

Министерство образования и науки Российской Федерации  
Федеральное агентство по образованию  
Южно-Уральский государственный университет  
Кафедра эксплуатации автомобильного транспорта

656.135(07)  
М801

В.С. Морозова, В.Л. Поляцко

**ТРАНСПОРТНЫЕ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ  
СРЕДСТВА**

Учебное пособие

Челябинск  
Издательский центр ЮУрГУ  
2010

УДК 656.135.5.004.3(075.8)  
М801

*Одобрено*  
*учебно-методической комиссией автотракторного факультета*

*Рецензенты:*  
В.С. Кукис, В.Д. Шепелёв

**Морозова В.С.**

**М801** **Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства:** учебное пособие /сост.: В.С. Морозова, В.Л.Поляцко. –Челябинск: Издательский центр ЮУрГУ, 2010 – 96 с.

Приведены сведения, связанные с классификацией, областью применения и конструктивными особенностями грузовых автотранспортных и погрузочно-разгрузочных средств. Даны основные технико-эксплуатационные характеристики специализированных АТС. Представлена классификация и общая характеристика ПРС и грузозахватных устройств, дано описание работы и области их применения. Рассмотрена технология выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Даны классификация и основы проектирования складов. Освещены вопросы, связанные с выбором АТС и ПРС, а также с механизацией и автоматизацией погрузочно-разгрузочных работ при перевозке различных видов грузов.

УДК 656.135.5.004.3(075.8)  
© Издательский центр ЮУрГУ, 2010

## **ВВЕДЕНИЕ**

Процессы индустриализации повлекли за собой необходимость в операциях по перемещению грузов, как в сфере производства, так и в сфере распределения товаров.

Погрузочно-разгрузочные работы выполняются везде, где происходит движение материальных ценностей в виде товаров и грузов.

Автомобильному транспорту принадлежит одна из ведущих ролей в системе доставки грузов. На долю автомобильного транспорта приходится порядка 80% объема перевозок всех видов.

Разнообразная номенклатура перевозимых грузов и требования, предъявляемые к их перевозкам, привели к созданию огромного количества специализированного подвижного состава.

Разнообразие транспортных средств для перевозки грузов, выпускаемых и используемых современными отраслями экономики, требует разработки и применения различных типов погрузочно-разгрузочных машин и механизмов, в связи с чем погрузочно-разгрузочные средства (ПРС) являются в настоящее время неотъемлемой частью любого производственного и транспортного процесса.

Повысить эффективность работы автомобильного транспорта возможно только совершенствованием технологии и организации процессов доставки грузов, включающих правильный выбор наиболее совершенных моделей и типов подвижного состава и ПРС, а также их рационального, согласованного и экономически выгодного использования.

## **1. ТРАНСПОРТНАЯ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНАЯ ОПЕРАЦИЯ, ТРАНСПОРТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУЗА, КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ**

### **1.1. Транспортная и погрузочно-разгрузочная операция**

Выбор для данного вида груза транспортного средства, погрузочно-разгрузочных работ является одной из основных частей транспортного процесса, составляющими операциями которого являются погрузочные, перевозочные и разгрузочные операции.

**Транспортная (перевозочная) операция** – это перемещение груза из одного пункта (отправления) в другой пункт (назначения).

Погрузочно-разгрузочная операция – это комплекс составных элементов погрузочно-разгрузочного цикла – подъем, перемещение, опускание груза, выполняемые вручную или с помощью машин или механизмов.

**Транспортная и погрузочно-разгрузочная операция** – это завершенная часть производственного процесса, в результате которой происходит перемещение материала без изменения его геометрических форм, размеров или физико – химических свойств.

Отсюда основным предметом является вид груза, затем выбор под него транспортного средства и вида погрузочно – разгрузочных работ (ПРР).

Основное использование автомобильного транспорта – это доставка продукции в городах и подвоз, вывоз грузов в транспортных узлах железнодорожного и морского транспорта [6, 12].

## **1.2. Транспортная характеристика груза**

**Груз** – это товарная продукция, получаемая в результате деятельности различного рода производств и населения (сырье, материалы, полуфабрикаты, готовые изделия, продукция сельского хозяйства) с момента её предъявления к перевозке до момента сдачи потребителю.

Транспортная характеристика груза – это совокупность физико-химических и физико-механических свойств, объемно-массовых характеристик, параметров тары и упаковки, характеристик опасности, специфических свойств грузов.

Отсюда следует, что у каждой номенклатуры груза своя транспортная характеристика, которая определяет режим перевозки, способы погрузки, разгрузки, перегрузки и хранения, а также требования к техническим средствам выполнения этих операций.

Транспортная характеристика используется при решении задач, связанных с рационализацией перевозочного процесса, а именно:

- подборе целесообразных типов и моделей подвижного состава;
- выборе погрузочно-разгрузочных средств и грузозахватных устройств;
- выборе складского оборудования;
- выборе средств упаковки и пакетирования;
- разработке рациональных способов и схем погрузки-разгрузки и перевозки.

Изменение транспортной характеристики груза приводит к изменению технических и технологических элементов процесса доставки грузов. Так, например, переход от перевозки навалом к перевозке в таре или упаковке таких грузов, как цемент или минеральные удобрения, требует кроме применения упаковочных материалов и средств пакетирования использование других типов подвижного состава, складов и средств механизации погрузочно-разгрузочных работ. При этом при разработке рациональных процессов доставки грузов, приходится прибегать к изменению отдельных составляющих транспортной характеристики: объемной массы, вида тары и упаковки, линейных размеров отдельных мест и др.

## **1.3. Классификация грузов**

Классификация грузов основана на разделении грузов по ряду обобщающих признаков.

По отраслевому признаку грузы разделяются на:

- промышленные грузы (занимают 30% от общего объема перевозок грузов – это готовая продукция, топливо, сырье);

- строительные (35% грузы строительной индустрии – сырьевые строительные материалы, строительные машины и оборудование, грунт, строительный мусор);
- сельскохозяйственные (10% сельскохозяйственная продукция – семена, удобрения и т. д.);
- потребительские (20% – это грузы продовольственного и промтоварного снабжения, бытового обслуживания, грузы очистки городов от твердых бытовых отходов, снега, мусора, топливные грузы);
- прочие (5% от всех перевозимых грузов).

По размеру партии груза:

- массовые, т.е. перевозка большого объема однородного груза;
- мелкопартионные, когда масса партии груза не превышает половины грузоподъемности ТС.
- По территориальному признаку:
  - технологические, выполняемые внутри предприятий или в пределах технологического цикла;
  - городские, выполняемые на территории города;
  - пригородные, выполняемые на расстоянии не далее 50 км от границ города;
  - междугородные, выполняемые далее 50 км от границ города;
  - международные, выполняемые между различными государствами.

По способу выполнения:

- прямого сообщения, выполняемые от пункта отправления до пункта назначения одним автомобилем;
- терминальные, выполняемые через систему складов, терминалов;
- смешанного сообщения, выполняемые несколькими видами транспорта.

По времени освоения:

- постоянные, характерные для промышленных и торговых грузов;
- сезонные, характерные для сельскохозяйственных грузов;
- временные, наиболее характерные для строительных грузов.

По специфическим свойствам груза:

- бестарные и тарные в зависимости от наличия упаковки;
- катные, которые могут перекачиваться;
- малоопасные, опасные по своим размерам, пылящие или горящие, опасные в зависимости от степени опасности;
- обычные, скоропортящиеся, антисанитарные и живность в зависимости от режима хранения и требуемых условий перевозки.

По способам упаковки (транспортной таре):

- разовая, многооборотная в зависимости от сферы обращения;
- жесткая, полужесткая, мягкая в зависимости от способности сохранять свою форму;
- ящики, обрешетки из реек, барабаны, контейнеры в зависимости от степени жесткости используемого материала и конструкции.

По средствам пакетирования, когда используется пакет, т.е. укрупненная грузовая тара, выполненная с использованием:

- поддонов плоских, стоечных, ящичных;
- кассет, для хрупких материалов в виде пространственной рамы;
- обвязки (стропы) из синтетических материалов;
- тары – оборудования, состоящей из трубчатого каркаса на колесах с решетчатыми стенками и полками для перевозки продовольственных грузов непосредственно в магазины.

По приспособленности к выполнению ППР:

- навалочные;
- тарно-упаковочные и штучные, без упаковки;
- жидкие или наливные;
- полужидкие и густеющие;
- газообразные.

По степени использования грузоподъемности подвижного состава:

- 1-го класса – грузы, при перевозке которых коэффициент использования грузоподъемности подвижного состава равен 1,0;
- 2-го класса – коэффициент использования грузоподъемности составляет от 0,71 до 0,99;
- 3-го класса – коэффициент использования грузоподъемности от 0,51 до 0,70;
- 4-го класса – коэффициент использования грузоподъемности от 0,41 до 0,50.

**Коэффициент использования грузоподъемности**

$$\gamma = \frac{q_{\phi}}{q_n}, \quad (1.1)$$

где  $q_{\phi}$  – фактическая масса перевозимого груза, т;

$q_n$  – номинальная грузоподъемность транспортного средства, т.

## **2. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА**

### **2.1. Классификация грузового подвижного состава**

Для выбора подвижного состава необходимо знать его классификацию, обозначение и техническую характеристику [5, 6, 14].

Грузовые автомобили бывают:

- общего назначения – предназначены для перевозки всех видов грузов, кроме жидких (без тары) и имеют кузова в виде бортовых платформ;
- специализированные – служат для перевозки только определенных видов грузов со специфическими свойствами. Они имеют приспособленные для таких перевозок кузова и оборудуются специальными устройствами и

приспособлениями для погрузки и разгрузки. К специализированным относятся автомобили – самосвалы, цистерны, рефрижераторы, фургоны, самопогрузчики и т.д.;

- специальные – предназначены для выполнения разнообразных нетранспортных операций. Они оборудованы специальными приспособлениями, механизмами, устройствами, изготовленными на базе шасси грузовых автомобилей, и могут иметь специальные кузова. К специальным грузовым автомобилям относятся коммунальные (мусороуборочные, снегоуборочные, поливочные и т.д.), пожарные, ремонтные мастерские, автокраны, автовышки и т.д.

К грузовому подвижному составу относятся:

- грузовые – одиночные автомобили общего назначения и специализированные;
- автопоезда – позволяющие увеличивать производительность подвижного состава и снижать себестоимость перевозок. Например, в одинаковых условиях эксплуатации себестоимость перевозок автопоездом ниже на 25% – 30%, а производительность в среднем в 1,5 раза выше, чем у одиночных автомобилей.

Автопоезда состоят из автомобилей грузовых, тягачей, прицепов и полуприцепов и разделяются на:

- прицепной автопоезд – состоит из грузового автомобиля и одного или нескольких прицепов;
- седельный автопоезд – состоит из седельного автомобиля – тягача и полуприцепа, передняя часть которого закреплена на тягаче;
- автопоезд-ропуск – состоит из грузового автомобиля и прицепа-ропуска, оборудованного опорными балками (кониками) для крепления длинномерных грузов (леса, труб, сортового металла и др.).

Прицепной подвижной состав включает в себя прицепы, полуприцепы и ропуски, которые, как и автомобили, могут быть общего назначения, специализированными и специальными. Различия между прицепами и полуприцепами в том, что прицепы соединяются с автомобилем тягово-сцепным устройством, а полуприцепы – опорным седельно-сцепным устройством. По конструкции прицепы и полуприцепы могут быть: одноосными, двухосными и многоосными, в зависимости от вида перевозимого груза, а также с активным и без активного привода. Прицепы и полуприцепы с активным приводом имеют ведущие колеса, к которым подводятся мощность и момент от двигателя автомобиля. Прицепы и полуприцепы без активного привода не имеют ведущих колес.

Грузовой подвижной состав имеет отечественную классификацию РФ в соответствии с отраслевой нормалью ОН 025 270-66 (табл. 2.1) и европейскую классификацию, установленную комитетом по внутреннему транспорту Европейской экономической комиссии ООН (Правила ЕЭК ООН).

В основе той и другой классификации лежит полная или максимальная масса автомобиля в тоннах.

Система обозначения грузовых АТС в России

Тип АТС	Полная масса, т							Прицепы	Полуприцепы, ропуски
	до 1,2	до 2,0	до 8	до 14	до 20	до 40	свыше 40		
Бортовые	13	23	33	43	53	63	73	83	93
Тягачи	14	24	34	44	54	64	74	–	–
Самосвалы	15	25	35	45	55	65	75	85	95
Цистерны	16	26	36	46	56	66	76	86	96
Фургоны	17	27	37	47	57	67	77	87	97
Резерв	18	28	38	48	58	68	78	88	98
Специальные	19	29	39	49	59	69	79	89	99

Грузовой подвижной состав после сокращенного буквенного обозначения завода изготовителя имеет индекс из пяти цифр. В обозначении первая цифра обозначает класс в зависимости от полной массы, вторая цифра – тип, третья и четвертая – модель автомобиля базовая, пятая – модификация базовой модели. Базовой называется основная модель автомобиля, на основе которой выпускаются модификации, а в своей основе выпускаемая большими партиями. Модификация отличается от базовой некоторыми показателями (конструктивными и эксплуатационными), например, двигателем, кузовом, отделкой салона и др.

Прицепы и полуприцепы после сокращенного буквенного обозначения завода изготовителя имеют индекс из четырех цифр, первые две из которых обозначают тип, а вторые две цифры обозначают полную массу, в соответствии с ее подразделением на 5 групп (табл. 2.2)

Таблица 2.2

Система обозначения прицепов и полуприцепов

Группа	Полная масса, т	Индекс
первая	до 4	1.....24
вторая	От 4 – 10	25.....49
третья	От 10 – 16	50.....69
четвертая	от 16 – 24	70.....84
пятая	Свыше 24	85.....99

Например:

Грузовой автомобиль ЗИЛ-4331, обозначает: автомобильный завод им.Лихачева, полной массой от 18 – 14 тонн, базовой модели – 31.

Прицеп ЧМЗАП-8390 обозначает: Челябинский машинный завод автомобильных прицепов, прицеп грузовой бортовой, полной массой свыше 24 тонн.

Европейская классификация грузового подвижного состава подразделяет его на категории:

N1 – грузовые автомобили с разрешенной максимальной массой до 3,5 тонн;



- N2 – грузовые автомобили с разрешенной максимальной массой от 3,5 – 12 т;
- N3 – грузовые автомобили с разрешенной максимальной массой свыше 12 т;
- O1 – прицепы с разрешенной максимальной массой до 0,75 т;
- O2 – прицепы и полуприцепы с разрешенной максимальной массой от 0,75 до 3,5т;
- O3 – прицепы и полуприцепы с разрешенной максимальной массой от 3,5 до 10 т;
- O4 – прицепы и полуприцепы с разрешенной максимальной массой более 10,0 т.

Все зарубежные фирмы производители используют модульный принцип конструкции: например, несколько вариантов кабин, несколько вариантов двигателей и коробки передач, по несколько типов рам, заднего и переднего мостов. Комбинация этих вариантов позволяет получить в каждом конкретном случае уникальные технико-экономические свойства, наиболее эффективно реализуемые в условиях эксплуатации. Наибольшее распространение получили четыре группы сочетаний для наиболее характерных областей:

- тягачи для магистральных перевозок имеют очень комфортабельную кабину и 10 – 14-литровые двигатели мощностью от 300 до 500 л.с. Подвеска при этом пневматическая, предназначенная для эксплуатации по очень хорошим дорогам;
- универсальные АТС для эксплуатации в разнообразных условиях, имеют кабину, не предназначенную для автономного проживания, усиленные лонжеронные рамы, многолистовые рессоры в подвеске, коробки передач с увеличенным количеством ступеней;
- строительные АТС для передвижения вне дорог с твердым покрытием, имеют колесную формулу 6×6 и 8×4. Это специализированные машины для перевозок навалочных грузов, бетона и др;
- развозные автомобили для городских и пригородных перевозок, рассчитаны на короткие маршруты и относительно хорошие дороги, имеют низкую кабину, двигатель объемом до 10 л, мощностью от 150 до 260 л.с.

Техническая характеристика подвижного состава является визитной карточкой. В ней в первую очередь указываются параметры, описывающие автомобиль в целом, затем двигатель, трансмиссию, подвеску, тормозные механизмы, шины и кузов:

- класс автомобиля;
- число мест (включая водителя);
- колесная формула;
- собственная и полная массы;
- габаритные размеры (длина, ширина, высота);
- база автомобиля;
- колея передних и задних колес;
- наименьший дорожный просвет;
- наименьший радиус поворота;
- максимальная скорость автомобиля;

- время разгона автомобиля;
- тормозной путь;
- контрольный расход топлива;
- тип топлива;
- его рабочий объем;
- максимальная (номинальная) мощность;
- максимальный крутящий момент;
- передаточные числа коробки передач, раздаточной коробки, главной передачи;
- тип передней и задней подвески;
- тип передних и задних тормозных механизмов;
- тип кузова.

## **2.2. Специализированный подвижной состав**

По сравнению с обычным, специализированный подвижной состав обеспечивает лучшую сохранность грузов при перевозке и возможность перевозки специфических видов грузов, более высокую механизацию погрузочно-разгрузочных работ, повышает безопасность и улучшает санитарно-гигиенические условия перевозки некоторых видов грузов, снижает затраты на тару и упаковку грузов.

Более высокая механизация погрузочно-разгрузочных работ связана с использованием самосвалов, самопогрузчиков и цистерн с пневматической разгрузкой. Однако специализированный подвижной состав имеет большую первоначальную стоимость (при изготовлении), повышенную трудоемкость обслуживания, сложность полезного использования обратных рейсов; более высокую квалификацию водителей, что несколько препятствует широкому распространению этого вида транспорта [5, 6, 14].

### **2.2.1. Автомобили и автопоезда-самосвалы**

Автомобилями-самосвалами и автопоездами-самосвалами называются специализированные автотранспортные средства, оборудованные саморазгружающимися грузовыми кузовами [4, 6, 12]. Они предназначены для перевозки сыпучих (навалочных) грузов, а также полужидких, скальных грузов и грузов, требующих осторожности при разгрузке.

Самосвалы разделяются по назначению, направлению разгрузки, типу используемого шасси (табл. 2.3).

**Строительные самосвалы** служат для перевозки таких сыпучих грузов, как земля, песок, щебень, гравий, жидких строительных растворов, таких как бетон, известь, гипс, мыльная щелочь и т.д.; различных промышленных грузов типа силикатный кирпич, цемент др.

## Классификация самосвалов

Самосвалы		
По назначению	По направлению загрузки	По типу шасси
– строительные	– с задним опрокидыванием	– на шасси грузового автомобиля
– карьерные	– с боковым опрокидыванием	– на шасси прицепа
– сельскохозяйственные	– с трехсторонним опрокидыванием	– на шасси полуприцепа

Строительные самосвалы изготовляют на базе шасси основных моделей грузовых автомобилей, прицепов, полуприцепов с отличиями от них формы грузового кузова, уменьшенной длины, укороченной базы, наличием надрамника и подъемного механизма грузового кузова.

Строительные самосвалы имеют колесную формулу 4×2 или 6×4, могут быть оснащены бензиновыми двигателями или дизелями, имеют относительно высокие максимальные скорости движения (70 – 90 км/ч). В России выпускается целый ряд моделей строительных самосвалов и их модификаций. Среди них наибольшее распространение получили самосвалы, выполненные на базе шасси грузовых автомобилей ГАЗ, ЗИЛ, КамАЗ.

**Карьерные самосвалы** предназначены для перевозки горных пород и твердых полезных ископаемых (руда, каменный грунт и др.). Они служат для работы вне дорог и их движение по обычным дорогам недопустимо из-за больших осевых нагрузок и удельных давлений колес на поверхность дороги. Карьерные самосвалы характеризуются колесной формулой 4×4, имеют короткие базы, дизельные двигатели большой мощности от 300 до 1700 кВт, автоматические трансмиссии (гидромеханические, электрические), гидропневматические подвески, одно- и двухместные кабины. Все это обеспечивает им повышенные тягово-скоростные свойства (максимальные скорости 50 – 60 км/ч), высокую маневренность и плавность хода, а также хорошие условия для работы водителей. Они обладают высокой проходимостью. Карьерными являются самосвалы марки БЕЛАЗ, которые выпускаются в республике Беларусь.

**Сельскохозяйственные самосвалы** служат для перевозки навалочных и насыпных сельскохозяйственных грузов (удобрения, корма, зерно, силос, овощи, корнеплоды и др.). Они могут использоваться также для строительных и различных хозяйственных работ. Сельскохозяйственные самосвалы работают в тяжелых дорожных условиях. При перевозке сельскохозяйственных грузов их пробег вне дорог составляет почти 50%. Сельскохозяйственные самосвалы, как и строительные, выпускаются на базе шасси основных моделей грузовых автомобилей. Наибольшее распространение получили самосвалы, изготовленные на базе шасси грузовых автомобилей ГАЗ и ЗИЛ.

**Прицепы и полуприцепы самосвалы** позволяют существенно повысить грузоподъемность и производительность подвижного состава, а также снизить себестоимость транспортных работ, так как используются в виде автопоезда-самосвала. Расход топлива на единицу пройденного пути (путевой расход) возрастает с увеличением общей массы автопоезда-самосвала, но стоимость топлива на единицу выполненной транспортной работы (на 1 т·км) у автопоездов-самосвалов на 20 – 30% ниже, чем у автомобилей-самосвалов. Поэтому в одинаковых условиях эксплуатации себестоимость перевозок автопоездом-самосвалом на 20 – 30% ниже, а его производительность в 1,5 – 2 раза выше, чем у автомобиля-самосвала.

При перевозке грузов буксировка прицепов-самосвалов осуществляется автомобилями-самосвалами, а полуприцепов-самосвалов – автомобилями-тягачами. При этом маневренность, проходимость и устойчивость автопоездов с прицепами-самосвалами значительно ниже, чем автопоездов с полуприцепами-самосвалами.

Большинство прицепов-самосвалов и полуприцепов-самосвалов изготавливают на базе агрегатов грузовых автомобилей ЗИЛ, КАМАЗ и МАЗ.

### ***2.2.2. Кузова и подъемные механизмы самосвалов***

Автомобили-самосвалы оборудуются опрокидывающимися грузовыми кузовами. Опрокидывание осуществляется специальными подъемными механизмами.

Грузовые кузова самосвалов обычно выполняют цельнометаллическими, со сварными из листовой стали и усиленными стойками. Иногда их делают из алюминиевых сплавов или армированных пластмасс, что позволяет уменьшить массу самосвала, повысить коррозионную стойкость кузова, снизить уровень шума при погрузке и улучшить очищаемость при разгрузке, а также уменьшить расход топлива. Кузова самосвалов делают укороченными по сравнению с кузовами базовых моделей грузовых автомобилей, что снижает усилие для их подъема и повышает маневренность.

В зависимости от типа и свойств перевозимого груза кузова самосвалов могут иметь различную конструкцию: ковшового (с приподнятой задней частью) или совкового (с наклоном вперед) типа; с открывающимися в направлении разгрузки бортами (назад, вбок, на все стороны) и без открывающихся бортов. Кузова с открывающимися бортами могут иметь верхнее или нижнее расположение шарниров. При нижнем расположении шарниров и наклонах кузова боковые борта открываются частично (поворачиваются вокруг шарниров на угол  $90^0$ ) и являются продолжением днища кузова, что исключает сброс груза под колеса самосвала, но при этом усложняется механизм открывания бортов. Кузова с верхним расположением шарниров получили наибольшее распространение. При этом открывание и закрывание их бортов осуществляется при помощи рычажной механической системы. Привод к механизмам открывания и закрывания бортов может быть механическим или пневматическим.

Кузова самосвалов без открывающихся бортов могут быть выполнены с задним бортом или без него.

Формы кузовов самосвалов могут быть самими различными с поперечными сечениями прямоугольными, полуэллиптическими, корытообразными. Для исключения примерзания влажных грунтов и растворов кузова самосвалов делаются обогреваемыми, для чего имеются специальные каналы, через которые проходят отработавшие газы.

Грузовые кузова строительных и карьерных самосвалов в передней части имеют защитные козырьки, исключая попадание груза в пространство между кабиной и кузовом, а также повреждение кабины при экскаваторной загрузке.

**Надрамники** предназначены для усиления укороченных рам автомобилей-самосвалов, работающих в тяжелых нагрузочных условиях. На них устанавливают грузовые кузова самосвалов и крепят элементы их подъемных механизмов. Надрамники выполняются сварными из штампованной листовой стали.

**Подъемные механизмы** предназначены для обеспечения разгрузки кузова самосвала путем его наклона (опрокидывания) и последующего возвращения в исходное положение. Он также обеспечивает фиксацию кузова в любом промежуточном положении при его подъеме и опускании.

На самосвалах наибольшее распространение получили гидравлические подъемные механизмы, привод которых осуществляется от двигателя внутреннего сгорания автомобиля. Эти механизмы компактны, надежны, безопасны в работе, обладают плавностью и быстротой действия, имеют большой срок службы. Гидравлический подъемный механизм включает в себя коробку отбора мощности, масляный насос, системы управления, гидроцилиндры, масляные баки, масляные фильтры, трубопроводы. Гидравлическая система подъемного механизма заполняется маслом, замена которого осуществляется при переходе с одного сезона эксплуатации на другой.

### ***2.2.3. Автомобили и автопоезда-цистерны***

Автомобилями и автопоездами-цистернами называются специализированные автотранспортные средства, предназначенные для перевозки и временного хранения жидких, газообразных и сыпучих грузов. К автомобилям-цистернам относятся также автозаправщики, которые предназначены как для перевозки топливосмазочных материалов (топлива, масла, спирта, специальных охлаждающих жидкостей и т.д.), так и для заправки ими транспортных и других энергетических средств [5, 6].

Автомобили-цистерны и автозаправщики весьма разнообразны и подразделяются на следующие типы:

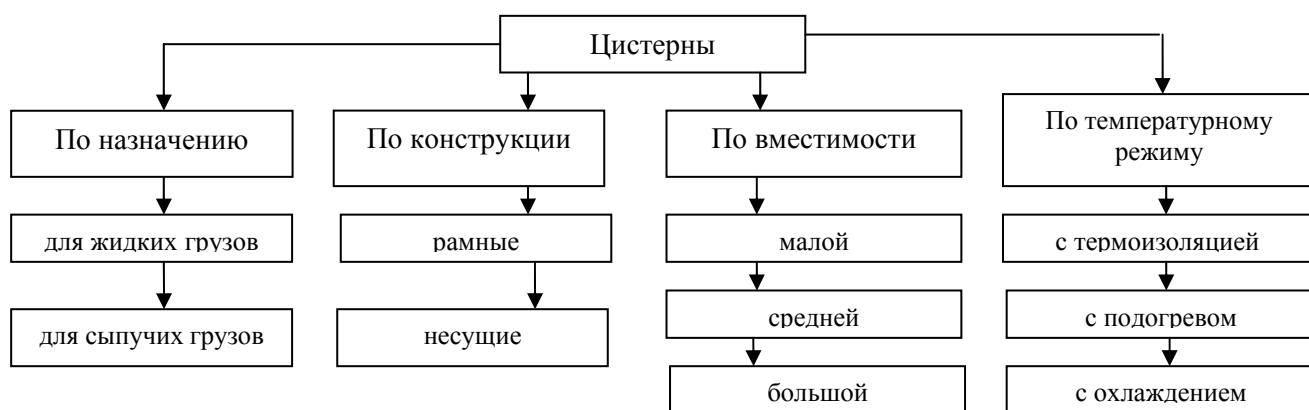


Рис. 2.1. Основные типы автомобильных цистерн

Цистерны устанавливаются на шасси грузовых автомобилей, прицепах и полуприцепах. Устанавливаемые на шасси автомобилей цистерны являются рамными, а на прицепах и полуприцепах - рамными и несущими (безрамными).

Объем цистерны малой вместимости не превышает  $5 \text{ м}^3$ , цистерны средней вместимости составляют от  $5$  до  $15 \text{ м}^3$ , а цистерны большой вместимости – более  $15 \text{ м}^3$ . Кроме того цистерны могут быть с термоизоляцией, с подогревом и охлаждением. Например, цистерны для перевозки таких специфических грузов как парафин, мыло, смола, мазут и др. делают подогреваемыми во избежание застывания этих материалов при транспортировке. Для перевозки скоропортящихся продуктов цистерны выполняют с искусственным охлаждением.

Автомобили-цистерны и автозаправщики выпускают на базе шасси основных моделей грузовых автомобилей, прицепов и полуприцепов. Они отличаются от них грузовым кузовом, изготовленным в виде цистерны, и оснащены специальным оборудованием: компрессором, насосом, краном, клапанами, и т.д. Применение цистерн-прицепов и цистерн-полуприцепов позволяет резко увеличить грузоподъемность подвижного состава и снизить себестоимость перевозок.

Автомобили и автопоезда-цистерны находят все более широкое применение, хотя себестоимость перевозок в автоцистернах в среднем несколько выше по сравнению с обычными грузовыми автомобилями, но при их использовании исключаются расходы на тару, обеспечивается лучшая сохранность груза и уменьшаются расходы на погрузочно-разгрузочные работы (сохранение времени, исключение ручного труда).

Грузовые кузова-цистерны отличаются по форме, конструкции и материалу, из которого они изготовлены. Главным образом это зависит от вида перевозимого груза и его свойств. Цистерны обычно выполняют сварными из листовой стали (малоуглеродистой, нержавеющей). Цистерны из малоуглеродистой стали могут иметь внутреннее противокоррозионное покрытие из эмали, свинца, цинка, пластмассы, эпоксидных смол и др. материалов. Покрытие защищает внутренние поверхности цистерны от коррозии, в результате которой не только выходят из

строая сами цистерны, но и загрязняются перевозимые грузы. Цистерны также могут быть изготовлены из алюминиевых сплавов или пластмасс.

**Цистерны из алюминиевых сплавов**, хотя и дороже на 40 – 45% по сравнению с малоуглеродистыми стальными, но имеют на 50 – 53% меньшую собственную массу, большую на 15% грузоподъемность и долговечность, а также низкую стоимость эксплуатации. Кроме того, эти цистерны имеют высокую безопасность при авариях за счет большей пластичности алюминиевых сплавов и их способности сопротивляться механическим воздействиям и ударам без разрывов.

**Цистерны из пластмасс** также дороже на 20 – 25%, чем цистерны из малоуглеродистой стали, но у них более высокая грузоподъемность и коррозионная стойкость, повышенная прочность, меньшая собственная масса, высокая ремонтпригодность, увеличенный срок службы и низкая эксплуатационная стоимость.

Поперечные сечения цистерны бывают прямоугольными, круглыми, эллиптическими. На подвижном составе цистерны устанавливаются горизонтально, наклонно и вертикально.

**Цистерны для перевозки жидкостей** обычно внутри разгораживаются рядом специальных перегородок с целью уменьшения ударов жидкости о стенки и днище цистерны при движении. Цистерны для перевозки горючих жидкостей оборудуют противопожарными устройствами, а их заливные горловины – пламегасителями, дыхательными клапанами и т.д. Для наполнения и разгрузки цистерн используется специальное оборудование. Наполнение цистерн обычно осуществляется стационарным оборудованием, которое находится в местах погрузки. Разгрузка цистерн осуществляется с помощью специального оборудования, установленного на подвижном составе.

**Цистерны для перевозки нефтепродуктов** служат, главным образом, для доставки топлива с нефтебаз к топливораздаточным колонкам и промежуточным топливохранилищам, а также для заправки топливом различных транспортных средств (самолетов, автомобилей, тракторов и т.д.). В этих цистернах могут перевозиться также масла, мазут и более вязкие нефтепродукты (гудрон, асфальт, бензин). По назначению цистерны для перевозки нефтепродуктов разделяются на транспортные и топливораздаточные.

**Цистерны для перевозки топлива** изготавливают из низкоуглеродистой стали и покрывают цинком внутри. Цистерны имеют горловины, смотровые окна, указатели уровня топлива, дыхательные клапаны для сообщения с окружающим воздухом. Их поперечное сечение обычно эллиптической формы. Горловины служат не только для заполнения цистерны топливом, но и являются дополнительными резервуарами, которые заполняются при расширении топлива вследствие его нагревания. Цистерны калибруют (тарифируют) и их объем указывают на тарифовочной пластине, которая закреплена внутри горловины. Цистерны оснащены насосами для заполнения, перекачки и слива топлива, которые имеют привод от двигателя автомобиля через коробку отбора мощности и карданную передачу. Для безопасности цистерны оборудуют заземляющими

устройствами и огнетушителями, а глушитель двигателя закрепляют снизу переднего бампера автомобиля.

**Цистерны для перевозки битума** имеют термоизоляционный слой и подогреватели, так как битум необходимо перевозить при температуре 190 – 260 °С. Их изготавливают сварными из листовой стали. Они имеют эллиптическое сечение и термоизоляцию из стекловаты. Система подогрева включает в себя П-образную жаровую трубу, проходящую вдоль цистерны, подогреватель и топливные бачки. Битумные насосы (механические или объемные) имеют привод от коробки передач автомобиля.

**Цистерны для перевозки жидких пищевых продуктов** (питьевой воды, молока, кваса, пива, вина, спирта, фруктовых соков и т.д.) изготавливают из нержавеющей стали, алюминиевых сплавов или пластмасс. Они имеют круглое, эллиптическое или прямоугольное сечение. Металлические цистерны оснащают термоизоляцией. Для наполнения цистерн жидкостью и ее слива применяют вакуумные устройства, которые используют вакуум во впускном трубопроводе двигателя автомобиля, а также автономные и стационарные насосы.

**Цистерны для перевозки молока** используют для доставки молока с заготовительных пунктов на молочные заводы и комбинаты. Эти цистерны обычно состоят из двух или трех отдельных резервуаров (секций), заключенных в общем кожухе с пенопластовой или другой термоизоляцией, обеспечивающей транспортировку молока с повышением температуры внутри резервуара не более чем на 2 °С в течение 10 часов, даже при температуре окружающего воздуха более +30 °С. У каждого резервуара сверху имеются герметически закрывающаяся горловина и дыхательный клапан для сообщения с окружающим воздухом. Внизу обычно расположены краны для слива молока через трубопровод, а внутри резервуара находятся поплавки электрической и звуковой сигнализации. На трубопроводе устанавливаются пеноуловитель с предохранительным клапаном и манометром, обратный клапан и краны резервуаров. Пеноуловитель исключает попадание молока и молочной пены в двигатель, а обратный клапан – паров бензина в резервуары. Мановакуумметр контролирует разрежение в резервуарах цистерны. Предохранительный клапан предотвращает деформацию резервуаров при чрезмерном разряжении во впускном трубопроводе двигателя автомобиля. При наполнении каждого резервуара цистерны молоком и достижении предельного уровня поплавков выключает подачу топлива в цилиндры двигателя и включает сигнализацию. Для пуска двигателя автомобиля необходимо отключать звуковую сигнализацию наполненных молоком резервуара. Слив молока из резервуаров цистерны осуществляется самотеком. Аналогичную конструкцию имеют цистерны для транспортировки других жидких пищевых продуктов.

**Цистерны для сжатых и сжиженных газов** предназначены для перевозки азота, кислорода, водорода, метана, пропана, бутана, углекислоты и других газов в сжатом и жидком состояниях. Они могут быть транспортными и газозаправочными.

Транспортные цистерны применяются только для перевозки сжиженных газов к потребителю с места их производства или от газораздаточных станций.



Конструкция этих цистерн такая же, как для перевозки нефтепродуктов. Газ из цистерны сливается за счет перепада давления, а заливают газ в цистерну непосредственно из технологической напорной линии газобензинового завода или газораспределительной станции.

**Газозаправочные цистерны** используют как для транспортировки, так одновременно и для раздачи газа в тару потребителя. С этой целью они снабжены насосом, счетчиком и заправочными рукавами.

**Цистерны для перевозки сыпучих грузов** должны предохранять эти грузы от воздействия окружающей внешней среды. К сыпучим грузам относятся строительные (цемент, гипс, известь), пищевые (соль, мука, какао, яичный порошок, сухое молоко, сахарный песок, зерно и др.), химические (сода, графит, сульфат натрия, окись алюминия) грузы.

Отличительной особенностью конструкции цистерн для перевозок сыпучих грузов от конструкции других типов цистерн является различный способ их разгрузки, который может быть гравитационным или бункерным, самосвальным, механическим с помощью шнеков и транспортеров, пневматическим и комбинированным.

Наибольшее распространение получил пневматический способ разгрузки, обеспечивающий подачу груза непосредственно к месту потребления, исключая соприкосновение груза с окружающей средой, а также предотвращающий потери, загрязнение и порчу груза. Цистерны для перевозки сыпучих грузов имеют формы: шаровую, цилиндрическую и усеченного конуса. Они могут устанавливаться на подвижном составе вертикально, а также с небольшим горизонтальным наклоном назад.

**Цистерны для перевозки цемента** обычно имеют цилиндрическую форму, пневматическую разгрузку и устанавливаются на подвижном составе с некоторым горизонтальным наклоном назад (на угол  $7 - 9^{\circ}$ ). Загрузка цемента осуществляется из бункера по тканевому рукаву через люк, имеющий герметичную крышку.

При разгрузке сжатый воздух подается из компрессора, который приводится в действие от двигателя автомобиля. Воздух проходит через влагомаслоотделитель к воздухораспределителю, оборудованному манометром и предохранительным клапаном, который отрегулирован на давление  $0,25$  МПа. Из воздухораспределителя сжатый воздух по трубопроводам поступает к аэроднищу и разгрузочному патрубку по трубке через обратные клапаны. Обратные клапаны служат для предотвращения попадания цемента в трубопроводы системы разгрузки. Аэроднище состоит из нескольких слоев пористой ткани, которые размещены над металлической сеткой. Через аэроднище сжатый воздух проходит вверх и насыщает нижние слои цемента. Слои цемента перемещаются в разгрузочный патрубок, куда также подается сжатый воздух. В разгрузочном патрубке сжатый воздух захватывает цемент и через форсунки поступает с ним в разгрузочный шланг. В трубопроводе и разгрузочном патрубке установлены вентили, которые служат для управления процессом разгрузки цистерны. Такие

цистерны могут быть использованы также для транспортировки гипса и химических удобрений.

**Цистерны для перевозки муки** предназначены для перевозки муки от мельниц на хлебозаводы и хлебокомбинаты. Они отличаются по конструкции от цистерн для перевозки других сыпучих грузов, так как мука обладает пониженной текучестью из-за ее малой плотности. При разгрузке цистерн для перевозки муки применяется аэроционно-пневматический способ.

Наиболее распространен полуприцеп-цистерна с грузоподъемностью 7 т, вместимостью 12,8 м<sup>3</sup>, временем загрузки 25 – 30 мин, дальностью подачи муки при разгрузке до 30 м и высотой подачи до 15 м. На полуприцепе установлены вертикально два резервуара цилиндрическо-конической формы и компрессор с приводом от электродвигателя, питание которого осуществляется от внешней сети. Загрузка резервуара мукой осуществляется сверху через люки. При разгрузке муки сжатый воздух от компрессора проходит через маслосепаратор и фильтр, а затем поступает в резервуар по трем каналам в верхнюю сферическую часть через аэрирующее устройство в виде пористой перегородки в нижнюю часть резервуара и к разгрузочному наконечнику. Аэрированная мука под действием собственной массы и давления воздуха поступает в конус трубопровода и затем с помощью поддува – в разгрузочный шланг. Резервуары, оборудованы горизонтальной площадкой и лестницей, которые предназначены для доступа к верхним разгрузочным люкам.

#### ***2.2.4. Автомобили, автопоезда-фургоны и рефрижераторы***

Автомобили и автопоезда-фургоны предназначены для перевозки грузов требующих защиты от внешних воздействий. Их особенностью является наличие закрытых грузовых кузовов. Это обеспечивает лучшую сохранность грузов при перевозке и меньшие затраты на тару. Кроме того, повышается использование грузоподъемности подвижного состава при транспортировке легковесных грузов. Для транспортировки грузов и защиты их от внешних воздействий используются различные виды фургонов [14].

**Универсальные фургоны** являются фургонами общего назначения. Они служат для перевозки промышленных товаров в упаковке и без упаковки, которые не требуют специальных устройств и приспособлений для их укладки и закрепления, а также определенных температур при транспортировке.

**Узкоспециализированные фургоны** предназначены для перевозки промышленных и продовольственных товаров в упаковке и без упаковки, требующих специальных устройств и приспособлений для их укладки и закрепления при транспортировке (мебель, готовое платье, ткани, головные уборы, почта, хлебобулочные изделия и др.). Кроме того, они служат для перевозки различных домашних животных, скота и птицы. Наличие специальных устройств и приспособлений в узкоспециализированных фургонах обеспечивает сохранность перевозимых грузов при наиболее полном использовании полезного объема грузового кузова.

Универсальные и узкоспециализированные фургоны, обеспечивают защиту грузов только от воздействия окружающей среды. Однако, они имеют наибольшее распространение.

Изотермические фургоны и рефрижераторы предназначены для перевозки скоропортящихся грузов – пищевых продуктов (мяса, колбасы, рыбы, молока, сметаны, сыра, масла, творога, овощей, фруктов и т.п.).

Изотермические фургоны обеспечивают поддержание определенного температурного режима внутри грузового помещения за счет применения термоизоляционного кузова.

Рефрижераторы обеспечивают поддержание определенной температуры внутри термоизолированного кузова с помощью различных источников временного и постоянного охлаждения.

**Источники временного охлаждения** поддерживают заданную температуру в течение ограниченного времени, а **источники постоянного охлаждения**, представляющие собой холодильные установки, – в течение длительного времени.

**Временные источники холода** представляют собой устройства, использующие переход определенного вещества (сухой лед, определенные растворы солей, сжиженные газы) из твердого и жидкого состояния в газообразное с поглощением теплоты из окружающей среды и тем самым охлаждающие ее.

**Постоянные источники холода** поддерживают необходимую температуру внутри кузова рефрижератора без периодического питания извне. Они представляют собой компрессорные холодильные установки, работа которых основана на испарении сжатых компрессором хладагентов (фреонов).

### ***2.2.5. Автопоезда для длинномерных грузов***

Автопоезда для длинномерных грузов предназначены для перевозки леса, труб, сортового металла различных профилей. Такие грузы имеют очень большую длину, которая может достигать 50 м. Лес (бревна, хлысты) перевозят автопоездами с лесозаготовительных пунктов на лесопильные и деревообрабатывающие предприятия. Длина перевозимого леса может достигать 20 – 30м. Трубы перевозят от железнодорожных станций до сварочных баз и от них до места монтажа вдоль трасс газопроводов и нефтепроводов [5, 14].

Для перевозки леса и труб в автопоездах используют прицепы-ропуски соответствующей грузоподъемности. Эти прицепы одно- или двухосные, имеют одинаковую конструкцию и отличаются в основном способом закрепления груза. Так, одноосные прицепы-ропуски применяются при перевозке труб длиной 6 – 12 м; двухосные – при транспортировке сваренных труб длиной 24 – 48 м. Диаметры перевозимых труб от 0,5 до 1,4 м, а толщина стенок 7 – 12 мм. Одноосный прицеп-ропуск имеет раму с дышлом, на которой установлен поворотный коник со стойками. Поворотный коник состоит из двух частей (подушек), одна из которых неподвижно закреплена на раме, а другая (поворотная) соединена с ней шкворнем, который обеспечивает ее поворот. На

верхней части коника установлена поперечная балка (опора), обеспечивающая правильное размещение груза на конике. Так, для перевозки круглого леса (бревен) опора имеет острые зубья, которые исключают раскатывание бревен. Для перевозки труб опора имеет полукруглые вырезы, в которые укладывается нижний ряд труб. Стойки коника шарнирно соединены с его поворотной частью и удерживаются в вертикальном положении цепями, которые охватывают стойки с наружной стороны, образуя раскосы. На цепи укладывается перевозимый груз, который прижимает стойки и способствует их удержанию в закрытом (вертикальном) положении.

Дышло прицепа сделано раздвижным для изменения длины в зависимости от размера перевозимого груза. Оно имеет на конце специальную петлю для соединения с крюком автомобиля-тягача.

Колеса прицепа-ропуски могут быть как неуправляемыми, так и управляемыми. Управляемые колеса делают на прицепах ропусках, предназначенных для перевозки грузов длиной более 20 метров.

Прицепы-ропуски могут иметь складывающиеся дышла, что позволяет транспортировать их в порожнем состоянии на самих автомобилях-тягачах. Перевозка порожнего прицепа ропуска на автомобиле-тягаче позволяет уменьшать длину автопоезда, увеличивать среднюю скорость движения, а также уменьшать износ шин прицепа-ропуски.

#### ***2.2.6. Автопоезда для строительных конструкций***

Строительные железобетонные конструкции перевозят автопоездами с заводов железобетонных изделий на строительные площадки. К этим конструкциям относятся фермы, панели, плиты, балки, сваи, блоки и др. Железобетонные конструкции имеют большую массу и достигают значительной длины. Для перевозки строительных железобетонных конструкций используют полуприцепы-панелевозы, фермовозы, плитовозы, балковозы, сантехкабиновозы [4, 13].

**Панелевозы** служат для перевозки плоских крупногабаритных панелей. Они представляют собой полуприцепы с одно или двухосной тележкой. Грузоподъемность их составляет 11 – 19 т. Погрузочная высота 0,6 – 0,9 м. Панели перевозят на панелевозах в вертикальном или близком к нему положении. Длина перевозимых панелей до 10 м, ширина 2,5 – 3,5 м, толщина 0,3 м, а собственная масса одной панели может достигать 8 т. Наиболее широко применяются ферменные полуприцепы-панелевозы – хребтовые и кассетные.

**Хребтовые полуприцепы-панелевозы** имеют центрально расположенную ферму трапециевидного поперечного сечения. Панели на них устанавливаются под углом  $8 - 12^{\circ}$  к вертикали. Хребтовые полуприцепы-панелевозы имеют небольшую собственную массу и высокую жесткость конструкции. Они обеспечивают простоту крепления панелей в транспортном положении и в процессе погрузки, а также удобство погрузочно-разгрузочных работ, при которых не требуется подъема панелей на большую высоту. Однако хребтовые

полуприцепы-панелевозы не обеспечивают необходимой защиты панелей от механических повреждений и попадания грязи в процессе перевозки.

**Кассетные полуприцепы-панелевозы** имеют две плоские боковые несущие фермы. Панели на них устанавливаются вертикально внутри кассеты. Они обеспечивают лучшую, чем хребтовые панелевозы, защиту панелей от механических воздействий и грязи при транспортировке. Форма кассеты (грузовой платформы) позволяет перевозить железобетонные изделия широкой номенклатуры. Однако, кассетные полуприцепы-панелевозы имеют повышенную металлоемкость конструкции и, следовательно, большую собственную массу, более сложное крепление панелей в кассете, а также худшую приспособленность к погрузочно-разгрузочным работам. С целью повышения маневренности полуприцепы-панелевозы оборудуют специальными устройствами для управления их колесами. Для сохранения перевозимых грузов металлические части их ферм, соприкасающиеся с панелями, покрывают резиновыми или деревянными прокладками.

**Фермовозы** предназначены для перевозки ферм большой длины. Они представляют собой низкорамные кассетные полуприцепы с поворотными тележками. Их грузоподъемность 14 – 23 т. Фермы на полуприцепах-фермовозах перевозят в вертикальном положении. Длина перевозимых ферм 18 – 30 м, а собственная масса одной фермы может достигать 17 т.

**Плитовозы** служат для перевозки плит перекрытий различной длины. Они могут также перевозить почти все строительные железобетонные изделия, кроме стальных панелей, ферм и объемных элементов. Плитовозы представляют собой высокорамные полуприцепы с одно- или двухосными тележками. Они имеют раздвижную раму, длина которой может быть увеличена до 4 м, не имеют бортов и оборудованы откидными стойками. Их грузоподъемность 12 – 22 т. Погрузочная высота 1,6 – 1,8 м. Плиты на полуприцепах-плитовозах возят в горизонтальном положении. Длина перевозимых плит до 12 м, а ширина до 3 м.

**Сантехкабиновозы** предназначены для перевозки железобетонных и асбестоцементных санитарно-технических кабин. Они могут перевозить и объемные элементы жилых зданий и сооружений (шахты лифтов, железобетонные колодцы, блоки и др.). Сантехкабиновозы можно использовать также для транспортировки плит, колонн, балок, ригелей и других изделий, которые по своим размерам и общей массе не превышают размера грузовой платформы и грузоподъемности сантехкабиновоза. Сантехкабиновозы представляют собой низкорамные кассетные одно- и двухосные полуприцепы грузоподъемностью 8 – 12 т. Погрузочная высота 0,8 – 1 м. Санитарно-технические кабины на полуприцепах-сантехкабиновозах транспортируют в вертикальном положении.

### **2.2.7. Автопоезда-тяжеловозы**

**Автопоезда-тяжеловозы** служат для перевозки неделимых крупногабаритных, негабаритных и тяжеловесных грузов. К таким грузам

относятся трансформаторы, атомные реакторы, различные подвижные строительные дорожные землеройные машины, вагоны, машины и оборудование промышленных объектов, узлы и агрегаты современных прессов, корпусов судов, блоков обжиговых печей, неделимые строительные блоки и конструкции. Масса таких грузов составляет от 30 – 50 до 200 т. и более, а их габаритные размеры достигают 40 – 50 м по длине, 5 – 7 м по ширине и 4 – 6 м по высоте. неделимые крупногабаритные и тяжеловесные грузы перевозят с заводов-изготовителей к местам строительства или монтажа промышленного оборудования. При транспортировке таких грузов используют прицепы и полуприцепы-тяжеловозы [12, 14].

По грузоподъемности прицепы-тяжеловозы подразделяются на три группы: грузоподъемностью до 30 т, от 30 – 100 т, свыше 100 т. Полуприцепы-тяжеловозы обычно имеют грузоподъемность до 60 т.

Первая группа прицепов-тяжеловесов по своим габаритным размерам и весовым параметрам незначительно отличается от обычных прицепов и не требует специальных автомобилей-тягачей.

Вторая группа прицепов-тяжеловесов характеризуется увеличенными габаритными размерами, повышенными полной массой и осевыми нагрузками, увеличенным числом осей и колес.

Третья группа прицепов-тяжеловесов отличается особо большой грузоподъемностью и служит для перевозки сверхтяжелых грузов.

Для второй и третьей групп требуется один или несколько специальных автомобилей-тягачей.

Прицепы и полуприцепы-тяжеловозы обычно имеют безбортовую грузовую платформу, которая при необходимости может быть оборудована дополнительно бортами. На сверхтяжелых прицепах применяют платформы, регулируемые по высоте. Подъем и опускание платформ производится при помощи гидравлических подъемных механизмов, вмонтированных в платформы. Это облегчает погрузку и выгрузку тяжелых крупногабаритных грузов и обеспечивает необходимую проходимость при их транспортировке.

Часто прицепы-тяжеловозы выпускают с подкатными (отделяемыми) тележками, что позволяет при необходимости превращать их в полуприцепы-тяжеловозы. Тележки их по конструкции более сложные, чем у обычных прицепов и полуприцепов.

В зависимости от грузоподъемности тележки могут иметь одну, две или несколько осей. Они могут быть поворотными или неповоротными, а также иметь управляемые колеса. Число колес в каждой тележке 4 или 8. Общее число осей прицепов и полуприцепов-тяжеловозов от 2 до 12, а общее число колес от 8 до 96.

Многоосные тележки могут быть поворотными, неповоротными и иметь управляемые оси и колеса. В этом случае система управления поворотом тележек, осей и колес более сложная, чем у обычных прицепов и полуприцепов.

Прицепы и полуприцепы-тяжеловозы оборудуют специальными устройствами (лебедками, воротами, домкратами, шпилями, откидными трапами и т.д.), которые обеспечивают выполнение погрузочно-разгрузочных работ.

Выпускаемые в нашей стране прицепы-тяжеловозы имеют грузоподъемность от 40 до 300 т, а полуприцепы от 25 до 52 т. Погрузочная высота прицепов 0,5 – 1,2 м, а полуприцепов – 1,2 – 1,4 м. Число осей прицепов от 3 до 12, а полуприцепов от 2 до 3. Общее число колес прицепов 12 – 96, а полуприцепов 8 – 12.

### **2.3. Автомобили-самопогрузчики и контейнеровозы**

Автомобили-самопогрузчики обеспечивают перевозку и механизацию погрузки и выгрузки различных штучных или затаренных сыпучих грузов. Они оборудованы специальными устройствами и механизмами, привод которых осуществляется от двигателя автомобиля [5, 12].

По типу погрузочно-разгрузочного оборудования автомобили-самопогрузчики бывают со стреловыми кранами и с качающимися крановыми порталами, грузоподъемными бортами, наклоняющейся рамой и со съемными кузовами.

#### **2.3.1. Автомобили-самопогрузчики с крановыми устройствами**

**Автомобили-самопогрузчики с крановыми устройствами** служат для перевозки универсальных автомобильных контейнеров. Они могут погружать и разгружать тарные грузы, как на своей платформе, так и на платформах рядом расположенных АТС. Они представляют собой бортовые автомобили, оборудованные гидравлическими кранами, которые складываются в транспортном положении. Конструкции кранов и их гидравлических приводов аналогичны и отличаются только размерами узлов. Краны поворотные, консольного типа устанавливаются на раме автомобиля между кабиной и грузовым кузовом. Грузоподъемность составляет 0,5 – 1,5 т. Время погрузки или выгрузки одного контейнера не превышает 1 – 1,5 мин.

**Автомобили-самопогрузчики с качающимися порталами** предназначены для перевозки универсальных контейнеров массой 2,5 т. Погрузка и выгрузка контейнеров осуществляется при помощи крановых порталов, которыми оборудуются бортовые автомобили и автомобили-фургоны. Портал шарнирно соединен с полом кузова автомобиля и имеет гидравлический привод. При погрузке контейнер закрепляется в верхней части портала, который, наклоняясь вперед к кабине автомобиля, опускает его на пол кузова. Выгрузка контейнера осуществляется в обратном порядке при помощи гидравлического привода, осуществляется не только подъем и опускание портала с грузом, но и фиксация его в любом промежуточном положении.

Качающиеся порталы более просты по конструкции, чем стреловые краны, и имеют меньшую собственную массу. Они обеспечивают ускорение процесса погрузочно-разгрузочных работ. Так время погрузки или разгрузки одного универсального контейнера не превышает 3 мин. Однако, качающиеся порталы выполняют погрузку или разгрузку контейнеров только со стороны заднего борта кузова и не обеспечивают их размещение в любом месте кузова.

### ***2.3.2. Автомобили-самопогрузчики с грузовыми бортами***

Обеспечивают погрузку и разгрузку штучных товаров или затаренных грузов массой одного места от 100 до 1000 кг. Грузоподъемными бортами обычно оборудуют бортовые автомобили и автомобили фургоны, грузоподъемность которых более 2,5 т. Грузоподъемным является задний борт кузова. Привод этого борта обеспечивает его горизонтальное положение при подъеме от уровня земли до уровня пола кузова, и наоборот при опускании. В транспортном положении грузовой борт закрыт. В тех случаях, когда кузов автомобиля не имеет бортов, грузоподъемный борт выполняется в виде съемной горизонтальной площадки, размеры которой несколько меньше борта кузова автомобиля. Привод грузоподъемного борта может быть механическим, гидравлическим и комбинированным. Перемещение грузоподъемного борта происходит по вертикальным направляющим стойкам или при помощи шарнирного параллелограмма. Грузоподъемность грузоподъемного борта составляет 0,5 – 1 т, погрузочная высота 1,2 – 1,4 м, время подъема и опускания груза 7 – 20 с. Применение автомобилей-самопогрузчиков с грузовыми бортами значительно снижает себестоимость перевозок за счет повышения их производительности и резкого сокращения потерь времени на простой при погрузке и выгрузке. При этом создаются условия для лучшей сохранности перевозимых грузов.

### ***2.3.3. Автомобили-самопогрузчики со съемными кузовами***

Предназначены для перевозки промышленных, строительных, сельскохозяйственных грузов с механизированным снятием и установкой грузеных кузовов. Съемные кузова легко и быстро отделяются от шасси автомобилей и устанавливаются на опоры или поверхность дороги для выполнения погрузочно-разгрузочных работ и временного хранения грузов. Съемными кузовами могут быть бортовые платформы, самосвальные кузова, фургоны и цистерны, которые часто оборудуются специальными опорными стойками, регулируемые по высоте. Они тоже оборудованы устройствами и механизмами для выполнения погрузочно-разгрузочных работ. Съемные кузова закрепляются на шасси автомобилей при помощи поворотных фиксирующих устройств (замков).

Автомобили со съемными кузовами, часто бывают оборудованы качающейся рамой-порталом, имеющей гидравлический привод. Для перевозки съемных кузовов контейнеров используются автомобили-самопогрузчики с наклоняющейся рамой, которая имеет гидравлические подъемные механизмы. Применение автомобилей-самопогрузчиков со съемными кузовами существенно сокращает время их простоя под погрузкой и разгрузкой, значительно снижает себестоимость перевозок и сокращает потребное число автомобилей для перевозки грузов. Кроме того, автомобили со съемными кузовами обеспечивают транспортировку грузов практически без порожних пробегов.



### **2.3.4. Полуприцепы-контейнеровозы**

Служат для перевозки универсальных автомобильных и железнодорожных контейнеров, а также большегрузных контейнеров. Они используются при доставке грузов предприятиям и организациям с железнодорожных станций, из морских портов и аэропортов в местном и международном сообщениях.

Полуприцепы-контейнеровозы выполняются одноосными или с одной двухосной тележкой. Они могут иметь ровную или ступенчатую грузовую платформы (с пониженной средней частью). При ступенчатой платформе снижается центр тяжести груженого полуприцепа-контейнеровоза и повышается его устойчивость.

Прицепы-контейнеровозы для перевозки большегрузных контейнеров имеют специальные поворотные устройства (замки) для фиксации контейнеров на грузовой платформе. Они могут быть оборудованы гидравлическими погрузочно-разгрузочными устройствами.

Выпускаемые в нашей стране полуприцепы-контейнеровозы имеют грузоподъемность 5 – 27 т, их погрузочная высота составляет 0,65 – 1,5 м.

Применение прицепов-контейнеровозов при транспортировке грузов является наиболее экономически выгодным, так как значительно снижаются их простои при погрузочно-разгрузочных работах.

## **3. КОМПЛЕКС ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ И ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ**

### **3.1. Качество продукции и свойство продукции**

**Качество продукции** – это совокупность объективно существующих свойств и характеристик, уровень которых обусловлен показателями, определяющими потребительскую стоимость продукции.

**Свойство** – это выражение некоторой стороны предмета, которая обуславливает его различие или общность с другими предметами.

**Признак продукции** – качественная или количественная характеристика свойств продукции, который может характеризоваться словесно или графически в виде описаний, таблиц, графиков, фото -, кино - и видеоматериалов.

**Показатель качества продукции** – количественно характеризует соответствие продукции определенным потребностям или требованиям. Показатель качества состоит из двух частей: названия (или наименования) и его численного значения. Показатели качества регламентируются стандартами, базовыми образцами, эталонами [12].

### **3.2. Условия эксплуатации АТС**

Условиями эксплуатации АТС называют особенности выполнения перевозок, определяемые сочетаниями различных внешних факторов. Условия, в которых

эксплуатируются АТС, обычно делят на четыре основные группы: транспортные, дорожные, природно-климатические и организационно-технические [12].

**Транспортные условия** эксплуатации учитывают факторы: вид груза и его транспортные характеристика; срочность доставки; объем перевозок; партионность отправок; дальность перевозок; способ погрузки и разгрузки. Транспортные условия влияют на выбор грузоподъемности АТС, его скоростные качества, а также надежность в работе и безопасность при движении.

**Дорожные условия** учитывают факторы: прочность дорожного покрытия, рельеф местности, элементы профиля и плана дорог, ровность дорожного покрытия, интенсивность движения, стабильность проезжего состояния. Дорожные условия оказывают наиболее существенное влияние на конструкцию шасси, мощность двигателя, компоновку и габаритные размеры АТС. В зависимости от дорожных условий выбирают АТС, обладающие необходимой проходимостью, плавностью хода, маневренностью, скоростной характеристикой.

**Природно-климатические условия** эксплуатации учитывают такие факторы, как зоны умеренного, холодного и жаркого климата. Это условия определяют выбор кузовов и кабин АТС таких конструкций, которые защищают грузы, водителей и пассажиров от низких и высоких температур окружающего воздуха, дождя, снега, ветра, пыли, солнечной радиации, а также в целом северное, тропическое или горное исполнение АТС.

По природно-климатическим условиям территория России и стран СНГ подразделяется на три зоны: умеренного, холодного и жаркого климата, которые в свою очередь делятся на 10 климатических районов.

Зона холодного климата (районы: очень холодный, холодный, умеренно-холодный) характеризуются низкими абсолютными температурами наружного воздуха зимой (ниже  $-50^{\circ}\text{C}$ ), низкой средней температурой самого холодного месяца – января (ниже  $-20^{\circ}\text{C}$ ), продолжительностью зимнего периода со снежным покровом 180 – 300 дней в году.

Автотранспортные средства, предназначенные для перевозок грузов на территории холодного климата, должны иметь системы охлаждения питания и смазки двигателя, приспособленные для надежной работы при температурах воздуха до минус  $60^{\circ}\text{C}$ . Подкапотное пространство должно быть теплоизолировано, двигатель приспособлен к легкому пуску при низких минусовых температурах воздуха, а при безгаражном хранении – к его разогреву от внешних источников энергии. Аккумуляторная батарея требует утепления. АТС должны комплектоваться морозостойкими шинами, резинотехническими деталями, изготовленными из полимерных материалов. При низких температурах используются только специальные топлива, смазочные материалы и технические жидкости. Кабины АТС должны иметь теплоизоляцию и отопительные системы.

**Зона жаркого климата** (районы: теплый влажный, жаркий сухой, очень жаркий) расположена на юге страны. Северная граница этой зоны проходит по территории, где средняя температура наиболее жаркого месяца июля составляет  $+26^{\circ}\text{C}$ . Эта зона подразделяется на пустынную, высокогорную и субтропическую.

**В пустынной зоне** максимальные температуры атмосферного воздуха могут достигать от плюс 45 °С до минус 48 °С, а поверхность грунта нагревается выше плюс 78 °С. Лето жаркое сухое, характеризуется недостатком влаги, образованием большого количества пыли, отсутствием снежного покрова зимой.

**В высокогорной части** зоны жаркого климата значительно снижается атмосферное давление, уменьшается на 30 – 40% мощность двигателя и, соответственно, снижаются тягово-скоростные свойства автомобиля. Дороги в этой зоне имеют длительные подъемы и спуски на перевальных участках протяжением до 20 км. В плане высокогорные дороги могут иметь значительную извилистость с крутыми поворотами, ограничивающими возможность применения трехосных автомобилей и автопоездов с большой габаритной длиной.

**Субтропическая часть зоны** жаркого климата расположена в прибрежных районах южных морей и отличается повышенной влажностью и агрессивностью среды.

АТС, предназначенные для работы в зоне жаркого климата должны иметь системы охлаждения замкнутого типа, масляные радиаторы, усиленную пылезащиту. Шины и все детали из неметаллических материалов, топлива, смазочные материалы, технические жидкости должны быть рассчитаны на обеспечение надежной работы при высоких температурах. Пассажирский кузов и кабины водителей должны быть теплоизолированы от двигателей, оборудованы вентиляцией, пылезащитой, кондиционированием воздуха и окрашены в светлые тона. АТС, работающие в высокогорной местности, должны комплектоваться двигателями с турбонаддувом; специальным подбором оптимальных передаточных отношений в трансмиссии; тормозными механизмами-замедлителями.

**Зона умеренного климата** (районы: умеренный, умеренно-теплый, умеренно-теплый влажный) располагается между зонами холодного и жаркого климата и сосредотачивает преобладающую часть автомобильного парка страны, поэтому все применяемые стандартные автомобили конструктивно наиболее приспособлены к перевозкам на территории этой зоны.

**Организационно-технические условия** эксплуатации характеризуются следующими факторами: режим работы, условия хранения, организация технического обслуживания.

Режим работы – время пребывания АТС в наряде, количество дней работы в году. Средний суточный и годовой пробег. Равномерность перевозок по часам суток, дням недели, месяцам года. Организация работы водителей.

Условия хранения – хранение АТС в закрытом помещении (отапливаемом, неотапливаемом) или безгаражное.

Организация технического обслуживания – регулярность, степень механизации и объем выполнения работ по техническому обслуживанию. Организация ремонта (поточная, поточно-постовая).

### 3.3. Основные эксплуатационные качества АТС

Эксплуатационные качества – группа свойств, определяющих степень приспособленности автомобилей и автопоездов к эксплуатации в качестве наземного колесного безрельсового транспортного средства [12].

Основные эксплуатационные качества автомобилей:

- вместимость;
- компактность (использование габаритов и массы);
- тягово-скоростные качества;
- проходимость;
- безопасность дорожного движения;
- топливная экономичность;
- удобство использования;
- надежность;
- экологические качества;
- провозные качества.

#### 3.3.1. Вместимость

Вместимость грузового АТС называется грузовместимостью.

**Грузовместимость** – это наибольшее количество груза, которое может быть одновременно перевезено автомобилем. Грузовместимость подвижного состава определяется его номинальной грузоподъемностью и внутренними размерами кузова.

Номинальная грузоподъемность – основной параметр грузовместимости – определяется максимальным количеством груза (в тоннах), которое может быть погружено на транспортное средство с учетом прочности его ходовой части, рамы и кузова.

Номинальную грузоподъемность  $q_n$  назначает фирма-изготовитель при создании конструкции. Номинальная грузоподъемность определяет габаритные размеры и массу автомобиля, размеры и прочность его основных деталей, узлов и агрегатов. Значение номинальной грузоподъемности указывается обычно для базовых автомобилей с универсальной бортовой платформой или автомобилей-шасси, укомплектованных определенным типоразмером шин.

При установке другого кузова или каких-либо механизмов разность может составлять 20 – 30% от номинальной грузоподъемности.

Внутренние размеры кузова определяются внутренней длиной кузова  $l_k$ , его шириной  $d_k$  и высотой  $h_k$ .

Различают две разновидности внутреннего объема кузова автомобиля:

**Полный (геометрический) объем  $V_{к.а.}$**

$$V_{к.а.} = l_k \cdot b_k \cdot h_k = F_{к.а.} \cdot h_k, \quad (3.1)$$

где  $F_{к.а.}$  – площадь пола внутренней платформы кузова.

Полезный (погрузочный) объем – часть полный объема кузова, занятая грузом  $V_{к.а.ф.}$

$$V_{к.а.ф.} = V_{к.а.} \cdot \eta_v, \quad (3.2)$$

где  $\eta_v$  – коэффициент использования внутреннего объема кузова при данном виде груза.

Грузовместимость имеет еще несколько показателей:

$q_{уд.}$  – **удельная грузоподъемность**, это отношение номинальной грузоподъемности к полному объему кузова:

$$q_{уд.} = \frac{q_n}{V_{к.а.}}, \quad (3.3)$$

$F_{уд.}$  – **удельная площадь кузова** - это минимальное количество тонн груза, которое можно разместить на каждом квадратном метре полезной площади кузова, чтобы полностью использовать грузоподъемность автомобиля.

$$F_{уд.} = \frac{F_{к.а.}}{q_n}, \quad (3.4)$$

$\gamma_q$  – **коэффициент грузовместимости**

$$\gamma_q = \frac{V_{к.а.ф.} \cdot \gamma_z}{q_n} = \frac{V_{к.а.} \cdot \eta_v \cdot \gamma_z}{q_n}, \quad (3.5)$$

где  $\gamma_z$  – объемная плотность груза.

$\gamma_{ст.}$  – коэффициент статического использования грузоподъемности

$$\gamma_{ст.} = \frac{G_{\phi}}{q_n}, \quad (3.6)$$

где  $G_{\phi}$  – фактическая загрузка автомобиля в тоннах;

$\eta_v$  – коэффициент использования внутреннего объема кузова, зависит от внутренних геометрических размеров кузовов, самого груза, его тары и упаковки, кратности геометрических размеров груза размерам кузова транспортного средства. Чем больше размеры груза и меньше размер кузова, тем большая часть площади пола кузова может остаться не использованной.

Коэффициент  $\eta_v$  для разных видов тарно-упаковочных и штучных грузов и схем их укладки может составлять при перевозке грузов:

- в ящиках – 0,6 – 0,95;
- в мешках, кулях – 0,90 – 1,0;
- в бочках, рулонах – 0,40 – 0,70;
- при перевозке бревен, брусьев, дров – 0,70 – 1,00.

### 3.3.2. Компактность (использование габаритов и массы)

**Компактность** – это качество, характеризующее рациональность использования его габаритных размеров.

Габаритными размерами являются наибольшие размеры внешних очертаний подвижного состава.

- $L_a$  – длина одиночного автомобиля;
- $L_{a.n.}$  – длина автопоезда;
- $B_a$  – ширина транспортного средства;
- $H_a$  – высота транспортного средства.

**Использование габаритных размеров** оценивается следующими показателями:

$\eta_z$  – коэффициент использования габаритов – это отношение внутренней площади кузова ко всей площади, занимаемой автотранспортным средством

$$\eta_z = \frac{F_{к.а.}}{L_a \cdot B_a} = \frac{F_{к.а.}}{F_a}, \quad (3.7)$$

где  $F_a$  – площадь автотранспортного средства в плане

$\eta_{дл.}$  – коэффициент использования габаритной длины.

$$\eta_{ол} = \frac{l_{\kappa}}{L_a}, \quad (3.8)$$

где  $l_{\kappa}$  – длина кузова.

$\eta_{\kappa}$  – **коэффициент компактности** – отношение всей площади АТС в плане к его номинальной грузоподъемности:

$$\eta_{\kappa} = \frac{F_a}{q_n}, \quad (3.9)$$

Компактность определяет удобство использования АТС, легкость управления, маневренность, проходимость в стесненных условиях, размер площади помещений для хранения, обслуживания и ремонта, размер свободного места на улице для постановки автомобиля на стоянку.

Наиболее существенное значение имеет компактность для АТС большой грузоподъемности в связи с установленными ограничениями предельных габаритных размеров автомобильных транспортных средств, допускаемых к движению по дорогам общего использования.

**Использование массы АТС** – это соотношение между его собственной массой и полезной нагрузкой

Данное качество характеризует экономичность расходования металла и других материалов в конструкции, экономичность перевозок на данном автомобиле.

Массовая характеристика включает: снаряженную массу автомобиля –  $G_o$ ;

полную массу –  $G_e$ ; массу шасси –  $G_{ш}$ ; максимальную массу –  $G_{max}$ .

$G_o$  – **снаряженная масса** включает в себя полностью заправленный и укомплектованный АТС без груза и водителя.

$G_e$  – **полная масса** включает снаряженную массу АТС, его номинальную грузоподъемность, водителя и сопровождающий персонал.

$G_{ш}$  – **масса шасси** – это масса незаправленного автомобиля без кузова, инструмента и запасного колеса.

$G_{max}$  – **максимальная масса** или допустимая полная масса представляет собой сумму нагрузок на оси.

$\eta_{\delta}$  – **коэффициент снаряженной массы**, это отношение собственной массы в снаряженном состоянии к номинальной грузоподъемности.

$$\eta_{\delta} = \frac{G_o}{q_n}, \quad (3.10)$$

### 3.3.3. Тягово-скоростные качества

Тягово-скоростные качества – совокупность свойств, определяющих возможные (по характеристикам двигателя или сцепления ведущих колес с дорогой) диапазоны изменения скоростей движения АТС на тяговом режиме в различных дорожных условиях.

**Скоростными свойствами АТС** называется его способность доставлять грузы с минимальной затратой времени.

Тягово-скоростные свойства оцениваются следующими показателями: технической скоростью, максимальной скоростью, условной максимальной скоростью, интенсивностью разгона, динамическим фактором.

**Техническая скорость** – условная средняя скорость за время движения.

$$V_m = \frac{L}{t_{об}}, \quad (3.11)$$

где  $L$  – путь, км;

$t_{об}$  – время непрерывного движения, в которое включаются остановки у светофора, железнодорожных переездов, ч.

**Максимальная скорость** – наиболее устойчивая скорость движения автомобиля на высшей передаче, измеренная при пробеге по заданному прямолинейному горизонтальному участку дороги.

**Условная максимальная скорость** – средняя скорость прохождения последних 400 м при разгоне автомобиля на прямолинейном измерительном участке дороги длиной 2000 м.

Интенсивность разгона – приспособленность автомобиля к быстрому троганию с места и разгону (увеличению скорости движения). Интенсивность разгона характеризуется следующими показателями: «разгон-выбег», разгон на высшей и предшествующей передачах, время разгона на заданном пути 400 и 1000 м и до заданной скорости.

Характеристика «разгон-выбег» – зависимость скорости от пути и времени разгона с места на измерительном участке длиной 2000 м и выбега до остановки. Разгон осуществляется на полной подаче топлива и переключении передач при номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя.

Характеристика разгона на высшей и предшествующих передачах – зависимости скорости от пути и времени при выполнении разгона с устойчивой минимальной скорости до скорости, соответствующей номинальной частоте вращения коленчатого вала двигателя путем резкого и полного нажатия на педаль управления подачей топлива и удержания ее в таком положении.

Время разгона на заданном пути 400 и 1000 м и до заданной скорости определяет интенсивность разгона и может быть установлено по скоростной характеристике «разгон-выбег».

**Динамический фактор**  $D$  позволяет оценивать тяговые качества (возможность реализации скоростей) АТС для случаев движения по дорогам с разным сопротивлением



$$D = \frac{M_{max} \cdot i_0 \cdot i_k \cdot i_d \cdot \eta_m}{r_k \cdot G_e} - \frac{k \cdot F \cdot v^2}{13 \cdot G_e}, \quad (3.12)$$

где  $M_{max}$  – максимальный крутящий момент двигателя, Н·м;

$i_0, i_k, i_d$  – соответственно передаточные числа главной передачи, коробки передач, дополнительной коробки;

$\eta_m$  – КПД трансмиссии;

$r_k$  – радиус качения ведущих колес, м;

$k \cdot F$  – фактор обтекаемости ( $k$  – коэффициент обтекаемости,  $F$  – площадь лобового сопротивления АТС);

$v$  – скорость движения АТС, км/ч.

### 3.3.4. Проходимость

**Проходимость АТС** – эксплуатационные свойства, определяющие возможность его движения в ухудшенных дорожных условиях, по бездорожью и при преодолении различных препятствий.

**К ухудшенным дорожным условиям** относятся: мокрые, грязные, заснеженные, обледенелые, разбитые и размокшие дороги.

**К препятствиям** относятся: уклоны, барьерные препятствия, профиль которых представляет собой короткие уклоны и пороги (дорожные насыпи, каналы, придорожные кюветы, рвы); дискретные препятствия (пни, кочки, валуны и т. д.).

Потеря проходимости может быть полной (прекращение движения – застревание) или частичной (снижение скорости движения).

Проходимостью должны обладать автомобили всех типов.

По уровню проходимости АТС подразделяются на: дорожные (обычной проходимости); повышенной проходимости; высокой проходимости.

**К дорожным относятся АТС**, предназначенные преимущественно для работы на дорогах с твердым покрытием. Конструктивными признаками таких АТС являются: неполноприводность, шины с дорожным или универсальным рисунком протектора, использование в трансмиссии простых (неблокируемых) дифференциалов.

**АТС повышенной проходимости** используются как на дорогах с твердым покрытием, так и вне таких дорог. Основным конструктивным признаком таких АТС является полноприводность, шины с грунтозацепами, широкопрофильные или арочные, а также наличие системы регулирования давления воздуха в шинах, наличие в трансмиссиях блокируемых дифференциалов. Такие автомобили могут быть обеспечены средствами самовытаскивания и могут иметь возможность преодолеть вброд водные преграды.

**АТС высокой проходимости** предназначены для преимущественно использования в условиях бездорожья, преодоления естественных и

искусственных препятствий, а также водных преград. Эти АТС отличаются своеобразной компоновочной схемой, полноприводностью, наличием в трансмиссии самоблокирующихся дифференциалов, использованием специальных шин сверхнизкого давления, а также дополнительных устройств в виде выдвижных катков для преодоления канав. Очень часто такие автомобили являются плавающими и имеют специальный водяной движитель.

Проходимость делится на профильную и опорную. **Профильная проходимость** характеризует возможность преодолевать неровности пути, препятствия и вписываться в требуемую полосу движения. **Опорная проходимость** определяет возможность движения в ухудшенных дорожных условиях и по деформируемым грунтам.

Основными показателями проходимости являются: дорожные просветы под нижними точками (клиренс); передний и задний углы свеса; передний и задний свес; радиусы продольной и поперечной проходимости; распределение массы по осям; тип и размер шин; удельное давление шин на дорогу; совпадения следов передних и задних колес; максимальный динамический фактор на низшей передаче; сцепление ведущих колес с дорогой; габаритные размеры АТС; наибольшая глубина преодолеваемого брода (степень защищенности механизмов АТС от воды).

### 3.3.5. Безопасность движения

**Безопасность движения АТС** – это обеспечение условий движения подвижного состава, которые исключают возможность возникновения на дорогах аварий и наездов на пешеходов.

Безопасность движения рассматривается как одно из основных эксплуатационных качеств.

Безопасность движения – это комплексные качества, зависящие от отдельных взаимно не связанных свойств и конструктивных особенностей автомобиля таких, как: устойчивость, тормозные свойства, обзорность, информативность, пассивная безопасность.

**Устойчивость АТС** – это совокупность свойств, обеспечивающих движение автомобиля без бокового скольжения, опрокидывания или отклонения от требуемого направления. В основном нарушение устойчивости движения АТС происходит под действием боковых сил.

Устойчивость оценивается следующими показателями: коэффициентом сцепления шин с дорогой в поперечном направлении; коэффициентом сопротивления уводу колеса; коэффициентом поворачиваемости  $\eta_n$  АТС. При  $\eta_n < 1$  у АТС наблюдается недостаточная, а при  $\eta_n > 1$  излишняя поворачиваемость. Чем больше  $\eta_n$ , тем меньше боковая устойчивость АТС и больше предрасположенность к заносам.

**Тормозные свойства АТС** – возможность остановить автомобиль на минимальном расстоянии. В основном они оцениваются по ГОСТ Р 51709 – 2001. Показатели: тормозной путь и установившееся замедление. Тормозной путь –

расстояние, пройденное с начала до конца торможения при заданной начальной скорости. Установившееся замедление – среднее значение за время установившегося торможения.

Дополнительные показатели: тормозная диаграмма – графическая зависимость замедления или тормозной силы от времени; общая удельная тормозная сила – отношение суммы максимальных усилий, развиваемых тормозными механизмами на колесах АТС, к его полной массе; коэффициент осевой неравномерности тормозных сил – отношение разницы максимальных усилий, развиваемых тормозными механизмами на правых и левых колесах оси к их сумме; удельная нагруженность тормозных накладок – отношение полной массы АТС к рабочей поверхности тормозных накладок (для грузовых автомобилей она составляет 2,5 – 3,5 кг/см<sup>2</sup>).

Величина тормозного пути и установившегося замедления определяются в ходе испытания АТС в снаряженном состоянии с водителем, которые проводятся на горизонтальном участке дороги с ровным сухим, чистым цементно- или асфальтобетонным покрытием при скорости в начале торможения 40 км/ч, путем однократного воздействия на орган управления рабочей тормозной системы.

Величина длина тормозного пути АТС с торможением всех колес  $S_m$  может быть найдена расчетным путем:

$$S_m = \frac{t_{zn} v_0^2}{3,6} + \frac{K_\varepsilon v_0^2}{254 \cdot (\varphi \cos \alpha \pm i)}, \quad (3.13)$$

где  $v_0$  – начальная скорость торможения, км/ч;

$K_\varepsilon$  – коэффициент эффективности торможения (для грузовых автомобилей он находится в пределах 1.4 – 1.6);

$\varphi$  – коэффициент сцепления шин с дорогой;

$\alpha$  – угол продольного уклона дороги, град;

$i$  – продольный уклон, равный  $\operatorname{tg} \alpha$ ;

$t_{z.n.}$  – время запаздывания тормозного привода и нарастания тормозного усилия на колесах АТС, с.

**Обзорность** – пространство, хорошо видимое с места водителя – свойство АТС, обеспечивающее геометрическую видимость дорожно-транспортной ситуации водителем, находящимся на рабочем месте. Определяется:

- через зону переднего окна автомобиля – эталонный контур, представляющий минимальную зону обзора из установленной точки места глаз на внутреннюю поверхность цилиндра;
- через зону переднего окна, очищаемую стеклоочистителями, долей площади эталонного контура, обозреваемой через зону очистки переднего окна стеклоочистителями;
- зоной 100% очистки переднего окна стеклоочистителями;
- угловыми размерами непросматриваемых зон, создаваемых стойками переднего окна в поле бинокулярного зрения водителя;

– зонами, свободными от бинокулярного ограничения обзорности водителя – углами зоны, лежащей в пределах  $180^{\circ}$  переднего поля зрения вверх и вниз от горизонтали.

**Информативность** – свойство АТС обеспечивать участников движения необходимой информацией в процессе движения от управляемого транспортного средства (внутренняя информация) и одновременно от транспортных средств, находящихся в его геометрическом поле зрения (внешняя информация). Информация передается с помощью звуковой и световой сигнализации.

**Звуковая сигнализация** – звуковые устройства, обеспечивающие водителя необходимой звуковой информацией о стоянии агрегатов и механизмов транспортного средства, ситуациях на отдельных участках дороги и позволяющие предупредить участников движения о возникновении конфликтной ситуации.

**Световая сигнализация** – приборы, предназначенные для передачи информации о положении транспортного средства в пространстве (на дороге) по отношению к другим участникам движения, о маневрах и состоянии транспортных средств.

**Пассивная безопасность** – это свойство АТС, сохраняющее жизнь, уменьшающее вероятность травмирования участников дорожного движения, в случаях дорожно-транспортных происшествий и обеспечивающее снижение тяжести их последствий. Наиболее недорогим и эффективным мероприятием по повышению пассивной безопасности АТС является использование ремней безопасности. К другим мероприятиям по повышению пассивной безопасности относятся: создание сидения специальной конструкции; новых конструкций ветровых стекол; усиление основания автомобиля, дверей и эластичная обивка салона; блокировка дверных замков; устройства аварийной эвакуации, пожаротушения, автоматического впрыска в топливный бак веществ, снижающих возгораемость; крепление электропроводки и противостояние ее коррозии; определенные материалы отделки салона, противостоящие выделению вредных газов.

### **3.3.6. Топливная экономичность**

Топливная экономичность – совокупность свойств, определяющих расходы топлива АТС при выполнении ими перевозок в различных условиях эксплуатации.

Основные показатели: путевой (контрольный) расход топлива  $G_n$ , т.е. расход топлива в литрах на 100 км пробега; удельный расход топлива – фактический расход топлива, отнесенный к единице перевезенного груза (л/т) или единице транспортной работы, л/100 т·км; часовой расход топлива  $G_{м.ч.}$ , кг/ч; удельный эффективный расход топлива  $g_e$ , (масса топлива, расходуемая за один час на единицу мощности двигателя, г/кВт·ч).

Оценочными показателями являются:

- контрольный расход топлива;
- топливная характеристика установившегося движения;

- топливно-скоростная характеристика на магистрально-холмистой дороге;
- расход топлива в магистральном цикле на дороге и в городском цикле на дороге и на стенде.

**Контрольный расход топлива** – определяется экспериментально при проезде автомобилем на высшей передаче прямого горизонтального участка дороги с твердым гладким покрытием длиной не менее 1 км с полной номинальной нагрузкой и заданной скоростью.

**Топливная характеристика** установившегося движения определяется по графику, на котором по оси абсцисс откладываются постоянные скорости движения при заданной, обычно высшей передаче, а по оси ординат – удельные расходы топлива на 100 км пробега.

**Топливо-скоростная характеристика на магистрально-холмистой дороге** определяется зависимостью расхода топлива и средней скорости от допускаемой при движении автомобиля по магистрально-холмистой дороге с заданными параметрами в установленном режиме.

**Расход топлива в магистральном или городском ездовом цикле** на дороге определяется на прямой горизонтальной дороге при регламентированных режимах движения, имитирующих магистральные или городские эксплуатационные режимы.

**Расход топлива в городском цикле на стенде** получают при имитации движения на стенде по «европейскому циклу»

### **3.3.7. Удобство использования АТС**

Удобство использования – комплексное качество, зависящее от свойств и особенностей конструкции АТС, таких как плавность хода, удобство погрузки и разгрузки, легкость управления, маневренность, готовность к движению, запас хода.

Каждое из этих свойств имеет свои оценочные показатели.

**Плавность хода** – это совокупность свойств, обеспечивающих ограничения виброн нагруженности водителя, пассажиров, груза, шасси и кузова. Характеризуется упругостью подвески каждой из осей, частотой и относительным коэффициентом затухания собственных колебаний подвески.

**Удобство погрузки и разгрузки** – приспособленность конструкции автомобиля к выполнению этих операций. Определяется: погрузочной высотой кузова; возможностью выполнения погрузочно-разгрузочных работ с одной, двух, трех сторон и сверху; размерами, расположением и устройством дверей кузовов фургонов, наличием на автомобиле устройств, обеспечивающих ускорение погрузки-разгрузки или снижение ее трудоемкости.

**Легкость управления** характеризуется: количеством движений, совершаемых водителем при управлении; величиной усилий для приведения в действие органов управления; геометрическими параметрами рабочего места водителя; эффективностью отопления и вентиляции; а также оборудованием, обеспечивающим комфортность.

**Готовность к движению** – оценивается пусковыми свойствами двигателя. Измерителем является продолжительность пуска двигателя и время, затрачиваемое на приведение автомобиля в рабочее состояние.

**Маневренность** – необходимое пространство для поворотов и разворотов АТС. Характеризуется способностью АТС перемещаться на погрузочно – разгрузочных площадках; проходить горизонтальные кривые плана дороги и определяется радиусами поворота, от которых зависит минимальный размер площади, где АТС может развернуться на  $180^0$  без применения заднего хода.

**Запас хода** – наибольшее расстояние, которое может пройти полностью заправленный автомобиль без дополнительной заправки. Зависит от одного или нескольких баков, установленных на АТС, качества топлива, топливной экономичности, дорожных условий, полезной нагрузки и скорости движения. Половина запаса хода называется радиусом действия автомобиля. Запас хода измеряется в километрах. Величина запаса хода определяет продолжительность и дальность беспрерывного движения АТС между заправочными пунктами.

### **3.3.8. Надежность**

**Надежность** – это свойства АТС сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения, технического обслуживания, ремонта, хранения и транспортирования.

Надежность является комплексным показателем, включающим четыре базовых свойства: безотказность, долговечность, сохраняемость, ремонтпригодность.

**Безотказность** – свойство АТС непрерывно сохранять работоспособность в течение определенного времени или пробега. Безотказность оценивается показателями: вероятностью безотказной работы, вероятностью отказа, средней наработкой до отказа, интенсивностью отказов, и т.д.

**Долговечность** – свойство АТС сохранять работоспособность до наступления предельного состояния при установленной системе работ ТО и ремонта. Определяется показателями: наработка, ресурс, срок службы.

**Ремонтпригодность** – свойство АТС, характеризующее его приспособленность к предупреждению и обнаружению причин возникновения отказов (повреждений) и поддержанию (восстановлению) работоспособного (исправного) состояния путем проведения ТО и ремонта. Оцениваются вероятностью, гамма-процентным временем, средним временем, интенсивностью, средней трудоемкостью восстановления, доступностью и легкостью узлов и агрегатов.

**Сохраняемость** – свойство АТС сохранять показатели безотказности, долговечности и ремонтпригодности в течение и после транспортирования или хранения. Характеризуется средним и гамма – процентным сроком сохраняемости.

### 3.3.9. Экологические свойства

Экологические свойства – степень вредных воздействий АТС на окружающую среду, возникающих при их производстве, транспортировании, хранении, эксплуатации, восстановлении работоспособности и утилизации (т.е. за весь их жизненный цикл).

## 4. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА

Под транспортным процессом, понимается совокупность погрузочных операций в пункте погрузки, перегрузочных операций в пунктах передачи, груза с одного вида транспорта на другой, промежуточного хранения груза, транспортирования и разгрузочных операций в пункте разгрузки. Затраты, приходящиеся на ПРР, составляют 25 – 50% от общих затрат, связанных с доставкой грузов потребителю [9, 12, 13].

### 4.1. Технология погрузочно-разгрузочных работ (ПРР)

Технология ПРР – часть транспортного процесса, представляющего собой совокупность операций, связанных с осуществлением ПРР, предусматривающая последовательность выполнения погрузочно-разгрузочных операций (ПРО) с применением погрузочно-разгрузочных (ПР) машин, устройств и приспособлений и регламентацию профессионального состава рабочих.

В технологическом процессе ПРР можно выделить основные и вспомогательные операции.

**Основные:** **погрузка** – операция перемещения груза с места постоянного или временного хранения на транспортное средство (ТС);

**разгрузка** – операция перемещения груза с ТС на места постоянного или временного хранения (складирования, накопления);

**перегрузка** – операция перемещения с одного ТС на другое (с одного места хранения на другое).

**Вспомогательные операции:** оформление документов, взвешивание и пересчет груза, крепление и распределение груза в кузове, подготовка ПС к ПРР и транспортированию груза (открытие и закрытие бортов, очистка кузова, укрытие груза укрывным материалом, опломбирование и т.д.)

**Структура основных операций** технологического процесса погрузки-разгрузки может быть представлена следующей совокупностью элементов.

Операция №1 – начальная операция, с которой начинается технологический процесс. Операция выполняется в месте расположения груза. Начальными операциями являются: строповка, захват груза, набор груза в ковши и т.д.

Операции №2,3 ... N – промежуточные операции, обеспечивающие перемещение (передачи) груза из начального в конечное положение. Операции по перемещению зависят от используемых погрузочно-разгрузочных средств (ПРС)

и обеспечивают вертикальное, горизонтальное, наклонное, вращательное и другие перемещения груза в конечное положение. Передаточные операции осуществляются путем передачи груза с одной погрузочно-разгрузочной машины (ПРМ) на другую.

Операция N – конечная операция завершает технологический процесс погрузки – разгрузки.

До выполнения ПРО с грузом могут выполняться следующие операции: накопление – сосредоточение груза в одном месте, комплектация – перемещение груза с целью отбора из различных точек хранения с последующим объединением в грузовую единицу для отправки потребителю, пакетирование – укрупнение грузовой единицы укладкой более мелких единиц на общий поддон или тару большего размера в строго установленном порядке с последующим креплением, складирование – размещение грузов в определенном порядке для хранения или временного накопления.

## 4.2. Технологическая схема и технологическая карта

**Технологическая схема** – описание ПРП, в котором приводятся основные сведения: направление перемещения груза, состав операций, способ их выполнения, механизация операций, используемые грузозахватные устройства и приспособления, вид пакетирования и т.д.

Технологическая схема изображается графически в виде чертежа, в котором указывается взаимное расположение транспортных и ПРС, складов, подъездных путей. Схема сопровождается описанием погрузочно-разгрузочного процесса и основных элементов его организации. На основании технологической схемы разрабатывается технологическая карта, которая непосредственно используется при организации ПРР.

Технологическая карта – документ, содержащий детальную пооперационную разработку технологического процесса ПРР с указанием технических средств, трудовых и временных затрат. В технологической карте полностью отражается содержание всех операций технологического процесса и приводятся все данные, необходимые для организации и производства ПРР (наименование груза, тип подвижного состава, ПРС и другого оборудования, содержание и нормирование всех операций, состав комплексной погрузочно-разгрузочной бригады, необходимые нормативы, указания по технике безопасности и т.д.).

При выполнении ПРР должна строго соблюдаться технологическая дисциплина, отклонения от которой снижают эффективность ПРР.

По способу выполнения погрузочно-разгрузочные работы делятся на: **немеханизированные** – все операции выполняются без использования ПРС (вручную); **механизированные** – все основные операции выполняются с использованием ПРС, а вспомогательные – вручную; **комплексно-механизированные** – основные и вспомогательные операции выполняются с применением ПРМ без использования ручного труда; **автоматизированные** –



большая часть технологического процесса погрузки- разгрузки выполняется ПРМ по заданной программе.

### 4.3. Погрузочно-разгрузочные пункты (ПРП)

Современный ПРП сложная хозяйственная организация, предназначенная для приема, складирования и отпуски различных грузов при современном оформлении необходимой документации [9, 10]

ПР пункт осуществляет: информационное обеспечение по поступающим грузам; оперативное, т.е. текущее руководство пунктом; организацию рабочих мест и постов; планирование работы пункта; выполнение технологий ПРР; обслуживание и ремонт ПРМ; ведение учета и отчетности.

В погрузочно-разгрузочных пунктах могут также выполняться такие операции с грузами, как хранение, подготовка, сортировка и др. На постоянных пунктах погрузку и разгрузку грузов производят регулярно в течение длительного времени. На временных – с длительными интервалами или в течение отрезка времени.

В составе погрузочно-разгрузочных пунктов имеются погрузочно-разгрузочные посты или площади, которые должны быть оснащены соответствующими грузоподъемными машинами или устройствами. Несколько погрузочно-разгрузочных постов, расположенных рядом в пределах одной территории, образуют фронт погрузочно-разгрузочных работ, размер которого зависит от количества постов, габаритных размеров автомобилей, применяемых грузоподъемных машин, а также от схемы расстановки автомобилей.

Позрузочно-разгрузочные пункты должны иметь подъездные пути и площади для маневрирования автомобилей, а также при необходимости и складские помещения для хранения и подсортировки грузов, весовые устройства, служебные и бытовые помещения, необходимый инвентарь и устройства, применяемые при выполнении погрузочно-разгрузочных операций.

Важными параметрами погрузочно-разгрузочного пункта является его **грузооборот** – пропускная способность. Грузооборот, или объем погрузки и разгрузки в данном пункте, измеряется в тоннах преимущественно за сутки, или за год. Этот параметр является исходной величиной для различных технико-эксплуатационных расчетов. Пропускная способность пункта – это максимальное количество АТС или груза (в тоннах), которое может быть погружено и разгружено в пункте в единицу времени (час, смена, сутки). Пропускная способность пункта  $U_n$  зависит от количества постов погрузки и разгрузки  $P_x$  и их пропускной способности.

Пропускную способность поста в тоннах  $U_{xm}$  и в автомобилях  $U_{xa}$  определяют по выражениям.

$$U_{xm} = \frac{1}{t_m \cdot k_{\xi a}}, \quad (4.1)$$

$$U_{xa} = \frac{1}{t_m \cdot q_n \cdot \gamma_c \cdot k_{\xi a}}, \quad (4.2)$$

где  $t_m$  – время погрузки и разгрузки 1т груза, ч;  
 $k_{\xi a}$  – коэффициент эффективности работы, зависит от организации работы автомобилей, погрузочно-разгрузочных пунктов и может принимать значение от 1,0 до 2,0.

Производительность поста за смену  $Q_n$  определяется:  
в тоннах:

$$Q_n = U_{xm} \cdot T_{cm}, \quad (4.3)$$

в автомобилях:

$$Q_{na} = U_{xa} \cdot T_{cm}, \quad (4.4)$$

Пропускная способность погрузочно-разгрузочного пункта, а также фронта погрузки-разгрузки, состоящего из  $\Pi_x$  постов с одинаковой пропускной способностью:

$$U_n = U_x \cdot \Pi_x, \quad (4.5)$$

а при наличии постов с разной пропускной способностью:

$$U_n = U_{x1} + U_{x2} + U_{x3} + \dots + U_{xn}, \quad (4.6)$$

где  $U_{xn}$  – посты с разной пропускной способностью.

Расчет пропускной способности фронта погрузочно-разгрузочных постов выполняется для того, чтобы правильно распределить по отдельным складам или площадкам погрузочно-разгрузочного пункта общее количество автомобилей, необходимое для завоза и вывоза грузов.

Наименьшие затраты труда и времени простоя автомобилей под погрузкой и разгрузкой можно обеспечить только при правильном определении необходимого количества постов погрузки и разгрузки.

$$\Pi_{xm} = \frac{Q_{cym}}{Q_{nm}} = \frac{Q_{cym}}{U_{xm} \cdot T_{cym}} = \frac{Q_{cym} \cdot t_m \cdot k_{\xi a}}{T_{cym}}, \quad (4.7)$$

где  $Q_{cym}$  – суточный объем работ пункта в тоннах;  
 $T_{cym}$  – время работы пункта в сутки в часах.

$$Q_{\text{сум}} = \frac{Q_z}{D_{z.p}}, \quad (4.8)$$

где  $Q_z$  – годовой объем работ пункта в год;

$D_{z.p}$  – число дней работы пункта в год.

Для автомобилей количество постов определяется по формуле:

$$П_{xa} = \frac{Q_{\text{сум}}}{Q_{na}} = \frac{Q_{\text{сум}}}{U_{xa} \cdot T_{\text{сум}}} = \frac{Q_{\text{сум}} \cdot t_m \cdot q_n \cdot \gamma_c \cdot k_{\xi a}}{T_{\text{сум}}}, \quad (4.9)$$

При координации работы ПРП необходимо учитывать ритм работы пункта  $R_n$  – период времени между отправлением груженых или порожних АТС из пункта:

$$R_n = \frac{t_{np} \cdot k_{\xi a}}{П_x}, \quad (4.10)$$

$I_a$  – интервал движения автомобиля – время, через которое автомобили пребывают на погрузочно-разгрузочный пункт.

$$I_a = \frac{t_{об}}{A_x}, \quad (4.11)$$

где  $t_{об}$  – время оборота, ч; определяется как:

$$t_{об} = t_e = t_{об} + t_{np} = \left( \frac{l_{ez}}{v_m \beta_e} \right) + t_{np} \quad (4.12)$$

$A_x$  – количество автомобилей на линии.

При условии равенства  $R_n = I_a$  пункт будет равномерно загружен работой.

Необходимое кол-во постов:

$$П_x = \frac{t_{np} \cdot k_{\xi a}}{I} = \frac{A_x \cdot t_{np} \cdot k_{\xi a}}{t_{об}}, \quad (4.13)$$

$A_x$  – количество автомобилей, необходимое для бесперебойной работы погрузочно-разгрузочного пункта:

$$A_x = \frac{\Pi_x \cdot t_{об}}{t_{np} \cdot k_{\zeta a}}, \quad (4.14)$$

где  $t_{np}$  – время простоя под погрузочно-разгрузочными операциями, определяется как  $t_{np} = t_m \cdot q_n \cdot \gamma_c$

тогда:

$$A_x = \frac{\Pi_x \cdot t_{об}}{t_m \cdot q_n \cdot \gamma_c \cdot k_{\zeta a}}, \quad (4.15)$$

Количество автомобилей, необходимое для суточного грузооборота:

$$A_x = \frac{Q_{сут}}{T_{сут} \cdot q_n \cdot \gamma_c}, \quad (4.16)$$

#### 4.4. Склады и складские помещения

##### 4.4.1. Классификация и назначение складов

**Склады** – это комплексы производственных зданий, инженерных сооружений, подъемно-транспортных машин и оборудования, средств вычислительной техники (управляющих, регулирующих и контролирующих их работу), предназначенные для приемки, размещения, накопления, хранения, переработки, отпуска и доставки продукции потребителям. В настоящее время под складом понимают не только здания и сооружения, в которых хранятся различные материальные ценности, но и средство для эффективного управления запасами и материальными потоками, циркулирующими в различных логистических системах [2, 10, 11].

Различают склады:

- **по номенклатуре грузов** – универсальные (хранение и переработка грузов широкой номенклатуры) и специализированные (хранение грузов с однородными физико-механическими свойствами);
- **по виду хранимой продукции** – склады сырья; материалов; полуфабрикатов и комплектующих; незавершенного производства; готовой продукции; тары и упаковки; отходов производства; инструментов;
- **по форме собственности** – склады собственные, коммерческие, арендуемые;
- **по назначению** – склады производственные, транзитно-перевалочные (терминалы, для временного хранения грузов в период перегрузки с одного вида транспорта на другой); пристанционные, портовые, при аэропортах; таможенные; досрочного завоза; сезонного хранения; резервные; оптовые; распределительные; розничные;

- по срокам хранения грузов – склады для краткосрочного и долгосрочного хранения;
- по степени технического вооружения – немеханизированные; частично механизированные; механизированные; автоматизированные, автоматические;
- по степени автоматизации – с частичной автоматизацией; комплексной автоматизацией; сложной автоматизированной системой управления;
- по способам хранения грузов – открытого хранения; полужакрытого; закрытого хранения;
- по объёмно-планировочным решениям – однопролетные и многопролетные; одноэтажные и многоэтажные;
- по направлению грузопотоков в складах – склады с поточным движением грузов и тупиковые.

#### 4.4.2. Основы проектирования складов

На выбор склада и его оборудования влияют: транспортная характеристика грузов, величина и характер грузопотоков, срок и условия хранения грузов, вид подвижного состава, обслуживающего склад, равномерность прибытия и отправления грузов, размеры прямой перегрузки, размеры капитальных вложений, эксплуатационные расходы, наличие подъездных путей.

Помещения основного производственного назначения подразделяются на зоны: разгрузки, приёмки груза по количеству и качеству, хранения, внутрискладской переработки грузов, выдачи груза, погрузки.

Складские помещения необходимо планировать таким образом, чтобы:

- внутрискладской технологический процесс был точным и непрерывным;
- продукция на складе была размещена наиболее рационально;
- условия хранения позволяли сохранять количество продукции и не допускать падения качества ниже существующих норм;
- был обеспечен удобный доступ к продукции;
- обеспечивалась возможность применения средств механизации и автоматизации и их высокопроизводительная работа;

$Q_{скл}$  – вместимость склада – максимальное количество груза, хранящееся на складе в  $m^3$ , т, штуках единиц хранения.

$$Q_{скл} = \sum_{i=1}^n k_{скл} \cdot W(t)_i \cdot T_{xp.i} \quad (4.17)$$

где  $k_{скл}$  – коэффициент складочности  $i$  - того груза;

$W(t)_i$  – расчётный суточный грузопоток  $i$  - того груза;

$T_{xp.i}$  – срок хранения  $i$  - того груза, поступающего на склад.

Площадь склада  $F_{скл}$ .

$$F_{скл} = \sum_{i=1}^n k_{нр.i} \cdot k_{скл} \cdot W(t)_i \cdot T_{хр.i} / P_i, \quad (4.18)$$

где  $k_{нр.i}$  – коэффициент, учитывающий площадь складских проходов и проездов,  $P_i$  – удельная нагрузка на  $1 \text{ м}^2$  полезной площади склада,  $\text{т/м}^2$ .

$$P_i = h \cdot \gamma_z, \quad (4.19)$$

где  $h$  – допустимая высота укладки груза в штабели, м;  
 $\gamma_z$  – объемная масса груза,  $\text{т/м}^3$ .

Коэффициент  $k_{нр.i}$  колеблется в пределах 1,5 – 2,0, где меньшее значение соответствует применению на складе мостовых кранов, а большее – напольного транспорта.

$P_i$  – удельная нагрузка зависит от вида груза, для сахара и муки – 0,75 и 0,7; для консервов в металлических банках – 0,85 мясных, 0,71 – для рыбных; макаронных изделий в картонных коробках – 0,2 и 0,32; для напитков в стеклянных бутылках – 0,5.

#### 4.4.3. Определение размеров фронта погрузки-разгрузки

**Фронт погрузки-разгрузки склада** – участок территории, где в непосредственной близости друг от друга расположены погрузочно-разгрузочные посты.

Различаются поточная (боковая), торцевая и ступенчатая (косоугольная) расстановки автомобилей (рис. 4.1)

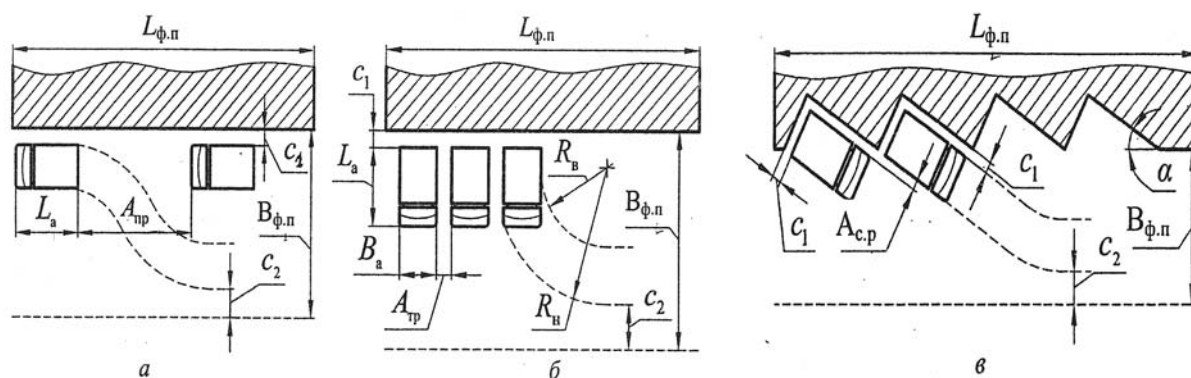


Рисунок 4.1. Расчетные схемы для определения размеров погрузочно-разгрузочных фронтов при поточной (а), торцевой (б) и ступенчатой расстановке АТС у складов.

Определение размеров фронта погрузки-разгрузки производится по формулам:  
 продольная:

$$\left. \begin{aligned} L_{\phi n} &= (L_a + A_{n.p.}) \cdot \Pi_x + A_{np} \\ B_{\phi n} &= R_n + R_6 + B_a + c_1 + 2c_2 \end{aligned} \right\} \quad (4.20)$$

торцевая:

$$\left. \begin{aligned} L_{\phi.n} &= (B_a + A_{m.p.}) \cdot \Pi_x + A_{m.p.} \\ B_{\phi n} &= R_n - R_6 + L_a + c_1 + 2c_2 \end{aligned} \right\} \quad (4.21)$$

ступенчатая:

$$\left. \begin{aligned} L_{\phi n} &= [(B_a + A_{cp}) \cdot \Pi_x + A_{cp}] \sin \alpha \\ B_{\phi n} &= R_n - R_6 \cdot \cos \alpha + L_a \cdot \sin \alpha + 1.4 c_1 + c_2 \end{aligned} \right\} \quad (4.22)$$

где  $L_a, B_a$  – длина и ширина автомобиля соответственно, м;

$R_n, R_6$  – наружный и внутренний радиусы поворота автомобиля (соответственно), м;

$A_{n.p.}, A_{m.p.}, A_{c.p.}$  – расстояние между автомобилями при продольной, торцевой, ступенчатой погрузке, м;

$c_1, c_2$  – минимальное расстояние от автомобиля до стены и от движущегося автомобиля до границы проезда, м;

$A_{n.p.}$  не должно быть меньше 1 м, а  $A_{m.p.}$  и  $A_{c.p.}$  – меньше 1,5 м, минимальное расстояние  $c_1$  не должно быть меньше 0,2 м, а  $c_2$  – меньше 0,5 – 1 м.

#### 4.4.4. Показатели работы складов

– Грузооборот склада; т:  
общий:

$$P_{\text{общ}} = \frac{Q_{\text{noc}} + Q_{\text{отпр}}}{\Delta T}, \quad (4.23)$$

по поступлению:

$$P_{\text{пост}} = \frac{Q_{\text{noc}}}{\Delta T}, \quad (4.24)$$

по отправлению:

$$P_{\text{отпр}} = \frac{Q_{\text{отпр}}}{\Delta T}, \quad (4.25)$$

где  $Q_{\text{noc}}$  – количество поступивших грузов, т;

$Q_{\text{отпр}}$  – количество отправленных грузов, т;

$\Delta T$  – период времени (сутки, месяц, год).

– Коэффициент неравномерности загрузки склада –  $K_{нер}$

$$K_{нер} = \frac{P_{мес.мах}}{P_{мес.ср}}, \quad (4.26)$$

где  $P_{мес.мах}$  – грузооборот самого напряженного месяца, т;

$P_{мес.ср}$  – среднемесячный грузооборот, т.

– Коэффициент оборачиваемости грузов на складе –  $K_o$ .

$$K_o = \frac{P_{общ}}{Z_{ср}}, \quad (4.27)$$

где  $Z_{ср}$  – средний запас хранения грузов на складе, т.

– Грузонапряженность склада –  $I_{скл}$

$$I_{скл} = \frac{Q_z}{F_{пол}}, \quad (4.28)$$

где  $Q_z$  – количество грузов, размещённых на полезной площади склада, т;

$F_{пол}$  – полезная площадь склада, м<sup>2</sup>.

– Коэффициент использования склада по объёму –  $K_v$ .

$$K_v = \frac{V_{зр}}{V_{скл}}, \quad (4.29)$$

где  $V_{зр}$  – объём, занимаемый грузом, м<sup>3</sup>;

$V_{скл}$  – общий объём склада, м<sup>3</sup>.

– Коэффициент использования склада по площади –  $K_f$

$$K_f = \frac{F_{зр}}{F_{общ}}, \quad (4.30)$$

где  $F_{зр}$  – площадь склада, занимаемая грузом, м<sup>2</sup>;

$F_{общ}$  – общая площадь склада, м<sup>2</sup>.

– Коэффициент использования склада по вместимости –  $K_g$

$$K_g = \frac{\Delta Q_{з.ср}}{Q_{скл}}, \quad (4.31)$$



где  $\Delta Q_{ср}$  – среднее количество грузов на складе за анализируемый период;

$Q_{скл}$  – вместимость всего склада.

– Производительность труда персонала склада  $T_{скл}$

$$T_{скл} = \frac{P_{общ}}{N_{раб}}, \quad (4.32)$$

где  $N_{раб}$  – численность всех работников и подсобных рабочих, закреплённых за складом.

#### 4.5. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ при перевозках различных видов грузов

**Механизация (автоматизация)** – замена ручного труда машинами и механизмами. Она может быть частичной или полной.

**К частично механизированным** относятся процессы, в которых основные трудоёмкие операции выполняются машинами, а управление этими машинами и некоторые вспомогательные операции – вручную, так как механизация этих операций неэффективна.

**К полностью, комплексно механизированным** процессам относятся такие, у которых все операции выполняются машинами и оборудованием, а за человеком остаётся управление этой техникой и контроль.

**В частично автоматизированных процессах** автоматизируются лишь некоторые операции.

**При комплексной автоматизации** большая часть операций выполняется автоматически, а человек подключается к управлению только на отдельных этапах, которые или пока нельзя доверить автоматам, или их применение оказывается неэкономичным.

**В автоматическом процессе** все операции выполняются в автоматическом режиме. Человек только наблюдает периодически за системой, ведёт её регулировку и наладку по мере надобности.

Условия для выполнения автоматизации:

- наличие комплексной механизации процесса ПРР;
- стабильность процесса переработки грузов в течение длительного времени;
- возможность свободного доступа заборных органов ПРС во все зоны помещений для хранения грузов и транспортных средств;
- унифицированность транспортных показателей грузов.

**Технико-эксплуатационные требования к средствам автоматизации:**

- должны обладать длительным сроком службы;
- обеспечивать необходимое быстродействие, определяемое эксплуатационными условиями переработки грузов;
- обеспечивать простоту и удобство управления;

- стабильно работать в различных природно-климатических и производственных условиях;
- быть безопасными в обслуживании и удобными при монтаже и ремонте;
- обладать высокой помехоустойчивостью управляющих сигналов;
- иметь минимальные габариты, массу и стоимость.

Основными качественным показателем состояния ПРР является уровень механизации

$$\gamma_{y.m} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{Mi}}{Q_{об.i}} \cdot 100\%, \quad (4.33)$$

где  $Q_{Mi}$  – объём работ по переработке  $i$ -ых грузов, выполненных механизированным способом;

$Q_{об.i}$  – весь объём погрузочно-разгрузочных работ с этими грузами;

$n$  – количество наименований грузов, перерабатываемых на погрузочно-разгрузочном пункте или складе.

Для учёта трудоёмкости процесса механизации используется показатель степень механизации труда

$$\gamma_{с.м} = \sum_{i=1}^n \frac{Q_{Mi} \cdot T_{Mi}}{Q_{об.i} \cdot T_{об.i}} \cdot 100\%, \quad (4.34)$$

где  $T_{Mi}$  – трудоёмкость выполнения механизированных операций, приходящаяся на единицу объёма  $i$ -го груза;

$T_{об.i}$  – общая трудоёмкость переработки всего количества  $i$ -го груза, приходящаяся на единицу его объёма.

Технологический процесс погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ в обязательном порядке должен включать схемы механизации, к которым предъявляются следующие требования:

- обязательное обеспечение безопасности работ;
- сокращение доли и интенсивности ручного труда, а также улучшение его условий;
- обеспечение максимально возможной производительности применяемой техники и обслуживающего персонала;
- улучшение использования оборудования, обеспечение его надёжности;
- сокращение затрат на переработку грузов.

Основной целью разработки схем механизации является отыскание наиболее рациональных способов доставки грузов потребителям.

В настоящее время схемы механизации разрабатываются с использованием современных информационных технологий, принципов математического, графического, имитационного моделирования, сетевых графиков технологических процессов [1, 9, 12, 13].

## 5. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ СРЕДСТВА

### 5.1. Классификация погрузочно-разгрузочных средств

Все ПРС делятся на две группы: основные и вспомогательные [9, 12].

**К основным ПРС** относятся: грузоподъемные и транспортирующие машины и механизмы, средства пакетизации и контейнеризации, специализированные и специальные автомобили.

**Группу вспомогательных ПРС** составляют устройства и приспособления для механизации вспомогательных работ, для облегчения погрузки и разгрузки, а также устройства для выполнения операций учёта и контроля.

Признаками классификации ПРС являются: вид и категория перегружаемого груза, степень подвижности механизма (по наличию ходовой части), принцип действия основного рабочего органа механизма, направление перемещения груза, назначение (рис.5.1).

**По виду перегружаемых грузов ПРС** делятся на пять групп:

- машины и механизмы, предназначенные для погрузки-разгрузки тарно-упаковочных и штучных грузов (все виды кранов, автопогрузчики, ленточные транспортёры и др.);
- обеспечивающие погрузку навалочных и насыпных грузов (экскаваторы и ковшовые погрузчики, погрузчики и краны с грейферными захватами, ленточные, скребковые, пластинчатые конвейеры, ковшовые элеваторы и др.);
- для работы с порошкообразными грузами (установки всасывания и нагнетания, винтовые конвейеры и др.);
- для погрузки- разгрузки жидких грузов (различные виды гидравлических насосов);
- для газообразных грузов (насосы для перекачки газов).

**По степени подвижности** различаются стационарные и передвижные (мобильные и самоходные) ПРС: **стационарные** – вообще не имеют ходового оборудования или не снабжены таким ходовым оборудованием, которое позволяет им перемещаться в пределах одного погрузочно-разгрузочного пункта (настенные, мостовые, козловые, башенные краны, краны-штабелеры и тд.); **мобильные** – имеют ходовое оборудование на шасси с собственным источником энергии, что позволяет им самостоятельно перемещаться между погрузочно-разгрузочными пунктами (экскаваторы, погрузчики, автомобильные, гусеничные и др. виды кранов).

**По направлению перемещения груза** выделяют 4 группы ПРС:

- для вертикального перемещения (домкраты, элеваторы);
- для вертикального подъёма груза и последующего его перемещения (все виды кранов, электро- и автопогрузчики, установки пневмотранспорта ковшовые погрузчики, экскаваторы, автомобили-самопогрузчики, тали и др.);
- для наклонного перемещения груза (конвейеры);

– для горизонтального перемещения груза (различные виды конвейеров).

**По назначению ПРС** бывают: **общего назначения** (универсальные) – перерабатывающие грузы широкой номенклатуры (краны, экскаваторы и др.) и **специализированные** – перерабатывающие только один вид груза (пневмотранспортные установки для муки, цемента, удобрений и др.)

По принципу действия основного рабочего органа ПРМ можно разделить на три основные группы: **с рабочим органом периодического действия** (прерывного или циклического), **с рабочим органом непрерывного действия** и **комбинированные**.

#### **Система обозначения погрузочно-разгрузочных средств.**

Наибольшее распространение получила система обозначения, по которой каждому типу ПРС присваивается буквенное (марка) и цифровое (индекс) обозначение.

Буквенные обозначения основных ПРМ:

- КС – краны стреловые самоходные;
- КБ – краны башенные строительные;
- ТА – оборудование пневмотранспорта: пневморазгрузчики, пневмонасосы, пневмоподъёмники;
- ТК – конвейеры и питатели;
- ТМ – погрузчики многоковшовые;
- ТР – разгрузчики нерудных материалов;
- ЭО – экскаваторы одноковшовые универсальные;
- ЭП – электропогрузчик;
- ЛЭ – лебёдка электрическая.

Цифровая индексация состоит обычно из нескольких цифр, указывающих класс грузоподъёмности, особенности ходового устройства или других элементов конструкции, модернизацию, порядковый номер модели и кинематическое исполнение.



Рисунок 5.1. Классификация погрузочно-разгрузочных средств

Основные погрузочно-разгрузочные средства подразделяются на три класса:

- грузоподъемные и транспортирующие машины и механизмы;
- средства пакетизации и контейнеризации;
- специализированные и специальные автомобили.

Из них наиболее большим и разнообразным является класс грузоподъемных и транспортирующих машин и механизмов периодического действия.

## 5.2. Погрузочно-разгрузочные средства периодического действия

Они предназначены для захвата, подъема и транспортирования различных грузов и включают простейшие устройства и механизмы, краны и погрузочно-разгрузочные машины [1, 9, 12, 13].

### 5.2.1. Простейшие механизмы и устройства

Классификация таких средств представлена на рисунке 5.2. К ним относятся: полиспасты, домкраты, ручные лебёдки, ручные тали, ручные тележки, ручные вилочные погрузчики-штабелеры, электрические лебёдки, электрические тали, пневматические тали, механические лопаты, монорельсовые тележки.

**Полиспаст** – древнейшее грузоподъемное устройство, представляющее собой систему подвижных и неподвижных блоков, огибаемых гибким единым органом (канат, цепь).

Они разделяются на силовые (прямого действия) и скоростные (обратного действия).

В полиспасте прямого действия вес поднимаемого груза распределяется на количество ветвей гибкого органа. В полиспасте обратного действия груз подвешивается на его свободную ветвь, а тяговое усилие приложено к подвижной обойме блоков.

Домкраты – простые подъёмные механизмы с жестким выдвижным органом, применяемым для подъёма или перемещения груза на расстояние не более одного метра. Грузоподъёмность домкратов достигает 500 тонн, скорость подъёма груза 10 – 35 мм/мин, собственная масса 3 – 150 кг. Домкраты подразделяются на реечные, винтовые и гидравлические.

**Ручные лебёдки** – простейшие грузоподъёмные машины, преобразующие вращательное движение вала в поступательное движение гибкого органа, используемые для подъёма и перемещения грузов. По виду рабочего органа лебёдки делятся на барабанные и рычажные, по назначению – на подъёмные, тяговые и поворотные, по способу установки – на передвижные и стационарные.

Тяговое усилие ручной лебёдки равно 5 – 80 кН, канатоёмкость барабанов 22 – 150 м, масса 40 – 1500 кг.

**Ручные тали** – компактные подвесные грузоподъёмные устройства, смонтированные в одном корпусе с лебёдкой. По виду гибкого элемента тали делятся на цепные и канатные, по способу установки – на стационарные и передвижные, по виду передаточного механизма – на шестерёнчатые и червячные. Червячные тали выпускают грузоподъёмностью 0,25 – 12,5 т, шестерёнчатые 0,25 – 8 т.

**Ручные тележки** применяют для погрузки-разгрузки и перемещения на небольшие расстояния тарно-упаковочных и штучных грузов. По устройству ходовой части тележки бывают одно-, двух-, трёх- и четырёхколёсные. Двухколёсные тележки, называемые «медведками», имеют грузоподъёмность 300 – 500 кг и собственную массу 45 – 60 кг.

**Ручные вилочные тележки** с гидравлическим подъёмом вилок называются транспаллетами или роклами. Грузоподъёмность таких тележек 0,5 – 2,5 тонн. Такие тележки являются наиболее распространёнными на складах и выпускаются фирмами «Босс» (Великобритания), «Рокла» (Финляндия), «БТ» (Швеция), российскими «Транспрогресс», «Волжский», «Полиграфмаш».

**Ручные вилочные погрузчики-штабелеры** предназначены для погрузки, выгрузки и штабелирования тарно-упаковочных и штучных грузов, в т.ч. в пакетах на поддонах, а также для ручного перемещения поддонов на незначительные расстояния. Штабелеры делаются с ручным, с ножным или с комбинированным приводом. Их грузоподъёмность 200 – 1500 кг, высота подъёма груза на вилах 1,5 – 2 м.

**Электрические лебёдки** – вместо ручного привода на валу установлен электродвигатель, может развивать значительное тяговое усилие 2,5 – 50 кН в длительном режиме работы.

**Электрические тали** – одни из самых распространённых подъёмников, имеют компактную конструкцию, удобную и безопасную эксплуатацию, надёжность, малую массу и долговечность в работе. Могут быть стационарные и

передвижные. В России наиболее распространены электротали типа ТЭ с грузоподъемностью 0,25 – 5 т, высотой подъема 6 – 30 м., скоростью подъема груза до 8 м/мин, скоростью передвижения 20 – 32 м/мин.

**Пневматические тали** приводятся в действие за счёт подачи сжатого воздуха в рабочий цилиндр, для чего нужна компрессорная станция, применяются в пожаро- и взрывоопасных производствах.

**Механические лопаты** – предназначены для выгрузки сыпучих грузов из бортовых автомобилей. Состоят из электрической лебёдки, тросов тяговых рабочих элементов – скребков. Существуют одинарные, сдвоенные, стационарные и передвижные. Производительность одинарных – 30 – 40 т/ч, сдвоенных – до 80 т/ч.

**Монорельсовые тележки** («кошки») – предназначены для подъема и горизонтального перемещения по подвесной балке двутаврового сечения сыпучих и штучных грузов. Могут быть как без механизма передвижения, так и с ним.

### 5.2.2. Краны

**Кран** – грузоподъемная машина циклического действия, осуществляющая подъем и перемещение грузов, удерживаемых грузозахватными устройствами, из одной точки погрузочной площадки, обслуживаемой машиной, в другую с последующими опусканием грузов к месту доставки [1, 9, 12].

Краны различаются по назначению, области применения, конструктивным признакам, характеру выполняемой работы, типу ходового устройства, конструкции грузозахватного устройства, способу управления и по другим признакам.

**По назначению:** краны **общего** назначения, оснащённые преимущественно грузовым крюком и применяемые в основных производствах, и **специального** назначения – краны металлургические, строительно-монтажные, для обслуживания гидротехнических сооружений, а также краны, работающие во взрыво- и пожароопасных средах, в условиях повышенного агрессивного воздействия среды.

**По конструкции:** мостовые и стреловые.

**По конструкции ходового устройства:** рельсовые, железнодорожные, плавучие, шагающие, автомобильные, гусеничные, пневмоколёсные.

**По возможности перемещения:** передвижные, стационарные, самоподъёмные, переставные, самоходные, прицепные.

**По роду привода механизмов:** ручные и машинные.

**По конструкции грузозахватного органа:** крюковые, магнитные, рейферные (для навалочных грузов), клещевые (для затаренных в ящики, бочки, мешки грузов), траверсные, с автоматическими захватами.

**По способу управления:** управляемые из кабины или с пола, управляемые дистанционно и автоматически.

#### 5.2.2.1. Мостовые краны

**Мостовые краны** представляют собой высокопроизводительные машины, предназначенные для выполнения подъёмно-транспортных операций с тарно-упаковочными, штучными, тяжеловесными, навалочными и другими видами грузов. Характерной особенностью мостового крана является наличие в его конструкции моста, балки которого на колёсах передвигаются по рельсам, уложенным на эстакадах, колоннах или кронштейнах, прикреплённых к стенам здания. Вдоль моста по направляющим рельсам передвигается крановая тележка. Мостовые краны по конструкции моста разделяются на однобалочные и двухбалочные, по способу опирания на крановый путь – опорного и подвешного типа.

В технологическом процессе доставки грузов автомобильным транспортом наибольшее применение находят мостовые краны грузоподъёмностью 5, 10 и 25 т, с высотой подъёма грузов до 16 м, и скоростью подъёма 0,133 – 0,166 м/с. К преимуществам относят возможность обслуживания почти всей площади склада, к недостаткам – значительная стоимость эстакады.

**Козловые краны** относятся к кранам мостового типа, т.к. мост устанавливается на двух высоких опорах (козлах), перемещающихся по рельсам, уложенным на уровне земли. Мост выполняется одно- или двухбалочным. Механизмы передвижения крана размещены на каждой опоре. Если одна из ходовых тележек установлена на уровне пролётного строения, то такие краны называются полукозловыми. Достоинства козловых кранов: высокая устойчивость, независимость грузоподъёмности и высоты подъёма от места нахождения груза в рабочей зоне крана, хороший обзор места производства погрузочно-разгрузочных работ из кабины. Недостатки: ограниченная зона действия, малая высота подъёма груза, сложность применения на местах с большим уклоном площадки. Грузоподъёмность этих кранов 3,2 – 32 т., пролёт от 10 до 32 м., высота подъёма 7,1 – 10 м.

**Контейнерные перегружатели** предназначены для работы с крупнотоннажными контейнерами (10 – 30 тонн). Металлоконструкция их аналогична козловым кранам. Особенность заключается в конструкции тележки и захвата. Тележка имеет разнесённую пространственную канатную подвеску, предотвращающую раскачивание контейнера при погрузочно-разгрузочных работах. Специальный захват автоматически обеспечивает застроповку, отстроповку и управляется дистанционно из кабины.

**Краны-штабелеры** предназначены для эксплуатации преимущественно на складах с большим грузооборотом тарно-упаковочных и штучных грузов, которые хранятся на многоярусных стеллажах высотой 10 и более метров. Краны-штабелеры разделяют на мостовые и стеллажные. Мостовой состоит из моста, тележки и вертикальной грузоподъёмной колонны, по которой передвигается грузоподъёмник с грузозахватным устройством. Колонны могут быть выполнены жёсткими или телескопическими. Тележки мостовых кранов-штабелеров могут быть опорными или подвесными. Мостовые краны-штабелеры выпускаются грузоподъёмностью 0,125 – 12,5 т, пролёт 5,1 – 28,5 м., высота подъёма



грузозахватного элемента 4,8 – 13,3 м., скорость подъёма груза 0,125 – 0,3 м/с. У стеллажного крана-штабелера колонна смонтирована на ходовой тележке, перемещающейся вдоль стеллажей. По способу опирания ходовой тележки эти краны разделяют на подвесные, опирающиеся на нижнюю полку двутавровой балки, подвешенной к перекрытию склада; стеллажные, опирающиеся на два рельсовых пути, расположенных на стеллажах; напольные, передвигающиеся по рельсу на полу склада. Стеллажные краны-штабелеры имеют грузоподъёмность 0,16 – 12,5 т., наибольшую высоту подъёма 18 м., скорость подъёма 0,2 – 0,5 м/с, скорость передвижения крана 1 – 2,5 м/с, скорость выдвигания захватного устройства 0,125 – 0,25 м/с.

Маркировка мостовых опорных кранов-штабелеров:

- ОК – опорный, управляемый из кабины;
- ОП – опорный, управляемый с пола;
- ОКД – опорный, управляемый из кабины для работы с длинномерными грузами.
- Маркировка мостовых подвесных кранов-штабелеров:
- ПК – подвесной, управляемый из кабины;
- ПП – подвесной, управляемый с пола.
- Маркировка стеллажных кранов-штабелеров:
- СА – стеллажные, управляемые автоматически;
- СК – стеллажный компоновочный;
- САД – стеллажный автоматический для работы с длинномерными грузами.

**Кабельные краны** – сложный по конструкции и очень дорогостоящий мостовой кран. Применяется на открытых складах для лесных и других массовых грузов с большим объёмом работ. Основным элементом крана – несущий канат (кабель), выполняющий функцию моста, по которому за счёт тяговых канатов перемещается грузовая тележка. Различают подвижные и неподвижные кабельные краны. Недостатки: передвижение грузовой тележки требует дополнительного усилия, она не может подойти к башне ближе чем на 10 см., т.к. несущий канат не может быть натянут строго горизонтально, а кроме этого грузовая тележка и груз всегда раскачиваются. Грузоподъёмность до 20 т., длина пролёта до 600 м. Такие краны могут обслуживать рабочую площадь в 1 млн.м<sup>2</sup>.

#### **5.2.2.2. Стреловые краны**

**Стреловые краны** – краны со стрелой, закрепленной на поворотной платформе. У стреловых кранов, кроме механизма подъёма груза, могут быть следующие механизмы: механизм подъёма стрелы, поворота стрелы, перемещения грузовой тележки, перемещения крана. К кранам стрелового типа относятся: башенные, консольные, порталные, мобильные.

**Консольные краны** – грузоподъемные машины, имеющие стрелу, закрепленную на металлоконструкции крана консолью. Могут быть стационарными и передвижными. Стационарные консольные краны по своей конструктивной схеме бывают 2-х типов: настенные и на колонне. Передвижные консольные краны перемещаются по рельсовым путям, уложенным на эстакады с одной стороны здания. Они применяются для обслуживания отдельных рабочих мест: станков, стендов, технологических агрегатов, складских площадок при различных видах погрузочно-разгрузочных, монтажных и демонтажных операций. Грузоподъемность и вылет стрелы настенных кранов обычно не превышают 5 т и 6 м. Краны с поворотной колонной грузоподъемностью до 10 т, вылет стрелы до 7 м. Основным недостатком консольных кранов – ограниченная площадь обслуживания.

**Башенные краны** – стреловой поворотный кран со стрелой, закреплённой в верхней части вертикально установленной башни. Они предназначены для подачи строительных материалов к рабочим местам строителей, монтажа зданий и оборудования, могут быть использованы для выполнения ПРР при доставке груза на стройплощадки. Башенные краны делятся на подвижные, стационарные, самоподъемные.

По конструктивному исполнению делятся на краны с поворотной и неповоротной башнями.

По способу изменения вылета крюка: на башенные краны с управляемой стрелой и краны с грузовой тележкой, перемещаемой по балочной стреле. Управление всеми механизмами крана осуществляется машинистом из кабины. Преимущества башенных кранов: хороший обзор машинистом рабочей зоны, отсутствие пересечения конструкций строящегося объекта, надежность и простота в эксплуатации, большая рабочая зона. К недостаткам можно отнести необходимость устройства подкрановых путей для их перемещения, монтаж и демонтаж крана при его перебазировании.

**Портальные краны** – грузоподъемные машины, у которых поворотная часть (с механизмами вращения, подъема груза, изменения вылета стрелы) монтируется на высокой раме – портале (П-образной части конструкции или машины). Портал крана перемещается вдоль причального фронта погрузки-выгрузки по рельсовым подкрановым путям на 4 опорах. Стрела крана в горизонтальной плоскости может поворачиваться вокруг вертикальной оси на  $360^{\circ}$ , а в вертикальной опускаться и подниматься от  $0^{\circ}$  до  $90^{\circ}$  соответственно.

Различают 1, 2-х, 3-х и многопутные порталы, в зависимости от количества перекрываемых путей.

По конструктивному исполнению различают следующие виды порталных кранов: с башней и поворотной качающейся стрелой, с поворотной стрелой, с подвижной тележкой, контейнерные. Грузоподъемность порталных кранов может достигать до 100 т, а вылет стрелы – до 50 м. Наибольшую эффективность перегрузочного процесса обеспечивают краны с грузоподъемностью 5 – 30 т и вылетом стрелы до 32 м.

**Самоходные (мобильные) краны** – предназначены для механизации ПРР, транспортных и складских работ. Они обладают высокой маневренностью и универсальностью, а также комплектуются различными видами сменного рабочего оборудования.

По области использования делятся на краны общего назначения и специальные.

По грузоподъёмности – на лёгкие (до 10 т), средние (10 –25 т) и тяжелые (>25 т).

По подвеске стрелового оборудования: с гибкой и жесткой подвесками.

По приводу механизмов: с механическим, дизель-электрическим, гидравлическим, электрическим, гидромеханическим приводами.

**Автомобильные краны** – грузоподъёмные машины, у которых крановое оборудование смонтировано на шасси грузовых автомобилей. Достоинства: большая скорость передвижения, быстрое перебрасывание их с объекта на объект, хорошая маневренность.

Автомобильные краны применяют для выполнения ПРР с контейнерами, различным оборудованием, металлом, строительными деталями на открытых складских площадках, имеющих подъездные автомобильные пути.

По грузоподъёмности краны подразделяются на шесть групп: 4; 6,3; 10; 16; 25 и 40 т.

По типу привода механизмов: от основного двигателя через коробку отбора мощности; собственного дополнительного двигателя, установленного на поворотной платформе; электродвигателя; гидроцилиндров или гидродвигателей.

По исполнению подвески стрелового оборудования: с гибкой и жёсткой подвесками.

Автомобильный кран любой конструкции состоит из двух основных частей: неповоротной и поворотной. Между собой они связываются опорно-поворотным устройством, которое передаёт нагрузки от поворотной части крана на неповоротную и обеспечивает возможность вращения поворотной части относительно неповоротной на 360<sup>0</sup>. Неповоротная часть крана представляет собой ходовое устройство и ходовую раму, на которой монтируется опорно-поворотное устройство. Поворотная часть крана – это поворотная платформа, где располагаются исполнительные механизмы, кабина и стреловое оборудование.

**Краны на специальном шасси автомобильного типа** – относятся к группе мобильных кранов повышенной грузоподъёмности, (25 – 100 и более т), отличаются от других мобильных кранов лучшими грузовыми характеристиками при работе без выносных опор, повышенной проходимостью и достаточно высокой транспортной скоростью. Поворотная часть монтируется на шасси автомобильного типа, состоящей из рамы, на которой установлены ходовые мосты с колёсами, двигатели, раздаточная коробка и трансмиссия, а также роликовое опорно-поворотное устройство и поворотная рама. На поворотной раме расположены кабина управления, стрела и механизмы её подъёма. Стрела, как правило, имеет несколько телескопических секций.

**Пневмоколёсные краны** (по сравнению с автомобильными) обеспечивают большую грузоподъёмность и могут работать без выносных опор, но уступают автомобильным в скорости движения, манёвренности и экономичности. Пневмокраны имеют четыре типа по грузоподъёмности: 25, 40, 63 и 100 т. Пневмокраны имеют специальные шасси с увеличенной колеёй и двумя ведущими осями.

По виду шасси они делятся на длиннобазовые (база > 4,1 м) и короткобазовые (база < 3,5 м). Длиннобазовые используют при погрузке различных тарно-упаковочных и штучных грузов на временных перегрузочных складах и стройплощадках. Короткобазовые краны, благодаря своей маневренности и проходимости, широко используются при ПРР в стеснённых условиях. Все пневмокраны снабжаются дизельными двигателями и механическим, электрическим, гидравлическим приводом.

**Гусеничные краны** представляют собой краны стрелового типа, установленные на гусеничных тележках. Ходовая часть таких кранов – рама с ходовыми тележками, привод которых осуществляется от ДВС или от дизель-генератора, установленных на полноприводной платформе, на которой смонтирована лебёдка стрелы, механизмы поворота крана и кабина. Гусеничные краны обладают высокой маневренностью и проходимостью, не требуют специальной подготовки основания, т.к. обладают низким средним давлением на грунт (0,02 – 2,4 МПа) по сравнению с другими мобильными кранами. Скорость перемещения 0,75 – 3 км/ч.

По виду исполнения гусеничные краны подразделяются на 2 группы: смонтированные на специальной гусеничной тележке, смонтированные на базе универсальных одноковшовых экскаваторов.

По конструкции стрел: на стреловые с маневровой стрелой; башенно-стреловые с башней и стрелой балочного типа. Грузоподъёмность гусеничных кранов от 10 до 160 т. К недостаткам этих кранов относят большую собственную массу, высокую стоимость, низкую транспортную скорость и низкий ресурс ходовой части.

**Тракторные краны** – стреловые краны, смонтированные на базе типовых гусеничных или колёсных тракторов. Трактор служит одновременно ходовой частью и силовой установкой крана. Такие краны находят применение в сельском хозяйстве, при монтаже и демонтаже нефте- и газопроводов и др. Их грузоподъёмность от 0,1 до 0,5 т. вертикальные перемещения груза обеспечиваются гидросистемой, а горизонтальные – движением трактора.

**Железнодорожные краны** – краны стрелового типа, установленные на специальной железнодорожной платформе, передвигающиеся по рельсовому пути стандартной шириной 1524 мм. Скорость передвижения своим ходом – 5 – 10 км/ч. Выпускают железнодорожные краны с дизель-электрическим и дизель-гидравлическим приводом. Используются как основные на прирельсовых складах различных предприятий и станциях с небольшим грузооборотом. Грузоподъёмность железнодорожных кранов 6 – 100 т, минимальный вылет стрелы 4,4 – 6 м, максимальный – 15 – 30 м.

**Краны плавучие** – универсальные машины, предназначенные для выполнения ПРР и перегрузочных работ в портах с различными видами грузов. Достоинства: мобильность, автономность работы и возможность производства ПРР у необорудованного берега. Плавучие краны состоят из понтона и верхнего строения.

По конструкции верхнего строения краны делятся на поворотные (используются для работы с массовыми грузами), неповоротные (для работы с тяжеловесными грузами).

По конструкции понтона краны бывают речного, озёрного и морского плавания. Привод плавучих кранов чаще всего – дизель-электрический, предусматривающий возможность питания электроэнергией от береговых источников.

Плавучие краны могут быть самоходными и самоходными со скоростью движения до 18 км/ч. Грузоподъёмность плавучих кранов не превышает 25 т, а наиболее эффективными для применения в портах считают краны грузоподъёмностью 5 – 16 т.

### ***5.2.3. Погрузочно-разгрузочные машины периодического действия***

К этим машинам периодического действия относят машины напольного транспорта (вилочные), автомобилепокидыватели или автомобилеподъёмники, ковшовые погрузчики, манипуляторы и роботы [12].

**Напольные (вилочные) погрузчики** – универсальные подъёмно-транспортные машины на колёсном ходу с приводом от двигателей различного типа, оборудованные жесткой вертикальной стойкой с передвигающейся по ней кареткой, несущей грузозахватное устройство.

К ним относят: электропогрузчики, электроштабелеры, автопогрузчики, порталные погрузчики-автоконтэйнеровозы, электротележки. Преимущества: мобильность и универсальность, большое количество грузозахватных устройств и приспособлений, способность к самопогрузке, саморазгрузке и штабелированию грузов, высокая манёвренность.

По назначению они делятся на универсальные и специальные.

По грузоподъёмности: лёгкие – до 2 т, средние – 3 – 5 т, тяжелые – 10 – 40 т.

По типу силовой установки: электропогрузчики и автопогрузчики.

По расположению рабочего оборудования: фронтальные, боковые, порталные.

Наиболее рациональным расстоянием транспортирования грузов для электропогрузчиков является 70 – 100 м со скоростью до 10 км/ч, для автопогрузчиков – 100 – 200 м со скоростью 15 км/ч. Грузозахватные устройства комплектуются массивными (без воздуха) литыми шинами, полупневматическими и пневматическими шинами, которые изготавливаются из резины (чёрного цвета) или полиуретана (тёмно-коричневого цвета).

**Электропогрузчики** – предназначены для механизации ПРР с тарно-упаковочными и штучными грузами, в т.ч. сгруппированными в виде пакетов на

поддонах или в контейнерах. В качестве силового агрегата используется электродвигатель.

По числу опорных точек выполняются по трёх- или четырёхопорной колёсной схеме.

Погрузчики с трёхопорной схемой имеют управляемый мост, который может качаться вокруг продольной оси, а управляемое колесо – поворачиваться вокруг вертикальной оси на угол  $90^0$ , что уменьшает радиус поворота до 1100 – 1340 мм. Ведущие колёса имеют отдельный привод.

Погрузчики с четырёхопорной схемой состоят из рамы, опирающейся на передний (ведущий) и задний (управляемый) мост, прикрепленный к раме с помощью рессор. На ведущий мост шарнирно закреплён грузоподъёмник, связанный с рамой с помощью гидроцилиндров. Основная рама может быть незначительно наклонена вперёд на угол  $3 - 5^0$  и назад на угол до  $10^0$ , что повышает удобство захвата груза вилами и устойчивость при движении с грузом. Их грузоподъёмность, в основном от 250 кг до 5 т.

**Электроштабелеры** – специализированные аккумуляторные электропогрузчики, предназначенные для выполнения ПРР с пакетированными грузами, уложенными на стеллажах или в штабелях, а также их транспортирования на расстояние 20 – 30 м. в закрытых складах с асфальтным или цементно-бетонным покрытием [3, 9]. Различие электроштабелёра и электропогрузчика в том, что всё оборудование первого сжато в длину и вытянуто вверх. Конструктивная особенность штабелёра состоит в том, что его шасси представляют собой вынесенные вперёд параллельные балки, которые опираются на 4 колеса, ведущим и одновременно рулевым является левое заднее колесо. Передние колёса, несущие основную нагрузку, снабжаются массивными шинами диаметром 200 – 320 мм. Грузоподъёмник и каретка с вилочным захватом обеспечивают подъём груза на высоту до 4,8 м, поворот вилок на угол до  $90^0$  в каждую сторону, поперечное смещение вилок на величину до 900 мм и продольное выдвижение на 600 – 640 мм, а также имеют возможность наклоняться вперёд на угол  $3^0$  и назад на угол  $5^0$ . Мощность механизмов подъёма составляет 1,2 – 20 кВт. Грузоподъёмность электроштабелёров не превышает 2 т. Для складов с большой строительной высотой выпускаются электроштабелеры с грузоподъёмностью до 3 т, высотой подъёма вилок до 12 м и их фронтальным смещением до 800 мм. Наибольшим спросом пользуется малая складская техника с улучшенной эргономикой и улучшенными параметрами безопасности в виде самоходных штабеллеров. Такие штабелеры хорошо зарекомендовали себя при обработке грузопотоков средней мощности по 100 – 150 паллет/смена при высоте стеллажей 5,5 – 6 м. Скорость их движения с грузом – 3 – 5 км/ч, без груза – 6 км/ч.

**Автопогрузчики** представляют собой самоходные погрузочно-разгрузочные и транспортирующие машины на пневмоходу, оснащённые ДВС. Они предназначены для выполнения операций ПРР, укладки в штабели, выемки из штабелей и перемещения на расстояния до 200 м различных видов грузов в основном на открытых складах и площадках. При конструировании и изготовлении многих моделей погрузчиков используют значительное количество

автомобильных агрегатов (ведущий мост, рулевое управление, коробка передач и т.д.). Автопогрузчики характеризуются высокой производительностью, универсальностью, мобильностью и способностью выполнять ПРР в различных эксплуатационных условиях с контейнерами, штучными грузами, тяжелыми и длинномерными грузами и т.д. Наибольшее распространение получили автопогрузчики средней грузоподъемности 3 – 5 т.

В настоящее время всё большее распространение находят телескопические погрузчики – манипуляторы, которые могут поднимать вилы с грузом на высоту более 20 м. Эти машины характеризуются высокой маневренностью и проходимостью, т.к. ведущими могут быть все колеса. Телескопическими погрузчиками удобно обрабатывать как сыпучие стройматериалы, так и уложенные в контейнеры.

**Портальные погрузчики** – автоконтейнеровозы предназначены для перегрузки и транспортировки на небольшие расстояния (2 – 3 км) крупнотоннажных (20 – 30 т) контейнеров, длинномерных и других видов грузов. Используются на площадках с хорошим твёрдым покрытием, в морских или речных портах, а также крупных промышленных предприятиях. Автоконтейнеровозы состоят из портала, который опирается на колёса, снабженные пневмошинами. На верхней части портала размещается дизельный двигатель и коробка передач. Управляют погрузчиком из кабины, которая размещается на одной из опор портала. Наиболее распространены автопогрузчики грузоподъемностью 20 – 25 т и с максимальной скоростью перемещения с грузом 12 км/ч, без груза – 25 – 27 км/ч.

**Электротележки** – самоходные устройства для перемещения грузов внутри складов или цехов на небольшие расстояния. Отличаются от электропогрузчиков небольшой массой и габаритами.

По конструкции различают: с неподвижной платформой, с подвижной платформой, оснащенные краном или погрузочным манипулятором, с подъемной платформой или вилами, с самосвальными кузовами. Имеют трех- или четырёхколесную схему опоры. В работу тележка приводится электродвигателем, работающим от щелочных аккумуляторных батарей. Управление осуществляется рабочим при помощи ручки с кнопками управления.

**Автомобилеопрокидыватели** (разгрузчики, подъемники) – предназначены для выгрузки сыпучих грузов из кузова бортовых автомобилей и автопоездов в пунктах со значительным поступлением этих грузов на расстояния, превышающие рациональное плечо работы автомобилей-самосвалов. Принцип действия: обеспечение наклона автомобиля или прицепа в сторону бокового или заднего борта при помощи платформы, имеющей гидравлический или электромеханический привод.

**Ковшовые погрузчики** – самоходные машины периодического действия с рабочим органом, выполненным в виде ковша.

Различаются по типу ходового устройства на гусеничные и пневмоколёсные.

По направлению разгрузки: с задней разгрузкой (перекидные), с передней (фронтальные), с передней и задней разгрузкой ковша (фронтально-перекидные).

По грузоподъёмности: легкого (0,5 т), среднего (3 – 6 т), тяжелого (10 – 15 т), сверхтяжелого (> 15 т) типов.

Погрузочное оборудование ковшового погрузчика состоит из портала, монтируемого на раме шасси автомобиля или раме гусеничного трактора; стрелы, шарнирно закреплённой на портале; шарнирно-рычажной системы; исполнительных гидроцилиндров подъема стрелы и поворота рабочего органа; сменных рабочих органов. Сменное рабочее оборудование делится на 4 группы: землеройно-погрузочное, грузоподъёмное, снегоуборочное и вспомогательное.

К землеройному оборудованию относятся ковши нормальной, уменьшенной и увеличенной вместимости, с боковой, принудительной разгрузкой, с увеличенной высотой разгрузки.

Грузоподъёмное оборудование – грузовые вилы, крановые безблочные стрелы и челюстные захваты.

**Мини-техника** – по сравнению с обычной имеет меньшие габариты, меньшую массу, меньшую стоимость. Современные универсальные минипогрузчики (0,3 – 1,5 т) предназначены для выполнения ПРР, транспортных и других видов работ небольших объёмов. Эти погрузчики монтируются на низкосидящем короткобазовом полноприводном пневмоколёсном шасси, оснащённом ходовой трансмиссией с бортовым поворотом четырёх ведущих колёс, причем колеса левого и правого бортов могут работать с противоположным вращением для разворота машины вокруг своей оси. В состав рабочего оборудования входит сменный рабочий орган, быстродействующий захват, грузовая стрела, гидросистема. Высокая степень универсальности обеспечивается возможностью использования на нём около двух десятков рабочих органов, замена которых механизирована и выполняется машинистом из кабины.

**Экскаватор** – самоходная землеройная машина, имеющая оборудование для механического отрыва и перемещения грунта или породы. В зависимости от назначения и конструктивных особенностей они подразделяются на:

- строительные и строительно-карьерные (масса от 2 до 250 т, вместимость от 0,1 до 6 м<sup>3</sup>);
- карьерные (масса 75 – 100 т, объём ковша 2 – 20 м<sup>3</sup>);
- вскрышные (170 – 13000 т, 4 – 160 м<sup>3</sup>);
- туннельные и шахтные (16 – 30 т, 0,5 – 1 м<sup>3</sup>);
- шагающие (4 – 25 м<sup>3</sup>).

По типу двигателя: электрические, дизельные, дизель-электрические.

По числу установленных двигателей: одномоторные, многомоторные с индивидуальным приводом механизма, многомоторные с групповым приводом механизмов, многомоторные с индивидуально-групповым приводом механизмов.

По типу привода с механическим, гидромеханическим, гидравлическим, электрическим и смешанным приводами.

По возможности вращения поворотной части: полноповоротные, неполноповоротные.



По ходовому оборудованию: гусеничные, пневмоколёсные, на специальном шасси, на базе самоходной машины, шагающие.

По типу подвески рабочего оборудования: с гибкой и жесткой подвесками.

#### **5.2.4. Манипуляторы и роботы**

**Манипулятор** – механизм, содержащий рабочий орган, предназначенный для имитации двигательной функции руки человека в технологическом процессе при перемещении объектов в пространстве, и дистанционно управляемый оператором или действующий автоматически. За объект манипулирования принимается тело, перемещаемое в пространстве манипулятором [9, 11].

**Роботом** называют универсальный автомат, способный имитировать двигательные и умственные функции человека посредством программы, адаптироваться к окружающей среде и настраиваться. По уровню управления манипуляторы делят на системы с ручным и дистанционным управлением и системы с автоматизированным и автоматическим управлением, которые называют промышленными роботами. Промышленные роботы относятся к классу машин, оснащенных манипуляторами [9, 11].

Манипуляторы с ручным и дистанционным управлением подразделяется на шарнирно-балансирные манипуляторы и экзоскелетоны.

**Шарнирно-балансирный манипулятор** – машина с многозвенным механизмом и приводами на каждой подвижной паре. Управление осуществляется при помощи сигналов, вырабатываемых оператором при перемещении рукоятки управления в направлении желаемого движения груза.

**Экзоскелетоны** – машины с многозвенными механизмами, звенья которых непосредственно сочленены с руками, ногами человека. Естественные движения человека по выполнению заданных работ формируют управляющие сигналы, а двигатели системы берут на себя всю тяжесть работы. Экзоскелетоны как бы увеличивают силу человека и позволяют перемещать грузы значительной массы.

**Промышленный робот** – автоматическая машина, состоящая из манипулятора и перепрограммируемого устройства программного управления для выполнения в производственном процессе двигательных и управляющих функций.

По уровню управления роботы делятся на 3 поколения: программные, адаптивные, интеллектуальные.

**Программные роботы** – первое поколение роботов с легко переналаживаемой системой управления, но программа действия которых не изменяется в процессе работы. После изменения программы робот может выполнять другую совокупность операций.

**Адаптивные роботы** – второе поколение роботов с сенсорным обеспечением, реагирующее на изменения внешней среды и корректирующее программу своей работы в соответствии с этими изменениями. Система управления адаптивных роботов базируется на микропроцессорных устройствах.

**Интеллектуальные (интегральные) роботы** – третье поколение, обладающее элементами искусственного интеллекта. Они могут вырабатывать управляющие решения в различных изменяющихся условиях окружающей обстановки. Оснащаются современной микропроцессорной техникой, специальными навигационными и телекоммуникационными системами, ЭВМ и соответствующим программным обеспечением.

По типу управления манипуляторы и роботы делятся на 5 групп: манипуляторы с командным управлением; копирующие манипуляторы; полуавтоматические манипуляторы; роботы с супервизорным управлением; роботы с диалоговым управлением.

По выполняемым технологическим функциям робототехнические системы делятся на 3 класса: транспортные, информационные и управляющие.

**Транспортные** используются для связи со складом, с местами погрузки и формирования пакетов.

**Манипуляционные** предназначены для выполнения ПРР и перегрузочных операций.

**Информационные и управляющие** производят автоматически сбор, обработку, передачу информации и использование её для выработки управляющих сигналов.

### **5.3. Погрузочно-разгрузочные машины и устройства непрерывного действия**

Такие машины называются транспортирующими. К ним относят конвейеры, элеваторы, самоходные погрузчики, установки пневмотранспорта, самотёчные устройства [9, 11, 12].

#### **5.3.1. Конвейеры**

##### **5.3.1.1. Конвейеры с тяговым элементом: ленточные, пластинчатые, скребковые, ковшовые, подвесные**

**Конвейер ленточный (транспортёр)** – машина непрерывного действия, несущим и тяговым органом которого является гибкая лента. Конвейеры бывают стационарными и передвижными. Они предназначены для горизонтального и плоско-наклонного перемещения сыпучих, кусковых, штучных грузов на короткие, средние и дальние расстояния.

По области применения конвейеры делятся на: конвейеры общего назначения, специальные и подземные.

По форме трассы: простые, сложные, с ломаной трассой, криволинейные.

По направлению движения груза: подъёмные, спусковые.

По форме ленты и размещению груза на ней конвейеры делятся на: конвейеры с плоской и желобчатой лентой, с верхней, нижней или обеими несущими ветвями.

По типу тягового элемента: с резиноканевой, резиноканевой, стальной и проволочной лентами.

По углу наклона трассы: горизонтальные, пологонаклонные, крутонаклонные ( $> 22^{\circ}$ ) и вертикальные.

Основа конвейера – гибкая бесконечная лента – наиболее дорогой (до 50 % стоимости) и наименее долговечный элемент конвейера. Преимущества: значительная производительность (до 30000 т/ч), возможность создания сложных и длинных трасс (до 14 км), простота конструкции и эксплуатации, возможность и автоматизация управления, высокая надежность даже при работе в тяжелых условиях. Недостатки: высокая стоимость ленты и роликов, трудности при транспортировании пылевидных, горячих и тяжелых штучных грузов, а также при углах наклона трассы более  $18 - 20^{\circ}$ .

Конвейеры пластинчатые – конвейер, у которого тяговым органом является цепь, а грузонесущим – жесткий металлический, деревянный, пластмассовый, резиноканевой настил, состоящий из отдельных пластин, которые закреплены на цепях, движущихся по направляющим путям. Различают пластинчатые вертикально замкнутые конвейеры общего назначения; изгибающиеся с пространственной трассой; специальные; эскалаторы; пассажирские; с настилом сложного профиля.

По назначению различают стационарные и передвижные.

Преимущества перед ленточными:

- большая приспособленность к транспортированию крупнокусковых, острокромочных, горячих грузов;
- работоспособность при высоких и низких температурах;
- возможность транспортирования большего ассортимента навалочных, насыпных и штучных грузов;
- большое разнообразие трасс транспортирования;
- возможность установки промежуточных приводов при дальних расстояниях;
- высокая производительность при относительно небольшой скорости движения;
- возможность выполнения настила со специальными устройствами;
- возможность загрузки прямо из бункера.

Недостатки:

- большая масса, сложность изготовления и высокая стоимость;
- сложность промежуточной разгрузки;
- сложность замены изношенных катков;
- значительно большие сопротивления движению.

**Конвейеры скребковые** – конвейеры, тяговым органом которых являются цепи, а перемещение груза осуществляется волочением по желобу или настилу при помощи скребков, прикрепленных к цепям. Различают конвейеры со сплошными и контурными скребками, с высокими и низкими сплошными скребками, конвейеры порционного волочения с высокими сплошными скребками и конвейер сплошного волочения с низкими сплошными скребками. Преимущества: простота конструкции, малая высота, безопасность, возможность

транспортирования разнообразных грузов по сложным трассам без перегрузки, герметичность, простота автоматизации загрузки и разгрузки во многих точках трассы. Недостатки: измельчение грузов, значительный расход энергии, значительный износ движущихся частей и желобов, повышенный шум, возможность появления заторов.

Самыми распространёнными являются скребковые конвейерные устройства, встроенные в различные с/х машины и снегоуборочную технику.

**Конвейеры ковшовые** – конвейеры, у которых к пластинчатым тяговым частям шарнирно прикреплены ковши, и перемещение груза происходит по сложной трассе с горизонтальными и вертикальными участками. Производительность конвейеров до 400 т/ч, скорость – 0.3 м/с, вместимость ковшей до 300 л, ширина ковша 250 – 100 мм, длина – 200 – 920 мм, высота равна половине длины. Достоинства: возможность бесперегрузочного транспортирования грузов, удобство загрузки/выгрузки, более высокий уровень сохранности груза при транспортировании. Недостатки: сложность конструкции и эксплуатации из-за большого числа шарниров и катков, большой вес движущихся частей, значительная первоначальная стоимость и высокие эксплуатационные расходы.

**Конвейеры подвесные** – такие, у которых транспортируемые штучные грузы находятся на подвесах или в коробках, подвешенных к кареткам или тележкам, и движутся вместе с ходовой частью по подвесному направляющему пути сложного замкнутого контура.

Подразделяются на грузонесущие, толкающие, несуще-толкающие, грузоведущие, несуще-грузоведущие. Преимущества: пространственная трасса и большая протяженность трассы конвейера позволяют одним конвейером обслужить полный производственный цикл; лёгкая приспособляемость трассы к возможным изменениям производственного процесса; возможность запаса на конвейерах подвижного запаса изделий; малый расход энергии на транспортирование; возможность широкого применения автоматизации управления конвейером. Благодаря этим преимуществам, подвесные контейнеры являются основными и наиболее распространёнными средствами для внутрицехового и межцехового транспортирования самых различных грузов и межоперационной передачи изделий в поточном производстве различных отраслей промышленности.

### **5.3.1.2. Конвейеры без тягового элемента**

К ним относятся винтовые, инерционные, вибрационные, транспортирующие трубы, гравитационные и приводные роликовые устройства.

**Винтовые (шнековые) конвейеры** – такие, у которых транспортирование груза осуществляется винтом. Их применяют для транспортирования сыпучих, пылевидных, зернистых грузов, мелкокусковых насыпных, на сравнительно

небольшие расстояния (до 40 м по горизонтали и до 30 – по вертикали). Производительность таких конвейеров не превышает 100 т/ч. Преимущества: простота устройства и несложность техобслуживания, небольшие размеры, удобство промежуточной разгрузки, герметичность. Недостатки: высокий удельный расход электроэнергии, значительное истирание и измельчение груза, повышенный износ винта и желоба, чувствительность к перегрузкам.

Различают горизонтальные, полого- и крутонаклонные, вертикальные. Поверхность винта может быть сплошной, ленточной, с лопастями, фасонной.

**Роликовые конвейеры** – такие, которые перемещают по закрепленным роликам, оси которых укреплены на специальной раме со стойками. С их помощью транспортируют грузы, имеющие плоскую опорную поверхность или прямые продольные опорные рёбра, которые могут катиться по роликам. Сами конвейеры могут быть стационарными, переставными и передвижными, а по виду роликов – с цилиндрическими, дисковыми роликами или с шариками.

По способу действия: приводные (ролики приводятся в движение двигателем), неприводные (грузы перемещаются под действием приложенной к ним силы). При этом неприводные конвейеры делаются с небольшим наклоном, а движущей силой является продольная составляющая силы тяжести груза, и такие конвейеры называются **гравитационными**.

### ***5.3.2. Элеваторы***

Элеваторами называют конвейеры, транспортирующие сыпучие или штучные грузы по вертикальной и крутонаклонной трассам, которые делятся на: ковшовые, люлечные и полочные.

**Ковшовые элеваторы** – предназначены для перемещения сыпучих и кусковых грузов в ковшах, закреплённых на закольцованном тяговом органе по вертикали и в наклонном положении под углом  $60 - 70^{\circ}$  к горизонтали обычно в закрытом корпусе. Производительность ковшовых элеваторов  $5 - 500 \text{ м}^3/\text{ч}$ , скорость  $0,4 - 2,5 \text{ м/с}$ , высота подъёма груза до 50 м. Ковши закрепляются на тяговом органе в сомкнутом, или в расставленном состоянии.

Делятся на тихоходные (до  $1 \text{ м/с}$ ) и быстроходные ( $1,25 - 2,5 \text{ м/с}$ ).

**Люлечные и полочные элеваторы** – используются для подъёма штучных грузов. По виду тягового элемента элеваторы бывают ленточные и цепные. Скорость движения таких элеваторов не превышает  $0,2 - 0,3 \text{ м/с}$ .

Люлечный элеватор отличается от полочного тем, что люльки крепят к тяговому элементу шарнирно, что позволяет сохранять горизонтальное положение в пространстве при движении.

### ***5.3.3. Самоходные погрузчики***

Предназначены для механизации ПРР с навалочными грузами на складах и различных перегрузочных пунктах, с/х и коммунальном хозяйстве. Их отличительной особенностью является то, что они сами захватывают груз из

навала специальными погрузочными органами и транспортируют его к месту разгрузки непрерывным потоком. Для достижения маневренности такие машины выполняют самоходными на пневмоколёсном, гусеничном, или колесно-рельсовом шасси.

Основные части: захватывающий орган, транспортирующий передаточный орган, состоящий из приёмного и погрузочного конвейеров, самоходное ходовое устройство, кабина управления.

По способу захвата груза делятся на машины с захватом снизу, сверху и с боков.

По роду питающей энергии: питание от внешнего источника, с автономным питанием.

В качестве транспортирующего передаточного органа применяют ленточные, скребковые и пластинчатые конвейеры.

К таким машинам предъявляют следующие требования: высокая надёжность работы при всех состояниях перегружаемого груза, удобство эксплуатации, хорошая обзорность оператора, комфортабельность кабины, высокая ремонтпригодность, мобильность в условиях склада, минимум обслуживающего персонала при погрузочных операциях.

#### **5.3.4. Установки пневмотранспорта**

Под пневмотранспортом понимают установки, перемещающие взвешенные частицы груза по трубопроводам за счёт потока воздуха, движущегося с большой скоростью. Струя воздуха образует с транспортируемым грузом аэросмесь, заполняющую собой сечение трубопровода. Работа таких машин основана на разнице давлений в начале и конце трубопровода. В зависимости от этого пневмоустановки делятся на всасывающие, нагнетающие и комбинированные [9, 11, 12].

**Всасывающие** делятся по величине разрежения на установки низкого (до  $5 \cdot 10^{-3}$  Па), среднего (до  $5 \cdot 10^{-4}$  Па) и высокого (свыше  $5 \cdot 10^{-5}$  Па) вакуума.

**Нагнетающие** делятся на: низконапорные (избыточное давление до  $5 \cdot 10^3$  Па, средненапорные  $5 \cdot 10^4$  Па) и высоконапорные (свыше  $5 \cdot 10^4$  Па).

Всасывающая пневмоустановка, при наличии разветвленного трубопровода, позволяет забирать груз одновременно в нескольких точках и направлять его в один пункт выгрузки.

В нагнетательной пневмоустановке обеспечивается захват груза в одном месте с одновременной подачей его в несколько пунктов по разветвлённому трубопроводу.

Комбинированная система пригодна для транспортирования груза на значительные расстояния из нескольких пунктов разгрузки в несколько пунктов загрузки.

Пневмоустановки бывают простые однотрубные и разветвлённые. Преимущества: герметичность системы; отсутствие потерь перемещаемых грузов и предохранение их от влияния внешней среды; возможность перемещать грузы

по сложной трассе; компактность установки; простота контроля; перемещение груза из нескольких мест в одно и из одного в несколько; обеспечение высоких санитарно-гигиенических условий в рабочих помещениях. Недостатки: высокий удельный расход энергии (3 – 5 кВт·ч на 1 т·км), интенсивное изнашивание трубопроводов.

### **5.3.5. Самотечные устройства (устройства гравитационного транспорта)**

В устройствах данного типа насыпные, тарно-упаковочные и штучные грузы перемещаются вниз по наклону или вертикали в результате действия собственной силы тяжести или её составляющей (сил гравитации), без дополнительной затраты энергии извне. Поэтому самотечный транспорт носит название гравитационного [8, 9, 12].

К основным его устройствам относятся: наклонные лотки, различного рода спуски; самотечные трубопроводы; бункеры.

**Наклонные лотки** представляют собой наклонную плоскость, обрамлённую бортами.

В поперечном сечении лотки имеют обычно прямоугольную форму. Ширина их должна быть несколько больше ширины груза, а высота бортов – не менее 2/3 высоты груза.

Скорость спуска груза по наклонному лотку можно регулировать изменением угла его наклона и подбором соответствующих материалов для отдельных участков лотка. Скорость движения насыпного груза по желобу принимают обычно не более 2,5 м/с.

**Спуски** – служат для транспортировки грузов по вертикали в стеснённых условиях. Бывают винтовые и каскадные спуски.

Винтовой спуск представляет собой наклонную плоскость, обвитую вокруг цилиндра. Скорость груза на винтовом спуске зависит от веса груза, угла наклона спирали и состояния поверхности желоба.

Преимущества: повышение эффективности использования объёма складского помещения; сокращение пути перемещения груза; уменьшение времени отбора и выдачи груза.

Недостатки: нестабильность движения грузов; разброс значений коэффициентов трения качения и скольжения; сложность изготовления.

Каскадный спуск состоит из угловых ступеней, расположенных на вертикальном цилиндре, у него все поверхности плоские. На каждой ступеньке груз начинает движение с нулевой скоростью, поэтому в конце спуска скорость груза невелика. Используется в тех случаях, когда транспортируемый груз не боится сотрясений.

**Самотечные трубы** – используются для спуска сыпучих материалов в виде труб круглого или прямоугольного сечения, позволяющие распределять сыпучий груз из одной ёмкости в несколько мест.

**Бункеры** – саморазгружающиеся ёмкости, предназначенные для приёма, хранения, загрузки транспортных средств.

Бункеры представляют собой сосуды, снабжённые сверху загрузочными, а внизу разгрузочными отверстиями в днище или боковой стенке, которые перекрываются затворами. Продвижение груза в бункере и истечение его через разгрузочное отверстие происходит под действием силы тяжести груза.

По форме бункеры бывают: призматическими, пирамидальными, цилиндрическими, конусными, корытообразными.

Основное требование к бункерам - обеспечение свободного истечения груза через разгрузочное отверстие. Возможны два вида истечения – нормальное (в виде столба) и гидравлическое (в виде истечения жидкости).

Форма и размеры бункера (величина наклона стенок днища, размеры и расположение разгрузочного отверстия) должны выбираться в соответствии с родом груза.

Для равномерной подачи груза из бункеров на конвейеры и в транспортные средства у выпускных отверстий монтируются питатели, которые могут создавать поток груза с направленной скоростью заданного значения. По конструкции питатели различаются на вибрационные, скребковые, барабанные, пластинчатые, дисковые, которые представляют собой механические устройства, снабжённые двигателями.

Для перекрытия выпускных отверстий бункеров и выпуска из него груза с регулированием потока бункеры снабжаются затворами, которые подразделяются на: откидной лотковый; цепной; плоский; гусеничный; секторный; челюстной.

Применение бункеров позволяет сократить простои автомобилей под погрузкой до 2 – 3 мин. Наибольший эффект от применения бункеров достигается на базисных складах и перевалочных пунктах, при перевозке грузов автомобилями и автопоездами большой грузоподъёмности.

#### **5.4. Средства пакетизации и контейнеризации**

Выполнение ПРР с единицами штучных грузов занимает много времени, поэтому их предпочтительно соединять в более тяжеловесные пакеты, для чего используются пакетоформирующие (ПФМ), пакеторасформовывающие машины (ПФРМ) [8, 12].

ПФМ предназначены для укладки грузов в ящиках, мешках, коробках в пакеты. ПРФМ механизмируют разборку пакетов и работают в обратной последовательности.

Процесс формирования состоит из трёх операций:

- подготовка грузов к пакетированию;
- укладка грузов по заданной схеме на поддон или без него;
- скрепление грузов в пакете.

ПФМ подразделяются на: машины для формирования грузов в жёсткой и полужёсткой таре; в мягкой таре; перевозимых без внешней тары.



По способу формирования пакетов ПФМ подразделяются на четыре группы: горизонтального формирования; вертикального; комбинированного и формирования пучком.

Машины горизонтального формирования могут работать по принципу «подвижного» и «неподвижного» поддона.

В машинах с подвижным поддоном вначале по заданной программе формируют горизонтальный слой грузов, который затем укладывается на поддон. После этого поддон опускается на высоту укладываемого слоя и на него укладывается следующий горизонтальный слой грузов до полного сбора пакета, что приводит к значительным динамическим нагрузкам в конце формирования, когда надо за короткое время переместить весь пакет, массой до 1 т.

При формировании пакета по принципу «неподвижного» поддона наземного пакетирования, слой груза формируется на специальном устройстве, с которого переносится на поддон, что позволяет значительно снизить динамические нагрузки (в 4 – 8 раз), и к уменьшению энергоёмкости, металлоёмкости и шума при их работе.

Преимущество этих машин состоит в возможности контроля над ходом операций с пола; в универсальном характере пакетирования; более простой конструкции и более высокой надёжности в работе.

Пакетоформирующие машины горизонтального формирования пакетов имеют производительность в 2 – 3 раза большую, чем у машин с вертикальным и комбинированным формированием.

В машинах вертикального формирования грузы, поступающие по конвейеру, формируются в вертикальную стопу, которая после набора смещается на поддон. Машины этой группы имеют меньшую производительность, но динамические нагрузки значительно ниже, что позволяет применять их для пищевых продуктов.

Машины комбинированного формирования используют для грузов прямоугольной формы, допускающих возможность их кантования. Сущность этого способа: на специальном гравитационном конвейере комплектуются несколько рядов грузов, которые затем с помощью поворотного устройства устанавливаются в вертикальное положение, образуя стопы. Стопы затем смещаются на поддон. Машины этой группы ограничены в применении из-за невозможности пакетирования большой номенклатуры тарно-штучных грузов.

В автоматические линии по формированию пакетов помимо ПФМ включаются автоматы для увязки и упаковки пакетов специальными пленками. Для крепления пакетов применяют также клеевидные растворы, которые распыляют форсунками на упаковки. Наибольшее распространение для крепления пакетов получили стальные и полимерные ленты, и проволока. Производительность автоматов для обвязки пакетов достигает 1000 операций в час.

Одним из прогрессивных методов формирования грузовых единиц является пакетирование грузов с помощью усадочной плёнки.

Преимущества этого метода: возможность пакетирования грузов различной формы, повышение устойчивости грузов на поддонах, защита от воздействия окружающей среды, упрощение утилизации, обеспечение сохранности грузов,

упрощение контроля над движением материальных ценностей, сравнительно низкие затраты труда и материалов.

В последнее время всё большее развитие получают принципиально новые направления в формировании пакетов на поддонах с использованием роботов и манипуляторов. Роботы оснащены программными устройствами или ЭВМ. Время настройки на новую программу не превышает двух минут. Производительность роботов до 600 ящиков в час. В перспективе намечается создание пакетоформирующих роботов с опознаванием формы груза и применением акустического программирования. В России пока нет специализированного производства ПФМ.

### **5.5. Специальные и специализированные автомобили**

К специальным автомобилям относятся такие, которые выполняют не только перевозку грузов, но и различные перегрузочные операции с помощью монтируемых на них устройств [12, 14].

Это прежде всего автомобили - транспортеры, автоконвейеры и автолифты.

**Автоконвейер** представляет собой конструкцию, состоящую из доработанного автомобильного шасси и установленного на нём ленточного конвейера. Он предназначен для перегрузки штучных грузов в аэропортах и может производить погрузку, как с земли, так и с борта автомобиля.

**Автолифт** – автомобиль с подъёмным закрытым кузовом, служит для перевозки и погрузки в самолёты контейнеров с продуктами, багажа, почты.

### **5.6. Вспомогательные погрузочно-разгрузочные средства**

Вспомогательные средства предназначены для оказания помощи при выполнении погрузочно-разгрузочных операций, облегчая ручной труд, повышая производительность ручного труда, уровень безопасности работ и качество их выполнения [1, 12].

К их числу относятся средства для облегчения погрузки-разгрузки; для повышения степени механизации погрузочно-разгрузочных работ; средства для учёта и контроля.

#### **5.6.1. Средства для облегчения погрузки-разгрузки**

**Подъёмные столы** – предназначены для облегчения погрузочно-разгрузочных, комплектовочных, монтажно-демонтажных и других видов работ. Столы могут быть укомплектованы колёсами, козырьками, вращающимися дисками, механизмами для подъёма груза на большую высоту (от 3 до 5 м.) тяжёлых и крупногабаритных грузов в виде вертикальных и горизонтальных двойных ножиц.

**Роликовые ломы** используют для подъёма груза на высоту до 100 м и его последующее перемещение на небольшие расстояния. Роликовый лом представляет собой штангу, на утолщённом конусе которой расположена

горизонтальная ось с опорными роликами и козырьком, который подводится под груз, а при опускании штанги вниз – груз поднимается. При перемещении груза участвуют трое рабочих с ломачами, один из которых является управляющим.

**Роликовые цепи** предназначены для перекачивания тяжёловесных грузов по горизонтальным плоскостям, а так же для поднимания и скатывания их по наклонным плоскостям.

**Роликовые следи** применяют для подъёма и спуска груза с плоской нижней поверхностью по наклону. Рама-слег выполнена из угольников или швеллеров, на которых располагаются ролики.

### ***5.6.2. Средства для повышения степени механизации погрузочно-разгрузочных работ***

**Рампы** – это платформы, высота которых соответствует нижнему уровню грузового отсека транспортного средства (полу кузова автомобиля, прицепа, полуприцепа, вагона), выступающие за пределы стен склада и служащие для подъезда к ним АТС и выполнения на них ПРО.

**Перегрузочные трапы** – служат для въезда погрузочной техники в транспортные средства с уровня земли. Условия перегрузки можно разделить на три типа:

- поверхности устойчивы, разность уровней практически не изменяется и равна 50 – 120 мм (железнодорожный вагон – рампа, рампа – контейнер) или 1400 – 1600 мм (железнодорожный вагон – земля);
- одна поверхность устойчива, другая не устойчива, разность уровней изменяется в процессе перегрузки и равна 400 – 700 мм (автомобиль – рампа) или 1100 – 1300 мм (автомобиль – земля);
- обе поверхности не устойчивы, разность уровней изменяется в процессе перегрузки и равна 50 – 300 мм (автомобиль – автомобиль).

Передвижные трапы грузоподъёмностью до 10 т перемещают вручную по земле на двух пневматических или обрешиненных колёсах. В рабочем положении трап одним концом опирается на землю, а вторым при помощи козырька, на край платформы автомобиля.

**Выравнивающие мостики** – служат для выезда с погрузочной рампы или другого транспортного средства. Выравнивающие мостики бывают стационарными и переносными. Для компенсации разных уровней пола склада и пола кузова автотранспорта используют стационарные электрогидравлические выравнивающие мостики (доклевеллеры), представляющие собой платформы, которые при изменении угла своего наклона в зависимости от высоты кузова автомобиля обеспечивают стыковку полов автомобиля и склада.

Переносные (передвижные) мостики имеют более простую конструкцию, нежели выравнивающие гидравлические платформы и используются при небольшом грузообороте в пунктах погрузки-выгрузки. Такой мостик состоит из настила, к которому с обеих сторон на шарнирах присоединяются концевые части в виде козырьков. Некоторые виды мостиков могут быть снабжены колёсами.

**Стеллажи** – представляют собой специальные устройства для ярусного складирования и хранения грузов. Стеллажное оборудование классифицируется по назначению, способу применения, способу установки, виду материала, конструкции.

По назначению стеллажи подразделяют на универсальные и специализированные.

По способу применения: для ручной укладки; приспособленные для механизированной укладки и выемки грузов.

По виду материала: металлические; деревянные; железобетонные; комбинированные.

По конструкции: неразборные и сборно-разборные, которые могут быть каркасными, полочными, ящичными, стоечными, гравитационными.

**Каркасные стеллажи** могут быть проходными, набивными, сквозными.

**Гравитационные стеллажи** представляют собой металлоконструкцию с наклонными грузовыми полками, поверхность которых выполнена в виде роликовых дорожек, что позволяет грузу перемещаться под действием сил тяжести. Они предназначены для хранения и обработки большого количества однородных грузов, сформированных на европоддонах размерами 1200x1000 мм и весом до 1 т или другой транспортной таре. На основе таких стеллажей действуют многие автоматизированные склады пищевых предприятий.

Преимущества гравитационных стеллажей:

- компактное складирование и отсутствие межстеллажных проходов, т.е. высокая степень использования объёма склада;
- конструкция стеллажей реализует принцип, по которому поддон, установленный первым, будет первым и выгружен;
- разделение зон загрузки и выгрузки позволяет одновременно загружать и разгружать стеллаж, увеличивая производительность труда;
- поддоны перемещаются под действием силы тяжести, что снижает материальные и временные затраты на внутрискладское перемещение грузов.

По способу установки стеллажи могут быть стационарными и передвижными.

**Стационарные стеллажи** обладают значительной прочностью и крепятся к полу или строительным элементам складского помещения.

**Передвижные стеллажи** – это металлические конструкции, установленные на подвижное основание, выполненное обычно в виде роликов.

Передвижные стеллажи обладают рядом преимуществ по сравнению со стационарными, у которых межстеллажные проходы занимают около половины площади склада. Для передвижных стеллажей необходим только один проход, что в 1,5 раза увеличивает полезную складскую площадь.

### **5.6.3. Средства для учёта и контроля**

Они необходимы для учёта номенклатуры, количества, сроков хранения или годности грузов и др.

Учёт может быть оперативным, когда информация поступает в реальном масштабе времени, и долговременным документальным, когда информация собирается за определённое время – сутки, месяц, год.

**Оперативный учёт и технические средства его выполнения.** Определяет размеры, объёмы массы; количество единиц грузов; перемещаемых различными типами ПРС; массы и объёмы грузов в различных транспортных средствах.

Технические средства для осуществления такого учёта отличаются принципом действия, назначением, конструкцией.

По принципу действия: дискретные и непрерывные технические средства.

К дискретным относятся вагонные, автомобильные, товарные, элеваторные и крановые весы.

К системам непрерывного действия - конвейерные весы; приборы для подсчёта единиц, массы, объёма грузов, перемещаемых конвейерами непрерывным потоком; жидких (наливных), транспортируемых трубопроводами; измерение массы грузов в резервуарах; силосах, бункерах.

Различают два класса измерительных систем: аналоговые и цифровые.

Аналоговые оперируют сигналами, представляющими собой непрерывно поступающее напряжение или силу тока, уровень и характер изменения которых моделирует измеряемую величину.

В цифровых системах снимаемый с датчиков непрерывный сигнал преобразуется в ряд дискретных значений и прибор выдаёт информацию об измеряемом параметре в виде ряда его последовательных значений.

В вычислительном блоке таких измерительных систем используют микропроцессоры.

Цифровые системы отличаются высокой надёжностью, помехоустойчивостью и высокой точностью измерения. Для получения показателей используют различные датчики: тензометрические, индуктивные, ёмкостные, пьезоэлектрические, электромеханические, оптические и др.

Измерительные системы непрерывного действия: конвейерные автоматические весы; объёмные расходомеры; счётчики кубатуры лесоматериалов; определение верхнего и нижнего уровней груза; наличие груза в ёмкости; число транспортируемых пакетов и их габариты.

#### ***5.6.4. Долговременный документальный учёт и технические средства его выполнения***

**Долговременный документальный учёт** производится с помощью современных информационных и компьютерных технологий. Основой автоматизации этих процессов является технология штрихового кодирования, заключающегося в нанесении штрихового кода на каждой единице, и последующего его считывания специальными сканерами.

На складах автоматизируются процессы, связанные с приёмкой и отправкой грузов, инвентаризацией, внутренним движением грузов с учётом различных показателей (серийных номеров, сроков годности, веса, цены, габаритов и т.д.).

Для сбора информации в удалении от компьютера, используются терминалы сбора данных (ТСД) – мобильные портативные устройства.

Терминал позволяет организовать удалённую работу с документами в базе данных.

ТСД делятся: по типам сканирующего элемента; защищенности от ударов и низких температур; типу и размеру клавиатуры; возможности связи с базовым компьютером.

Различаются **автономные** терминалы и **радио-терминалы**. Оба вида терминалов могут записывать в свою память необходимую информацию и работать с ней автономно.

Использование современных информационных технологий для учёта и контроля процессами грузопереработки позволяет повысить точность идентификации грузов; учёта их количественных характеристик; снизить время обработки заказов; повысить производительность труда; снизить собственность погрузочно-разгрузочных и складских операций; уменьшить потери грузов.

## **5.7. Грузозахватные устройства (ГЗУ)**

Предназначены для захвата и соединения груза с ПРС.

Существует два вида ГЗУ: грузозахватные органы и грузозахватные приспособления [1, 9, 11, 12].

### ***5.7.1. Грузозахватные органы и приспособления***

**Грузозахватные органы** – неотъемлемая часть ПРС, находятся в постоянном соединении с ПРС и являются элементами подъёма (например, крюки).

**Грузозахватные приспособления** – не являются принадлежностью ПРС и представляют собой самостоятельное изделие многократного пользования, навешиваемые на грузозахватный орган (съёмные, навесные или инвентарные).

По конструкции ГЗУ делятся на: универсальные и специальные.

Универсальные ГЗУ входят составной частью в специальные ГЗУ.

По виду захватываемого груза делятся на ГЗУ: для штучных, длинномерных, навалочных, контейнерных и др.

По степени механизации труда на: ручные, полуавтоматические и автоматические.

По способу взаимодействия груза с ГЗУ на: зачерпывающие, поддерживающие, зажимные, притягивающие.

По типу ГЗУ: для кранов и погрузчиков.

По способу управления ГЗУ: с ручным, дистанционным, полуавтоматическим и автоматическим управлением.

Основные узлы и детали универсальных грузозахватных устройств.

### ***5.7.2. Канаты***

**Канат** – основной гибкий тяговый (несущий) элемент любого грузоподъёмного устройства.

Канаты предназначены: для соединения груза с грузозахватным органом ПРМ; для преобразования вращательного движения барабана механизма в поступательное движение груза; подвешивание стрел и другого оборудования ПРС; организации подвесных канатных дорог; изготовления различных ГЗУ и их элементов.

Классификация канатов: по форме поперечного сечения: круглые и плоские;

По конструкции – одинарной, двойной и тройной свивки (стренг).

По форме поперечного сечения прядей – круглопрядные и фасонные.

По типу свивки прядей и канатов – с линейным касанием проволок разного диаметра (ЛК); с точечным касанием (ТК); комбинированным точечно-линейным касанием (ТЛК); с полосовым касанием (ПК);

По материалу сердечника – с органическим, металлическим, из искусственных волокон.

По способу свивки – правого и левого направления;

По степени крутимости – крутящиеся и малокрутящиеся под действием растягивающей нагрузки.

По механическим свойствам проволоки – высшей марки В; первой марки I и второй марки II;

По назначению – грузо-людские (ГЛ), грузовые (Г), бензельные (Б), вспомогательные.

По виду покрытия поверхности проволок – из светлой проволоки для лёгких условий эксплуатации (Л); с тонким слоем цинкового покрытия для средних условий эксплуатации (С); с цинковым покрытием средней величины для жёстких условий эксплуатации (Ж); с толстым цинковым покрытием для очень жёстких условий эксплуатации (ОЖ); с покрытием различными полимерными материалами.

По виду концевых креплений – неразъёмные и разъёмные.

### ***5.7.3. Грузовые цепи***

**Сварные цепи** – в качестве подъёмных на барабанах и талях, а также в качестве тяговых при ручном приводе.

**Пластинчатые цепи** – в качестве грузовых и тяговых совместно со звёздочками.

### ***5.7.4. Концевые захватные элементы***

**Грузовые крюки** – по форме разделяют на однорогие и двурогие, а по способу изготовления – на кованые и пластинчатые.

**Грузовые петли** – для строповки грузов больших размеров, могут быть коваными или составными из шарнирно-соединённых элементов.

**Стропальные кольца** – неразрезанные, круглые или овальные из стали круглого или прямоугольного сечения.

**Карабины** – разборные концевые элементы, удобные в эксплуатации, грузоподъёмностью от 0,5 до 2,5 т.

**Серьги (подвески)** – разъёмные элементы грузоподъёмностью от 2 до 5 т.

#### ***5.7.5. Съёмные грузозахватные устройства***

**Стропы** – отрезки канатов или цепей, соединённые в кольца, или снабжённые концевыми захватными элементами, обеспечивающие быстрое, удобное и безопасное закрепление грузов.

**Траверы** – съёмные грузозахватные устройства, предназначенные для строповки длинномерных и крупногабаритных грузов, предохранения их от воздействия сжимающих усилий. Подразделяются на плоскостные и пространственные.

**Подхваты** – грузозахватные устройства, рабочие органы которых располагаются непосредственно под грузом или проходят в монтажные петли, отверстия груза, или поддона. По конструкции различают лапчатые, вильчатые, коромысловые, подхваты-футляры.

#### ***5.7.6. Зажимные грузозахватывающие устройства***

**Клещевые захваты** – имеют рычажную систему в виде клещей, свободные концы которых изогнуты по форме груза, или снабжены колодками, прижимаемыми к грузу для удержания его посредством сил трения.

**Эксцентрикые захваты** – у которых зажимным органом является эксцентрик, посаженный на вал так, что центр его смещён относительно геометрической оси вала на определённое расстояние, называемое эксцентриситетом. Бывают с односторонним и двухсторонним расположением эксцентриков.

**Клиновые захваты** – для строповки грузов с круглыми отверстиями путём использования распорных деталей в виде клиновых цанговых захватов.

#### ***5.7.7. Захваты, встроенные в рабочий орган машины***

**Подъёмные электромагниты** – для подъёма и перемещения грузов из ферромагнитных материалов. Два вида: круглые и прямоугольные.

**Грейферные захваты** – специальные грузозахватные устройства с поворотными челюстями для работы с насыпными и кусковыми материалами, а также для перегрузки длинномерных лесоматериалов. Разделяются по конструкции – двухчелюстные, многочелюстные, и трёх-, четырёхлапные. По типу привода механизма замыкания – канатные и приводные, со специальным механизмом для замыкания.



**Ковши** – предназначены для погрузки навалочных и мелкокусковых грузов. Входит в комплект сменных ГЗУ ковшовых погрузчиков, экскаваторов, авто- и электропогрузчиков. Основной характеристикой является грузоподъемность ковша.

**Вакуумные захваты** – принцип действия которых основан на создании разрежения воздуха в вакуумной камере, установленной на поверхности груза, с помощью вакуумных захватов перемещают изделия из различных материалов в том числе с рифлёной, волнистой, сильно корродированной поверхностью.

**Полуавтоматические и автоматические захваты** – исключают труд стропальщика на одной операции или полностью.

Требования, которым должны отвечать все грузозахватные устройства:

- соответствовать свойствам и форме перемещаемого груза;
- обеспечивать полную сохранность груза и тары;
- обеспечивать быстрый захват и освобождение груза;
- соответствовать объёму грузопотока;
- иметь простую конструкцию, минимальный собственный вес и габариты при достаточной прочности;
- обладать высокой технологичностью при изготовлении;
- обладать высокой надёжностью;
- быть удобными в эксплуатации при минимальных экономических затратах;
- удовлетворять требованиям охраны труда и техники безопасности.

## **6 ВЫБОР АВТОТРАНСПОРТНЫХ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ**

Доставка грузов – совокупность операций, выполняемых с продукцией после её изготовления и до получения потребителями: складирование, хранение, комплектование, упаковка, пакетирование, контейнеризация, погрузка, разгрузка, транспортирование, перегрузка [6, 12].

Реализация доставки зависит от правильного выбора средств транспортирования грузов, а также средств и способов выполнения погрузочно-разгрузочных работ с ними.

Под выбором автотранспортных и погрузочно-разгрузочных средств понимается определение типа подвижного состава и погрузочно-разгрузочных машин, из размерности, грузоподъёмности, производительности и количества для выполнения заданного объёма работ.

Цель выбора – отыскание таких АТ и ПРС, которые удовлетворяют комплексу заданных технических требований, а их применение экономически целесообразно.

Выбор проводят по двум группам критериев: техническим и экономическим в два этапа.

На первом этапе выбирают гамму автомобилей, погрузочно-разгрузочных машин и механизмов, которые по своим техническим характеристикам и качеству соответствуют целям и задачам выбора.

На втором этапе выполняют технико-экономические расчёты и определяют экономическую целесообразность применения альтернативных вариантов техники, выбранной на первом этапе.

Экономически выгодной считается такая техника, которая даёт наибольший экономический эффект по сравнению с другими вариантами.

### 6.1. Эффективность эксплуатации и производительность и производительность АТС

Под эффективностью работы АТС понимают возможность осуществления перевозок с наименьшими материальными и трудовыми затратами при соблюдении действующих норм и правил.

Показатели эффективности работы: величина удельных приведенных затрат на перевозки, трудоемкость, энергоемкость и материалоемкость.

Удельные приведенные затраты на перевозки –  $C_n$  (руб./т·км) – это обратная величина интегрального показателя качества продукции, равное отношению суммарного полезного эффекта от эксплуатации АТС к суммарным затратам на их создание и эксплуатацию.

$$C_n = \frac{(Z_3 + E_n \cdot (K - 0,1C_a))}{W_{a.г}}, \quad (6.1)$$

где  $Z_3$  – годовые текущие затраты на эксплуатацию, техническое обслуживание, ремонт, амортизацию АТС, погрузочно-разгрузочные работы, дороги, накладные расходы, издержки, связанные с порчей грузов за время их перемещения, руб/т·км.;

$E_n$  – нормативный коэффициент эффективности капиталовложений (на автомобильном транспорте обычно 0,1);

$K$  – капитальные вложения, необходимые для использования АТС, руб.;

$C_a$  и  $0,1C_a$  – соответственно цена и ликвидная стоимость АТС, руб.;

$W_{a.г}$  – среднегодовая производительность АТС, т·км.

Показатель «приведенные затраты» используется для планового ведения хозяйства.

Для рыночных условия отсутствует  $E_n$ , поэтому используется такой показатель, как «дисконтированные чистые расходы» –  $P_\delta$

$$P_\delta = \sum_{n=0}^{T_э} \frac{I_n}{(1+r+i)^n} + \sum_{n=0}^{T_э} \frac{P_\kappa}{(1+r+i)^k}, \quad (6.2)$$

где  $I_n$  – инвестиции в n-ном году;

$i$  – годовой темп инфляции;  
 $T_n$  – период инвестирования;  
 $r$  – ставка дисконтирования;  
 $T_{\text{э}}$  – период эксплуатации инвестиции;  
 $P_{\text{д}}$  – дисконтированные денежные расходы в  $n$ -ном году.

Трудоемкость использования грузового АТС –  $T_{a.z}$  (чел.·ч) – труд всех категорий работников, приходящихся на единицу транспортной продукции (например, на 100 т·км)

$$T_{a.z} = \frac{100 \cdot (T_{\text{в}} + T_{\text{нрр}} + T_{\text{т.о.}} + T_{\text{а.у}})}{W_{a.z}}, \quad (6.3)$$

где  $T_{\text{в}}$ ,  $T_{\text{нрр}}$ ,  $T_{\text{т.о.}}$ ,  $T_{\text{а.у}}$  – соответственно годовые трудовые затраты времени работы водителя, рабочих на погрузочно-разгрузочных операциях, ремонтных рабочих на ТО и ремонте, работы административно-управленческого аппарата.

Энергоемкость  $\text{Э}$  (кДж/т·км) – энергия, расходуемая на перевозки груза данным АТС.

$$\text{Э} = \frac{100 \cdot Q \cdot \rho \cdot \lambda}{W_{a.z}}, \quad (6.4)$$

где  $Q$  – годовой расход топлива, л;  
 $\rho$  – плотность топлива, кг/дм<sup>3</sup>;  
 $\lambda$  – теплотворная способность топлива, кДж/кг.

Материалоемкость перевозок –  $M$  (кг/1000 т·км) – количество материалов, расходуемых на выполнение единицы транспортной работы.

$$M = \frac{1000 \cdot (G_{\text{к}} + G_{\text{э}})}{W_{a.z} \cdot T_{\text{ам}} \cdot n_{\text{дз}}}, \quad (6.5)$$

где  $G_{\text{к}}$  – масса конкретного материала в конструкции АТС, кг;  
 $G_{\text{э}}$  – масса материала расходуемого в процессе эксплуатации за амортизационный срок службы АТС, кг;  
 $T_{\text{ам}}$  – амортизационный срок службы автомобиля, лет;  
 $n_{\text{дз}}$  – отношение массы деталей к массе заготовок.

Производительность АТС

Основным обобщающим показателем использования АТС является производительность.

Под ней понимают количество груза в тоннах, перевезенных за единицу времени.

$W_{a.r}$  – часовая производительность (количество груза, перевезенное за один час работы).

$W_{a.n}$  и  $W_{a.см}$  – сменная производительность (количество груза перевезенное за время в наряде  $T_n$ , или за время смены  $T_{см}$ )

$W_{a.сут}$  – суточная производительность (количество груза, перевезенное за сутки работы  $T_{сут}$ )

$$W_{ar} = \frac{g_n \cdot \gamma_c}{t_e}, \quad (6.6)$$

$$W_{a.см} = \frac{g_n \cdot \gamma_c \cdot T_{н.см}}{t_e}, \quad (6.7)$$

$$W_{a.сут} = \frac{g_n \cdot \gamma_c \cdot T_{сут.н}}{t_e}, \quad (6.8)$$

где  $T_{н.см}$  – работа в наряде за смену;

$T_{сут.н}$  – работа в наряде за сутки.

$$t_e = t_{\text{дв}} + t_{np} = \left( \frac{l_{\text{ыз}}}{v_m \cdot \beta_e} \right) + t_{np}, \quad (6.9)$$

где  $t_{\text{дв}}$  – общее время движения автомобиля с грузом и без груза, ч;

$t_{np}$  – общее время простоя АТС под погрузкой и разгрузкой, ч;

$\beta_e$  – коэффициент использования пробега за езду, равный отношению пробега АТС с грузом к его общему пробегу.

Часовая производительность –  $W_{a.r}$ .

$$W_{ar} = \frac{q_n \cdot \gamma_e \cdot v_m \cdot \beta_e}{l_{ez} + v_m \cdot \beta_e \cdot t_{np}}, \quad (6.10)$$

## 6.2. Влияние продолжительности простоя автомобилей в пунктах погрузки и выгрузки на их производительность

При работе автомобиля по маятниковому маршруту продолжительность 1 ой поездки автомобиля определяется по формуле:

$$t_s = t_n + t_{\text{дв.з}} + t_p + t_{\text{дв.н}}, \quad (6.11)$$

$$t_s = t_{\text{дв}} + t_{np} = \left( \frac{l_{ez}}{v_m \cdot \beta_e} \right) + t_{np}, \quad (6.12)$$

Производительность за время в наряде  $T_n$ :

$$W_a = q_n \cdot \gamma_c \cdot \left( \frac{T_n}{t_e} \right), \quad (6.13)$$

Если грузы перевозятся на небольшие расстояния, определяющим для времени поездки  $t_e$  автомобиля будет  $t_{np}$ .

Часовая производительность автомобиля будет

$$W_a = f(t_{np}) = \frac{q_n \cdot \gamma_c}{\frac{1}{v_m \cdot \beta_c + t_{np}}} \cdot l_{ez}, \quad (6.14)$$

При планировании перевозок в интересах рациональной организации ПРР и сокращении продолжительности простоя в пунктах погрузки и выгрузки грузов следует рассматривать время простоя  $t_{np}$  в совокупности следующих элементов: время ожидания  $t_{ож}$ ; времени маневрирования –  $t_{ман}$ ; времени, затрачиваемого непосредственно на погрузку –  $t_{п.з.}$ ; и разгрузку  $t_p$ ; времени на оформление документов  $t_{док}$ .

$$t_{np} = t_{ож} + t_{ман} + t_{п.з.} + t_p + t_{док}, \quad (6.15)$$

**Время ожидания** ( $t_{ож}$ ) – вызвано неподготовленностью ПРР или является следствием недостаточной пропускной способности погрузочно-разгрузочного пункта.

**Время маневрирования** ( $t_{ман}$ ) – возникает при необходимости маневрирования АТС на погрузочно-разгрузочной площадке из-за ограниченности ее размеров, неудовлетворительного состояния его подъездных путей, неудобном расположении складов.

**Время собственно погрузки и разгрузки** ( $t_{п.з.}$ ) и ( $t_p$ ) – соответствует продолжительности технологического процесса ПРР. При выполнении работ механизированным способом в основном зависит от типа ПРМ. Если все, или часть операций выполняются вручную, то на длительность будет оказывать влияние количество рабочих и их квалификация.

**Время оформления документов** ( $t_{док}$ ) – затрачивается на заполнение путевых листов, товарно-транспортных накладных. Необходимо стремиться, чтобы оформление документов происходило одновременно с погрузочно-разгрузочными операциями.

Простои, связанные с операциями погрузки и разгрузки, не должны превышать нормативов, регламентированных прејскурантом № 13-01-01, где указаны нормативное время погрузки –  $t_{п.н.}$  и разгрузки –  $t_{р.н.}$ .

Нормы времени на выполнение погрузочно-разгрузочных операций увеличиваются на 10% при кузовах типа «Фургон», а также бортовыми автомобилями, и полуприцепами со стандартными тентами. При взвешивании грузов на автомобильных весах норма времени увеличивается на 4 мин, на десятичных или сотенных весах – на 9 – 18 мин, в зависимости от грузоподъемности автомобиля. На каждый заезд автомобиля в промежуточном пункте погрузки и разгрузки устанавливается дополнительная норма времени 9 мин, а при погрузке и разгрузке грузов, требующих пересчета, предельные нормы увеличиваются еще на 25%.

Превышение нормы на погрузку и разгрузку грузов, доставленных автомобилями, не допускается. За сверхнормативные простои заказчик автомобилей уплачивает автотранспортному предприятию штраф. Основные пути сокращения времени простоев автомобилей под погрузкой и разгрузкой: внедрение комплексной механизации погрузочно-разгрузочных работ; полная замена ручного труда работой грузоподъемных машин и механизированных комплексов; обеспечение работы автомобилей по часовым графикам (по принципу «точно в срок»); широкое внедрение централизованных перевозок грузов с оперативным диспетчерским руководством работ автомобилей на линии; предварительная подготовка (до прибытия автомобиля) груза, оформление товарно-транспортной накладной, пломбирование загруженных заранее контейнеров и т.д.

### **6.3. Основные параметры погрузочно-разгрузочных средств и определение производительности**

Основные параметры ПРС – это:

- силовые параметры: номинальная грузоподъемность; грузовой момент; мощность силовой установки; различные типы усилий (тягово-сцепное усилие, напорное усилие, удельное усилие резания на кромке ковша, вырывное, выглубляющее и др.)
- базовые параметры: габариты; масса; пролёт; база; ширина колеи; дорожный просвет; вылет крюка; стрелы; максимальная высота подъема или опускания груза.
- кинематические скоростные параметры: скорость подъема или опускания груза, скорость передвижения и вращения машины.

К основным параметрам ПРС относятся: грузоподъемность; производительность машины; высота погрузки; мощность двигателя; скорость движения рабочего органа; габаритные размеры (длина, ширина, высота) в рабочем и транспортном положении; масса машины.

Кроме того, для каждой конкретной группы ПРС добавляются другие основные параметры.

Большинство из основных параметров ПРС задаются нормативно-технической документацией, но одно – производительность рассчитывается.

**Производительность ПРС** – количество груза, которое может быть переработано (погружено, разгружено, перемещено) машиной за определённый промежуток времени.

Вводятся термины: массовая производительность –  $W$ , т/ч, объёмная –  $W_o$ , м<sup>3</sup>/ч, штучная –  $W_{шт}$ , шт/ч.

Выделяется 3 вида производительности: теоретическая, техническая и эксплуатационная.

**Теоретическая**  $W_{теор}$  (расчётная) – определяется за 1 час непрерывной работы при номинальной загрузке ПРС при использовании его на погрузке (выгрузке) при условиях, для которых оно было спроектировано. При этом учитывают лишь конструктивные свойства машины.

**Техническая**  $W_m$  – количество груза, которое может быть переработано ПРС за 1 час непрерывной работы при заданных условиях, при этом учитывают ещё условия производства работ, технологические перерывы в работе. Её можно определить, исходя из теоретической с учётом коэффициента загрузки ПРС  $\eta_z$ ,

$$W_m = \eta_z \cdot W_{теор}, \quad (6.16)$$

где  $\eta_z$  – коэффициент загрузки, определяется как:

$$\eta_z = \frac{G_{зр}}{q_n}, \quad (6.17)$$

где  $G_{зр}$  – фактическая масса груза, размещённая в рабочем элементе;  
 $q_n$  – номинальная грузоподъёмность рабочего элемента ПРС.

**Эксплуатационная**  $W_э$  – количество груза, которое может быть переработано ПРС за 1 час работы при заданных условиях (учитывают ещё организационные перерывы в работе)

$$W_э = W_m \cdot \eta_u, \quad (6.18)$$

где  $\eta_u$  – коэффициент использования ПРС по времени, определяется как:

$$\eta_u = 1 - \frac{t_{n.p.s}}{T_{раб}} \leq 1, \quad (6.19)$$

где  $T_{раб}$  – рассматриваемый промежуток времени работы ПРС;  
 $t_{n.p.s}$  – потери рабочего времени на перемещение ПРС при смене поста погрузки-разгрузки, смене рабочего оборудования, пополнения смазки, топлива и т.д.

$$W_{\text{э}} = W_{\text{теор}} \cdot \eta_u \cdot \eta_z, \quad (6.20)$$

$$W_{\text{теор}} > W_m > W_{\text{э}},$$

Производительность ПРМ циклического действия  
Теоретическая производительность

$$W_{\text{теор}} = q_n \cdot n_{\text{ц.р}}, \quad (6.21)$$

где  $q_n$  – номинальная грузоподъёмность, т;  
 $n_{\text{ц.р}}$  – количество циклов, совершаемых ПРМ в единицу времени, ч.  
Техническая производительность

$$W_m = G_{\text{зп}} \cdot n_{\text{ц}} = 3600 \cdot \frac{G_{\text{зп}}}{t_{\text{ц}}}, \quad (6.22)$$

где  $G_{\text{зп}}$  – масса груза, перерабатываемая за один рабочий цикл, т;  
 $n_{\text{ц}}$  – количество рабочих циклов, совершаемых в единицу времени, определяется как:

$$n_{\text{ц}} = \frac{3600}{t_{\text{ц}}}, \quad (6.23)$$

где  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность одного рабочего цикла, с.

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{с}} + \varphi \cdot \sum_{i=1}^m t_i, \quad (6.24)$$

где  $\varphi$  – коэффициент совмещения операций;  
 $t_{\text{с}}$  – вспомогательное время, затраченное на вспомогательные операции вручную, с;  
 $t_i$  – время, затрачиваемое на отдельные операции цикла, с, определяется как:

$$\sum_{i=1}^m t_i = t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_m, \quad (6.25)$$

Эксплуатационная производительность  $W_{\text{э}}$  для ПРМ циклического действия определяется конкретно для каждого вида машин.

Для вилочных авто и электропогрузчиков:

$$W_{\text{э}} = 3600 \frac{G_{\text{зп}} \cdot \eta_u}{t_{\text{ц}}}, \quad (6.26)$$



где  $\eta_u$  – коэффициент использования погрузчика, обычно (0,5 – 0,9)

Производительность машин непрерывного действия (транспортирующих машин)

Производительность транспортирующей машины (установки) определяется количеством груза (в единицах массы, объёма, штуках), перемещаемого ей в единицу времени.

Теоретическая производительность – зависит от их технических параметров и представляет собой количество груза, перемещаемое или в единицу времени при полном заполнении грузонесущего элемента и при сохранении постоянной рабочей скорости.

Техническая производительность определяется с учётом степени заполнения грузонесущего элемента машины и свойств перерабатываемого груза.

Эксплуатационная производительность определяется с учётом действительных местных эксплуатационных условий – степени заполнения грузонесущего элемента машины и использования машины во времени

$$W_m = 3600 \cdot \gamma_e \cdot v, \quad (6.27)$$

где  $\gamma_e$  – линейная плотность, т.е. масса груза, расположенная на длине 1 метр, т/м;  
 $v$  – скорость перемещения груза, м/с,  
 $\gamma_e \cdot v$  – секундная производительность.

#### 6.4. Общая методика выбора транспортных средств

Определяющими факторами является вид груза и его транспортная характеристика.

Грузоподъёмностью транспортного средства определяют, исходя из количества грузов, которое требуется доставить получателю.

Размер партии груза определяется грузоотправителем и зависит от технологии процесса, времени его пополнения экономически оправданными запасами в местах его складирования и временного хранения.

Условия выполнения погрузочных и разгрузочных работ также определяют выбор рационального типа транспортного средства.

Необходимое количество АТС рассчитывается по формуле:

$$A_x = \frac{Q_{сп.i}}{W_{a.сп}}, \quad (6.28)$$

где  $Q_{сп.i}$  – объём данного вида груза, т;  
 $W_{a.сп.}$  – средняя производительность АТС, т;

## 6.5. Общая методика выбора погрузочно-разгрузочных средств

Выбираемые машины и механизмы должны:

- выполнять эффективную погрузку и выгрузку, а также их перемещение в пределах погрузочно-разгрузочных пунктов и складов при гарантированной их качественной и количественной сохранности;
- быть надёжными в работе, безопасными для обслуживающего персонала и окружающей среды;
- соответствовать по производительности типу подвижного состава, условиям перевозки и окружающей среды;
- создавать условия для комплексной механизации производственного процесса или его автоматизации;
- обеспечивать наименьшую трудоёмкость и стоимость погрузочно-разгрузочных работ по сравнению с альтернативными вариантами.

### **Выбор универсальных вилочных погрузчиков.**

К основным техническим параметрам погрузчиков, которые учитываются при выборе, относятся: грузоподъёмность; высота и скорость подъёма груза; скорость перемещения погрузчика, с грузом и без него; тип двигателя. К дополнительным: тип грузоподъёмника, трансмиссии, шин и др.

На основе технической характеристики, безопасности, стоимости и качества необходимо выбирать наиболее рациональный вариант.

Техническая характеристика погрузчика выбирается на основе учёта семи факторов:

Фактор 1. Условия производства и окружающей среды, в которых должен работать погрузчик (открытая площадка, закрытое помещение или их сочетание и открытый воздух – помещение);

Фактор 2. Вид перемещаемого груза и его транспортная характеристика;

Фактор 3. Наличие или отсутствие стеллажей, их конструкция и высота укладки (штабелирования) груза;

Фактор 4. Характер дорожного и напольного покрытия (цементобетон, асфальтобетон, металлическая плитка или различные виды специальных покрытий), состояние (ровность, выбоины), чистота (наличие металлической стружки, гвоздей, различного вида загрязнений), допустимые нагрузки;

Фактор 5. Объёмы переработки грузов в среднем за день (в тоннах, паллетах, вагонах, автофургонах) и планируемая в соответствии с этим интенсивность работ (работы в одну, две или три смены);

Фактор 6. Размеры обслуживаемой зоны складирования, план, на котором нанесены габаритные размеры подъездных путей, ворот, дверей, типовой маршрут передвижения погрузчика с указанием ширины проездов, размеров стеллажей, высоты подъёма и опускания грузов, расположение осветительного оборудования, металлоконструкций и других предметов на пути следования;

Фактор 7. Наличие, расположение или отсутствие мест для технического обслуживания и ремонта техники, а также специалистов, выполняющих это обслуживание и ремонт;

**Необходимая грузоподъёмность** будет выбираться из оценки таких факторов: (фактор 2), габаритные размеры, масса груза и расстояние центра тяжести груза от спинки вил. Запас по грузоподъёмности должен быть небольшим. Статическая нагрузка на передний мост для электропогрузчиков и электроштабелеров не должна превышать 3,8 т для помещений, что соответствует грузоподъёмности 2 т.

**Высота подъёма груза и тип конструкций** определяется факторами 1, 3 и 6.

При выборе машины напольного транспорта следует иметь ввиду, что чем больше высота подъёма груза и погрузчика, тем больше его габарит, собственная масса и нагрузка на ось, что сказывается на прочности дорожного и напольного покрытий, ширине проездов, где будет работать погрузчик.

**Скорости движения погрузчика и подъёма-опускания груза** выбирают, учитывая фактор 5 и 6. Использование погрузчика будет экономичным, когда 40% времени в цикле затрачивается на транспортирование и 60% – на подъёмные операции. Транспортирование грузов на расстояние в 70 – 100 м рациональнее выполнять электропогрузчиками, а на 100 – 200 м – автопогрузчиками. При расстоянии 70 – 100 м экономично использование машин, передвигающихся со скоростью 8 – 10 км/ч.; а при расстоянии 100 – 200 м – 15 км/ч. и более.

**Тип силового агрегата** выбирается с учётом факторов 1, 2, 7. Машины с двигателем внутреннего сгорания рекомендуется использовать на открытых площадках, при больших расстояниях между остановками и длительных подъёмах (до 35%). Электропогрузчики применяются в закрытых помещениях, на хороших дорожных и напольных покрытиях с уклонами 8 – 20%, на коротких расстояниях между остановками; узких проездах и необходимости хорошей маневренности.

**Качество.** Одной из характеристик качества техники является её надёжность, которую количественно можно оценить следующими параметрами:

Величиной отработанных моточасов; текущими расходами, связанными с эксплуатацией, временем простоя техники из-за технического обслуживания, отказов и ремонта.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Доставка грузов потребителям, кроме транспорта требует применения разнообразных типов погрузочно-разгрузочных средств. Для эффективной доставки товаров потребителям необходимо постоянно совершенствовать технологические процессы на всех операциях, внедряя комплексную механизацию и автоматизацию, в том числе и погрузочно-разгрузочных операций.

Для существенного снижения себестоимости продукции и увеличения производительности труда необходимо повышение технического уровня выпускаемых погрузочно-разгрузочных средств и постоянное совершенствование

технологических процессов грузопереработки. Общими тенденциями для выполнения таких требований являются:

повышение производительности машин при одновременном снижении их энергоемкости и металлоемкости;

повышение надежности (безотказности, долговечности, сохраняемости и ремонтпригодности) машин при снижении трудоемкости их технического обслуживания и ремонта;

комплектование машин большим числом сменных и быстродействующих рабочих органов и механизмов;

повышение тягово-скоростных, экономических и экологических характеристик силовых установок;

совершенствование эргономических характеристик обеспечивающих улучшение условий работы машинистов и операторов;

разработка качественно новых типов машин с использованием промышленных роботов для создания и внедрения современных гибких технологий;

повышение безопасности работы оснащением ПРМ автоматизированными системами контроля и управления;

более широкое использование специализированного автотранспорта для бестарных перевозок грузов.

Эффективность процессов транспортирования и перемещения материалов становится решающим фактором в сокращении общих затрат и повышении конкурентоспособности предприятий и организаций.

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Александров, М.П. Грузоподъемные машины: учебник для вузов / М.П. Александров. – М: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана – Высшая школа, 2000. – 552 с.
2. Гаджинский, А.М. Современный склад. Организация. Технологии, управление и логика: учебно-практическое пособие / А.М. Гаджинский. – М. : ТК Велби, Изд-во Проспект, 2005. – 176 с.
3. Гергерт, Т. Штабелеры с поворотной рукояткой / Т. Гергерт //Склад и техника. – 2004. – №1.
4. Грифф, М.И. Основы создания и развития специализированного автотранспорта для строительства: учебное пособие / М.И. Грифф. – М.: Изд-во АВС, 2003. – 144 с.
5. Гуджоян, О.П. Перевозка специфических грузов автомобильным транспортом: учебник для вузов / О.П. Гуджоян, Н.А. Троицкая. – М.: Транспорт, 2001. – 160 с.
6. Грузовые автомобильные перевозки: учебник для вузов / А.В. Вельможин, В.А. Гудков, Л.Б. Миротин, А.В. Куликов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2006. – 560 с.
7. Лежнев, М.Ю. Автоматизированный учет при помощи штриховых кодов / М.Ю. Лежнев // Логинфо. – 2003. – № 5- 6.– с. 54 – 57.
8. Пашков, А.К. Пакетирование и перевозка тарно-штучных грузов / А.К. Пашков, Ю.Н. Полярин. – М.: Транспорт, 2000. – 254 с.
- 9 Погрузочно-разгрузочная техника [Электронный ресурс]. – [2005] – Режим доступа: <http://www.cartrsde.com.ru>
- 10 Склад [Электронный ресурс]. – [2005] – Режим доступа <http://www.sklad.ru>
- 11 Складское оборудование [Электронный ресурс]. – [2005] – Режим доступа <http://www.gortorgsnab.ru>
- 12 Ширяев, С.А. Транспортные и погрузочно-разгрузочные средства: учебник для вузов / С.А. Ширяев, В.А. Гудков, Л.Б.Миротин; под ред. С.А. Ширяева. – М.: Горячая линия – Телеком, 2007. – 848 с.
- 13 Шестопалов, К.К. Подъемно-транспортные, строительные и дорожные машины и оборудование / К.К. Шестопалов. – М.: Мастерство, 2002. – 320 с.
- 14 Якобашвили, А.М. Специализированный подвижной состав для грузовых автомобильных перевозок / А.М. Якобашвили, В.С. Отлинский, А.Л. Цеханович. – М.: Транспорт, 1988. – 224 с.

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	3
1. ТРАНСПОРТНАЯ И ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНАЯ ОПЕРАЦИЯ, ТРАНСПОРТНАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУЗА, КЛАССИФИКАЦИЯ ГРУЗОВ	
1.1. Транспортная и погрузочно-разгрузочная операция.....	3
1.2. Транспортная характеристика груза.....	4
1.3. Классификация грузов .....	4
2. ТРАНСПОРТНЫЕ СРЕДСТВА	
2.1. Классификация грузового подвижного состава.....	6
2.2. Специализированный подвижной состав.....	10
2.2.1. <i>Автомобили и автопоезда-самосвалы</i> .....	10
2.2.2. <i>Кузова и подъемные механизмы самосвалов</i> .....	12
2.2.3. <i>Автомобили и автопоезда-цистерны</i> .....	13
2.2.4. <i>Автомобили, автопоезда-фургоны и рефрижераторы</i> .....	18
2.2.5. <i>Автопоезда для длинномерных грузов</i> .....	19
2.2.6. <i>Автопоезда для строительных конструкций</i> .....	20
2.2.7. <i>Автопоезда-тяжеловозы</i> .....	21
2.3. Автомобили-самопрогрузчики и контейнеровозы.....	23
2.3.1. <i>Автомобили-самопрогрузчики с крановыми устройствами</i> .....	23
2.3.2. <i>Автомобили-самопрогрузчики с грузовыми бортами</i> .....	24
2.3.3. <i>Автомобили-самопрогрузчики со съемными кузовами</i> .....	24
2.3.4. <i>Полуприцепы-контейнеровозы</i> .....	25
3. КОМПЛЕКС ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ КАЧЕСТВ И ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННЫЕ СВОЙСТВА ТРАНСПОРТНЫХ СРЕДСТВ	
3.1. Качество продукции и свойство продукции.....	25
3.2. Условия эксплуатации АТС.....	25
3.3. Основные эксплуатационные качества АТС.....	28
3.3.1. <i>Вместимость</i> .....	28
3.3.2. <i>Компактность (использование габаритов и массы)</i> .....	30
3.3.3. <i>Тягово-скоростные качества</i> .....	32
3.3.4. <i>Проходимость</i> .....	33
3.3.5. <i>Безопасность движения</i> .....	34
3.3.6. <i>Топливная экономичность</i> .....	36
3.3.7. <i>Удобство использования АТС</i> .....	37
3.3.8. <i>Надежность</i> .....	38
3.3.9. <i>Экологические свойства</i> .....	39
4. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ РАБОТЫ КАК ЭЛЕМЕНТ ТРАНСПОРТНОГО ПРОЦЕССА.....	39
4.1. Технология погрузочно-разгрузочных работ (ПРР).....	39
4.2. Технологическая схема и технологическая карта.....	40
4.3. Погрузочно- разгрузочные пункты (ПРП).....	41
4.4. Склады и складские помещения	

4.4.1. Классификация и назначение складов.....	44
4.4.2. Основы проектирования складов.....	45
4.4.3. Определение размеров фронта погрузки-разгрузки.....	46
4.4.4. Показатели работы складов.....	47
4.5. Механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ при перевозках различных видов грузов.....	49
<b>5. ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ СРЕДСТВА</b>	
5.1. Классификация погрузочно-разгрузочных средств.....	51
5.2. Погрузочно-разгрузочные средства периодического действия.....	53
5.2.1. <i>Простейшие механизмы и устройства</i> .....	53
5.2.2. <i>Краны</i> .....	55
5.2.2.1. <i>Мостовые краны</i> .....	56
5.2.2.2. <i>Стреловые краны</i> .....	58
5.2.3. <i>Погрузочно-разгрузочные машины периодического действия</i> .....	61
5.2.4. <i>Манипуляторы и роботы</i> .....	65
5.3. Погрузочно-разгрузочные машины и устройства непрерывного действия.....	66
5.3.1. <i>Конвейеры</i>	
5.3.1.1. <i>Конвейеры с тяговым элементом: ленточные, пластинчатые, скребковые, ковшовые, подвесные</i> .....	66
5.3.1.2. <i>Конвейеры без тягового элемента</i> .....	69
5.3.2. <i>Элеваторы</i> .....	69
5.3.3. <i>Самоходные погрузчики</i> .....	70
5.3.4. <i>Установки пневмотранспорта</i> .....	70
5.3.5. <i>Самотечные устройства (устройства гравитационного транспорта)</i> .....	71
5.4. Средства пакетизации и контейнеризации.....	72
5.5. Специальные и специализированные автомобили.....	74
5.6. Вспомогательные погрузочно-разгрузочные средства.....	74
5.6.1. <i>Средства для облегчения погрузки-разгрузки</i> .....	75
5.6.2. <i>Средства для повышения степени механизации погрузочно-разгрузочных работ</i> .....	75
5.6.3. <i>Средства для учёта и контроля</i> .....	77
5.6.4. <i>Долговременный документальный учёт и технические средства его выполнения</i> .....	78
5.7. Грузозахватные устройства (ГЗУ).....	78
5.7.1. <i>Грузозахватные органы и приспособления</i> .....	78
5.7.2. <i>Канаты</i> .....	79
5.7.3. <i>Грузовые цепи</i> .....	80
5.7.4. <i>Концевые захватные элементы</i> .....	80
5.7.5. <i>Съёмные грузозахватные устройства</i> .....	80
5.7.6. <i>Зажимные грузозахватывающие устройства</i> .....	80
5.7.7. <i>Захваты, встроенные в рабочий орган машины</i> .....	81
<b>6. ВЫБОР АВТОТРАНСПОРТНЫХ И ПОГРУЗОЧНО-</b>	

РАЗГРУЗОЧНЫХ СРЕДСТВ .....	81
6.1. Эффективность эксплуатации и производительность АТС.....	82
6.2. Влияние продолжительности простоя автомобилей в пунктах погрузки и выгрузки на их производительность.....	85
6.3. Основные параметры погрузочно-разгрузочных средств и определение производительности.....	86
6.4. Общая методика выбора транспортных средств.....	89
6.5. Общая методика выбора погрузочно-разгрузочных средств.....	90
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	92
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....	93