вагонов на грузовые фронты и уборке их, обслуживания подъездных путей и организации транспортно-экспедиционного обслуживания клиентуры.

В зависимости от назначения и характера выполняемой работы грузовые станции подразделяются на *неспециализированные* (служащие для погрузки и выгрузки грузов разных видов) и *специализированные* (для отдельных видов грузов), которые сооружаются в районах добычи полезных ископаемых и в крупных городах перед входом в промышленный район для обслуживания крупных комбинатов или непосредственно на предприятиях. Специализированные станции служат для погрузки или выгрузки какого-либо одного груза или родственных грузов, перевозимых в больших объемах, например, угля, руды, минеральных и строительных материалов. Для перегрузки грузов из вагонов одной железнодорожной колеи в вагоны другой колеи устраивают *перегрузочные станции*. К числу грузовых относятся также *портовые станции*.

Расположение грузовой станции должно обеспечивать:

- удобную автодорожную связь с обслуживаемым городом или промышленным предприятием, так как железнодорожные перевозки чаще всего начинаются и завершаются на автомобильном транспорте;
- возможность устройства пересечения железнодорожных путей, соединяющих грузовую станцию с сортировочной станцией в разных уровнях с городскими улицами;
- удобную передачу вагонов с сортировочной на грузовую станцию и т.д.

В международных сообщениях передача грузов от железной дороги одного государства на железную дорогу другого государства осуществляется через *пограничные станции*, которые располагаются обычно в нескольких километрах от государственной границы в глубь каждого государства. Если в пограничном пункте сходятся железные дороги разной колеи, производится перегрузка из вагонов одной колеи в вагоны другой колеи или перестановка вагонов с тележек и колесных пар одной колеи на тележки другой колеи, что устраняет необходимость перегрузки грузов или пересадки пассажиров. На пограничных станциях

имеются специальные пути и устройства для таможенного досмотра и перегрузочных операций.

Совокупность станций, подходов к ним, соединительных и других ветвей называется **железнодорожным узлом**. Станции крупных железнодорожных узлов специализируются по характеру работы: сортировочные, пассажирские и грузовые. Все железнодорожные станции, входящие в состав узла, сохраняя административную самостоятельность, в своей работе тесно взаимосвязаны и имеют единое руководство, осуществляемое обычно отделением дороги.

Железнодорожная станция, расположенная на магистральной линии общей сети, к которой примыкает один или несколько подъездных путей промышленных предприятий, называется *станцией примыкания*.

Так как в крупных городах существуют линии метрополитена, то и они имеют свои терминалы.

**Станция метрополитена** - пункт остановки подвижного состава метрополитена, служащий для удобной высадки и посадки на поезда и пересадки пассажиров на смежные линии или другие виды транспорта (железнодорожный, автомобильный, авиационный, водный). Станции метрополитена располагаются в местах образования пассажиропотоков: на площадях, пересечениях уличных магистралей, у торговых и культурно-массовых центров, железнодорожных, морских, речных авто- и авиавокзалов, стадионов, парков, крупных промышленных предприятий, а также на пересечениях разных линий метрополитена. В состав станций метрополитена обычно входят: подземные, наземные и надземные планировочные объемы с пассажирскими залами и платформами, вестибюли, пересадочные коридоры, служебно-технические помещения и средства, обеспечивающие нормальное функционирование станции и обслуживание пассажиров; путевое развитие, позволяющее проводить операции по приему, отправлению поездов, а при развитых путевых устройствах и маневровую работу.

Как правило, станции метро своим архитектурным оформлением и наименованием отражают особенности прошлого и настоящего той местности, где они расположены, совмещая при этом функции вокзала и железнодорожной станции.

В зависимости от гидрогеологических условий, насыщенности территорий инженерными коммуникациями, сложившейся исторической застройки города все станции метро можно классифицировать по трем признакам. По признаку положения станции на генеральной схеме линий метрополитена и ее эксплуатационной особенности они подразделяются на *пересадочные, зонные и конечные*. По расположению станции

относительно поверхности земли и способу работ по ее возведению станции метро подразделяются на *подземные глубокого заложения*, сооружаемые закрытым способом; *подземные мелкого заложения*, сооружаемые открытым или закрытым способом; *наземные и надземные*. По расположению и числу пассажирских платформ станции метро, имеющие два пассажирских пути, делятся на *1-платформенные* - с островной платформой, *2-платформенные* - с боковыми платформами и *3-платформенные* - с одной островной и двумя боковыми платформами.

В комплекс служебно-технических средств станции метро входят устройства, обеспечивающие электроснабжение, вентиляцию, водоотлив, водоснабжение, пожаротушение, связь, а также помещения и инвентарь для организации уборки станции и создания необходимых условий работы при ее обслуживании; организационная техника для ведения кассовых операций и размена денег; блоки сооружений и механизмов машинных залов эскалаторного хозяйства.

Длина станций метро устанавливается в зависимости от числа вагонов в составах, проходящих через станцию, с учетом перспективы развития движения.

В большинстве городов функционирует вид городского рельсового транспорта – трамвай, основные терминалы которого - остановочные пункты и депо.

**Депо** - предприятие, предназначенное для обеспечения эксплуатации и ремонта подвижного состава: локомотивов, вагонов, моторовагонных секций магистральных железных дорог и метрополитена, трамваев. Первые здания для обслуживания локомотивов и вагонов появились с началом эксплуатации железных дорог.

Различают депо *специализированные* - локомотивные, вагонные, моторовагонные и др. и *смешанные* - предназначенные для различных видов подвижного состава одновременно (например, электровозов и тепловозов).

#### **4.2. Терминалы автомобильного транспорта**

Для технического обслуживания проходящего по дороге транспорта, обслуживания пассажиров, а также для организации службы ремонта и содержания дорог на автомобильных дорогах устраивают различные терминалы, которые подразделяются на две основные группы: здания автотранспортной и дорожной служб.

К зданиям **автотранспортной** службы относят: здания и сооружения, обслуживающие пассажиров и грузовые перевозки

(автостанции пассажирские и грузовые, автовокзалы, мотели, контрольно-диспетчерские пункты и стационарные пункты ГАИ), а также сооружения по обслуживанию подвижного состава (станции технического обслуживания, автозаправочные станции, моечные пункты).

Выбор мест размещения пассажирских терминалов автомобильного транспорта (автобусные станции) обычно более прямолинеен, так как во многих городах центр является точкой схода многочисленных пассажирских автобусных маршрутов. Это иногда создает проблемы, такие, как дополнительные заторы при повышении интенсивности движения автобусов в центре города; шум, задымленность, вибрации и визуальное вмешательство в окружающую среду.

Тем не менее, почти во всех городах точка схождения маршрутов совпадает с центром города или крупного городского района, которые притягивают окружающее население, так как пассажиры предпочитают, чтобы их доставили к месту назначения в пределах пешеходной досягаемости, а при пересадке на другой вид транспорта или другой маршрут был обеспечен максимальный уровень удобств.

*Автовокзал* — комплекс сооружений и устройств для обслуживания пассажиров, осуществляющих поездки в междугородном сообщении, обслуживания автобусов и размещения служебного персонала.

Автовокзал оборудуют аналогично железнодорожному вокзалу. Он должен иметь помещения для ожидания пассажиров и автобусов, кассу, камеру хранения багажа, ресторан, буфет, гостиницу и др.

*Пассажирские автостанции* строят двух типов: для междугородных и пригородных автобусных маршрутов в городах, населенных пунктах, где проходят маршруты с относительно небольшой интенсивностью; для пригородных автобусных сообщений в городах с большой интенсивностью движения.

Простейшей формой автомобильного терминала является автобусная остановка на обочине, которая может быть отмечена только знаком, либо устанавливается автопавильон.

*Автопавильоны* сооружают при небольшом количестве пассажиров на тех промежуточных остановочных пунктах, где не требуется продажа билетов. Они обычно оснащены местами для сидения для удобства ожидающих пассажиров и защитными ограждениями от дождя и ветра.

Различные категории автомобильных перевозок, требующие терминального оборудования, рассмотрены изолированно, но практически на каждом терминале выполняется не одна, а обычно все

категории перевозок. Это обеспечивает значительную экономию при использовании автомобилей, оборудования и персонала. Вместе с тем это требует большого внимания при проектировании площадки терминала и выборе наиболее подходящих типов оборудования, чтобы не возникали большие потери из-за перенасыщенности и неудобного оборудования.

*Грузовые автостанции* строят в пунктах с большим объемом грузовых перевозок.

*Станции технического обслуживания (СТО)* – предприятия, основным назначением которых является проведение технического обслуживания и текущего ремонта подвижного состава. Они могут классифицироваться по видам деятельности или по маркам обслуживаемых автомобилей.

*Автозаправочные станции (АЗС)* - предприятия, снабжающие подвижной состав горюче-смазочными материалами, они располагаются в городах и на автомобильных дорогах через 150-200 км.

*Мотель* – комплекс сооружений, предназначенных для отдыха автотуристов и оказания услуг по техническому обслуживанию и заправке автомобилей. В этот комплекс входят: гостиница, ресторан, СТО, АЗС, эстакада для осмотра и мойки автомобилей, гараж, стоянка.

К зданиям **дорожной** службы относят здания управления дорог, дорожных участков, дорожных и линейных мастеров и дома для рабочих и служащих, занятых ремонтом и содержанием дорог и охраной крупных сооружений (мостов, тоннелей, переправ и т.д.).

#### ***4.3. Терминалы водного транспорта***

Терминалы водного транспорта обычно рассматриваются как терминалы для судов, но по существу они являются терминалами и для поездов, автомобильного, трубопроводного и воздушного транспорта.

Судоходные водные пути имеют пересечения с линиями железных дорог, где происходит передача грузов с одного вида транспорта на другой. В речных портах и на пристанях начинаются и заканчиваются перевозки по внутренним водным путям.

*Речным портом* называют прибрежный пункт, имеющий удобные водные подходы для судов, связанный со стороны территории с железнодорожным и автомобильным транспортом и оснащенный соответствующими сооружениями, устройствами и оборудованием, обеспечивающими быструю погрузку и выгрузку судов, вагонов и автомобилей, навигационную обработку и экипировку судов, а также обслуживание пассажиров.



*Пристанью* называют прибрежный пункт, предназначенный для приема и выдачи груза, посадки и высадки пассажиров, оснащенный необходимыми для этого устройствами.

*Остановочными пунктами* называют прибрежные пункты, где происходит посадка и высадка пассажиров и прием багажа. Остановочные пункты обычно оборудуют плавучими причалами.

Порты располагают на свободных, шлюзованных реках, каналах, озерах и водохранилищах. Порты на свободных реках могут иметь значительные колебания уровня воды. Шлюзованные реки и каналы характеризуются меньшей зависимостью от естественного режима реки. Порты на озерах и водохранилищах требуют сооружения устройств для защиты от ветрового волнения и укрытия судов от штормов.

Речные порты имеют причалы, склады, погрузочно-разгрузочные машины и установки, здания пассажирские и служебно-технические, железнодорожные пути и парки, автодороги, а также в необходимых случаях оградительные устройства - молы, волноломы и др. Участок земли, занятый портовыми устройствами, называется *территорией* порта, а водная поверхность, судовые ходы, подходы к причалам и рейды - *акваторией*.

Различают *русловые, внерусловые и смешанные* порты. В портах укладывают железнодорожные пути: погрузочно-разгрузочные со стороны причалов и со стороны складов, приемо-отправочные и соединительные.

Морские порты бывают *торговыми, рыбными, военными* и др. Большинство торговых портов являются портами *общего пользования*, осуществляющими перевалку всех поступающих грузов. Имеются также порты, *специализированные* по родам грузов, - лесные, наливные, угольные и др.

Особое внимание уделялось развитию портового хозяйства в восточных районах страны, где были построены высокомеханизированные порты и причалы: в Тобольске, Сургуте, Нижневартовске, Лесосибирске, Осетрове, Хабаровске и др. пунктах. В большинстве портов созданы специальные контейнерные причалы. Например, в Осетрове, Якутске и Красноярске действуют контейнерные терминалы для перегрузки большегрузных контейнеров, оснащенные перегружателями грузоподъемностью 30,5 т.<sup>1</sup>

Основным показателем пропускной способности портов является их производственная мощность (табл.8).

---

<sup>1</sup> Громов Н.Н., Панченко Т.А., Чудновский А.Д. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1987. С.224.

За 1996 г. в морских портах России действовали 268 перегрузочных комплексов, из них 216 оснащены универсальным оборудованием (портальные краны, погрузчики) для перегрузки широкой номенклатуры генеральных, навалочных и лесных грузов.

Для обработки наливных грузов предназначены 28 причалов, перегрузки контейнеров, зерна, сахара-сырца, цемента, угля и других - 25 высокопроизводительных специализированных комплексов<sup>1</sup>.

Таблица 8

Производственная мощность морских торговых портов  
(на 01.01.96)

Перегрузочные комплексы	Число причалов,ед	Установленная мощность
Для обслуживания транспортного флота	297	163 млн т
в том числе специализированные	78	104 млн т
Для сухих грузов	269	102 млн т
из них генеральных	181	42 млн т
в том числе специализированные	17	8 млн т
Для лесных грузов	20	6 млн т
в том числе специализированные	4	2 млн т
Для навалочных грузов	45	35 млн т
в том числе специализированные	6	15 млн т
Паромные	4	10 млн т
Для зерновых грузов	19	9 млн т
Для наливных грузов	28	61 млн т
Пассажирские комплексы	21	1300 тыс. чел.

Обычно порты входят в состав транспортных узлов и взаимодействуют с различными видами транспорта. Основной объем грузов, перевозимых морским флотом, поступает с железнодорожного транспорта или передается на него. Поэтому в морских портах с большим объемом смешанных железнодорожно-морских перевозок имеются развитые железнодорожные устройства.

В морских портах имеются крытые склады для генеральных (штучных) грузов, крытые специализированные - элеваторы, холодильники, резервуары для жидких грузов и открытые площадки. К

---

<sup>1</sup> Лернер В.К. Современное состояние и перспектива развития морского транспорта России // Бюллетень транспортной информации. 1997. № 7. С.5.

железнодорожным устройствам морских портов относят портовые станции, районные парки, погрузочно-разгрузочные и соединительные пути, устройства автоматики и связи, и др.

Для выполнения пассажирских операций в необходимых случаях порты имеют пассажирские причалы и морские вокзалы или павильоны, а при значительных размерах железнодорожно-водных перевозок пассажиров - объединенные вокзалы.

Морские порты имеют внешнюю часть (подходные каналы, рейды, молы и волноломы) и внутреннюю часть (гавани, причальные линии в виде набережных и пирсов, эстакады, портовые территории и их оборудование).

Сооружение и эксплуатация морских портов осложняются при наличии морских приливов и отливов, изменяющих уровень воды на 4-12 м. Во внутренних морях приливы мало заметны. Затруднено устройство портов также при расположении их в устьях рек, впадающих в приливные моря. В таких реках уровень воды изменяется в связи с ветровым нагоном воды с моря против течения реки или ее сгоном ветром в соре. В этих случаях может возникнуть необходимость отделять порты от открытых бассейнов шлюзами.

Вблизи крупных морских портов сооружаются судоремонтные заводы, осуществляющие ремонт или реконструкцию судов всех или отдельных типов. Важным элементом судоремонтных предприятий являются сухие и плавучие доки.

#### ***4.4. Терминалы воздушного транспорта***

На воздушном транспорте основными терминалами являются аэропорты, которые представляют собой комплекс инженерных сооружений и оборудования, предназначенных для обслуживания пассажиров, переработки багажа, грузов и почты, а также выполнения технического обслуживания воздушных судов и обеспечения полетов.

Как и терминалы других видов транспорта, терминалы воздушного транспорта могут различаться по величине - от малых аэропортов, связанных главным образом с обслуживанием легких пассажирских самолетов, до крупных международных аэропортов, которые могут состоять из двух или нескольких отдельных терминалов.

В зависимости от категорий обслуживаемых воздушных линий аэропорты подразделяются на международные, федеральные и местные. Кроме того, аэропорты разделяются на пять классов в зависимости от годового пассажирооборота, от годовой интенсивности движения различных групп самолетов (табл. 9).

Таблица 9

## Классификация аэропортов

Класс аэро-порта	Годовой объем перевозок, Млн.чел.	Доля интенсивности движения, % от годовой интенсивности самолетов групп				Годовая интенсивность движения самолетов (взлеты+посадки) тыс.
		I	II	III	IV	
I	7-10	10-15	60-65	30-20	-	70-87
II	4-7	5-10	60-75	35-15	-	45-70
III	2-4	-	30-45	45-40	25-15	36-57
IV	0,5-2	-	0-15	50-55	50-30	20-50
V	0,1-0,5	-	-	45-50	55-60	5-20

Аэропорты с годовым объемом пассажирских перевозок более 10 млн чел. относятся к внеклассным аэропортам, а с годовым объемом менее 100 тыс. чел. не классифицируются. Современные аэропорты включают аэродром и пассажирский комплекс.

*Аэродром* - основная и важнейшая часть аэропорта. Главным сооружением аэродрома являются летные полосы для осуществления взлета и посадки, руления, стоянки и обслуживания воздушных судов. В пределах аэродрома производится посадка пассажиров в самолеты, высадка из них, транспортирование пассажиров, а также погрузка-выгрузка багажа, грузов, почты.

По мере роста скорости и размеров самолетов удлиняются взлетно-посадочные полосы, более мощные двигатели требуют более прочных покрытий, более крупные самолеты требуют больше места для рулежки и занимают больше места в ангарах.

Аэродромы оборудуют светосигнальными, радиолокационными и другими средствами для обеспечения безопасной всепогодной посадки воздушных судов.

Служебная зона аэродрома включает в себя здания и сооружения для обслуживания эксплуатационной деятельности аэропорта и имеет подъездные пути к складам имущества и горюче-смазочных материалов.

Так как самолет нельзя оставить для стоянки на его специализированном пути, в отличие от наземного или водного транспорта, требуемые нормы безопасности и текущего содержания должны быть более жесткими, чем для других видов транспорта. Это требует более частых и тщательных графиков технического обслуживания и строгого контроля безопасности. Многие из этих работ

должны быть выполнены во время стоянки и поэтому терминалы должны быть оснащены соответствующими устройствами.

В более старых аэропортах самолеты заправляют с помощью автоцистерн, в современных же укладывают постоянную подземную сеть трубопроводов от резервуаров до разборных колонок в местах заправки самолетов, где топливо может быть закачано на борт под давлением с высокой скоростью при строгом обеспечении мер безопасности.

В состав пассажирского комплекса аэропорта входят аэровокзал, перрон и привокзальная площадь, а также гостиницы, цехи бортипитания и др. На аэровокзале выполняется большинство операций, связанных с организацией перевозок. В связи с тем, что на аэровокзалах находятся длительное время транзитные пассажиры, большое количество лиц, встречающих и провожающих пассажиров, а также необходимо прибытие пассажиров за час и более до вылета, на аэровокзалах есть почта, телеграф, рестораны, буфеты, залы ожидания и др.

Большие аэровокзалы устраивают многоярусными с целью разделения потоков пассажиров, экипажей, служащих и потоков багажа. Аэровокзалы, обслуживающие международные перевозки, оснащают таможеней.

Пассажир берет с собой в самолет только ручную кладь, поэтому багаж должен быть проверен, особенно по соображениям безопасности, взвешен, доставлен в самолет и тщательно уложен с учетом сохранения центра тяжести самолета. По окончании полета все операции выполняют в обратном порядке, при необходимости дополняя таможенным досмотром. С учетом большого числа полетов и количества пассажиров это необходимо сделать быстро и эффективно во избежание задержек самолетов и пассажиров, что требует создания развитых систем обработки багажа.

Поскольку значительная доля груза, перевозимого воздушным транспортом, состоит из мелких отправок, они должны быть пакетированы на погрузочной площадке, особенно если перевозка будет выполнена только воздушным транспортом. Для обработки большого количества малых отправок требуются сложные системы транспортеров, являющиеся составной частью грузоперерабатывающих устройств современных аэропортов.

Крупные аэропорты, как правило, удалены от городов на расстояние 20-50 км, так как для их размещения требуются большие площади (800-1000 га) и необходимо изолировать население от загрязнения воздушного бассейна газами сгорания и шума, создаваемого двигателями самолетов; малые аэропорты небольших городов размещены от них на расстоянии 5-10 км.

Хотя с точки зрения пассажиров, желательно было бы расположение аэропортов ближе к городу или в черте города, что позволило бы сократить время на проезд от центра города до аэропорта. Но это требование клиентуры нельзя выполнить с точки зрения экологии по рассмотренным выше причинам и с точки зрения эксплуатационных требований, которые предполагают большую территорию с хорошим водоотводом и с перспективой развития порта по мере увеличения объемов перевозок и использования новых больших самолетов, которые требуют увеличения взлетно-посадочных полос. Кроме того, аэропорт должен быть удален от горных и холмистых территорий, которые могут затруднить взлетно-посадочные операции, в этой местности должны быть редкими туманы и т.д.

#### ***4.5. Терминалы трубопроводного транспорта***

На *трубопроводном транспорте* станции перекачки на магистральных нефтепроводах имеют насосные и машинные помещения, резервуары, вспомогательные устройства и ремонтное хозяйство, а также дома для проживания обслуживающего персонала. Эти станции могут быть головными, промежуточными (через 100 км и более) и конечными с нефтебазовыми сооружениями.

Каждый резервуар действует как буферная зона, где грузы, поступающие в период отсутствия потребности, накапливаются до момента появления этих потребностей.

Каждая насосная станция состоит из двух-трех последовательно расположенных насосов. Они обычно расположены на открытом воздухе, а устройство управления - в помещениях поблизости.

Составные части любого нефтепровода и продуктопровода - стальные и железобетонные хранилища (резервуары), которые иногда изготавливают из пластмассы и армированного стекловолокна. Предназначены они для выравнивания колебаний потребления газа или нефти зимой и летом, для равномерной его подачи в течение суток. Вместимость резервуаров - до 30 тыс. м<sup>3</sup>. Для уменьшения потерь нефтепродуктов от испарения резервуары окрашивают в светлые тона, применяют плавающие крыши. Особые меры применяют для предупреждения возгорания и пожаротушения. В качестве подземных хранилищ используются выработанные соляные копи и др.

## Заключение

По мере освоения региона теснее переплетаются связи транспорта с социально-экономическими объектами, формируются территориально-транспортные системы. Главной функцией транспорта является преодоление географического расстояния в целях уменьшения экономического и социального расстояния.

Формируемая транспортная сеть региона должна соответствовать территориальной структуре производства и системе расселения как по типу транспортной сети, так и по пропускной способности. Поддержание этой пропорции является сложным процессом в условиях динамически развивающейся экономики. В настоящее время хозяйственное развитие любой территории не ограничивается наличием одного вида транспорта. Чем выше уровень экономического развития территории, тем больше видов транспорта обслуживает ее. Для наиболее мобильного функционирования транспортной системы необходимо совершенство внутренней структуры самого транспортного комплекса. Прежде всего это относится к сбалансированности в развитии различных видов транспорта, взаимодействию их между собой, а также пропорциональности развития всех звеньев внутри каждого вида транспорта.

Чем больше отстает уровень насыщенности территории транспортной сетью, тем больше при их хозяйственном развитии требуется подвижного состава и, соответственно, затрат материальных и людских ресурсов.

Эффективность транспортной системы региона должна базироваться на принципах *своевременности* (доставка к точно обусловленному сроку), *доступности* (возможность доступа к транспорту любому перевозчику, клиенту), *избыточности* (транспорт должен иметь определенный резерв провозной и пропускной способности), *экономичности* (цены на транспортные услуги должны способствовать социально-экономическому прогрессу общества), *стабильности* (транспорт должен функционировать при любых политических ситуациях, стихийных и природных катаклизмах) и *безопасности* (отсутствие потерь и повреждений в пути).

Пути сообщения должны обеспечивать такую регулярную связь сырьевых пунктов с промышленными предприятиями, промышленных предприятий с торговыми, городов с поселками и другими населенными пунктами, чтобы при надежной работе подвижного состава, ни общество, ни клиент, ни транспортное предприятие не несло убытков.

## Использованная литература

1. Аксенов И.Я. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Высш.шк., 1991. 383с.
2. Бабков В.Ф. Автомобильные дороги: Учеб. для вузов. 3-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1983. 280с.
3. Бенсон Д., Уайтхед Дж. Транспорт и доставка грузов: Пер. с англ. М.: Транспорт, 1990. 279с.
4. Громов Н.Н., Панченко Т.А., Чудновский А.Д. Единая транспортная система: Учеб. для вузов. М.: Транспорт, 1987. 304с.
5. Железнодорожный транспорт // Большая рос. энцикл., 1994. 559с.
6. Железные дороги. Общий курс: Учеб. для вузов/ М.М. Филиппов, М.М. Уздин, Ю.И. Ефименко и др.; Под ред. М.М. Уздина. 4-е изд., перераб. и доп. М.: Транспорт, 1991. 295с.
7. История железнодорожного транспорта России. Т.1: 1836-1917 гг. СПб., 1994. 336с., ил.
8. Лавриненко Л.Л. Изыскания и проектирование автомобильных дорог: Учеб. для техникумов. М.: Транспорт, 1991. 296с.
9. Лернер В.К. Современное состояние и перспектива развития морского транспорта России/ Бюл. транспорт. информ.. 1997. №7. С.2-9.
10. Основы взаимодействия железных дорог с другими видами транспорта: Учеб. для вузов/ В.В. Повороженко, Н.К. Сологуб, А.А. Тимошин, В.Г. Галабурда; Под ред. В.В. Повороженко. М.: Транспорт, 1986. 215с.
11. Раднаев Б.Л. Транспорт Востока России в новой социально-экономической и геополитической ситуации. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1986. 123с.
12. Россия в цифрах. Статистический сборник. М., 1996. 560с.
13. Суходолов А.П. Сибирь в начале XX века: территория и границы, города, транспортные магистрали, сельское хозяйство. Иркутск: Изд-во ИГЭА, 1996. 176с.
14. Транспорт и связь России: Стат. сб./ Госкомстат России. М., 1996. 271 с., табл.
15. Тупицин А.А., Пимштейн П.Г. Социально-экономические аспекты развития трубопроводного транспорта в Иркутской области // Вестн. Иркут. гос. экон. акад. Иркутск. 1998. № 14. С.102-104.



## Оглавление

<b>Введение</b> .....	3
<b>1. История развития путей сообщения</b> .....	4
<b>2. Общая характеристика путей сообщения</b> .....	10
2.1 .Автомобильные дороги.....	14
2.2 .Железнодорожные пути.....	18
2.3 .Водные пути сообщения.....	22
2.4 .Воздушные пути сообщения.....	26
2.5 .Трубопроводы.....	28
<b>3. Путь – комплексное инженерное сооружение</b> .....	31
3.1. Трассирование путей сообщения.....	31
3.2. Нижнее строение пути.....	36
3.2.1. Земляное полотно.....	36
3.2.2. Искусственные сооружения.....	41
3.3 . Верхнее строение пути.....	46
<b>4. Терминалы</b> .....	54
4.1 .Терминалы железнодорожного транспорта.....	56
4.2. Терминалы автомобильного транспорта.....	61
4.3. Терминалы водного транспорта.....	63
4.4. Терминалы воздушного транспорта.....	66
4.5.Терминалы трубопроводного транспорта.....	69
<b>Заключение</b> .....	70
<b>Использованная литература</b> .....	71

Евгения Юрьевна Молокова

## **ОСНОВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ ПОСТОЯННЫХ УСТРОЙСТВ ТРАНСПОРТА**

Учебное пособие

ЛР № 020262 от 10.11.96

Подписано в печать 19.05.2000. Формат 60 х 90 1/16 . Бумага  
офсетная. Печать офсетная. Усл.печ.л. 4.6 . Уч.-изд. л.4.0. Тираж  
120 экз.

Заказ 200. ИПО ИГЭА.

Издательство Иркутской государственной экономической академии.  
664015, Иркутск, ул. Ленина, 11.

