

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ  
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра «Управление грузовой и коммерческой работой»

***Н. П. БЕРЛИН***

**ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫЕ,  
ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ  
МАШИНЫ И УСТРОЙСТВА**

*Допущено Министерством образования Республики Беларусь в качестве учебного пособия для студентов специальности «Организация движения и управление на транспорте» учреждений, обеспечивающих получение высшего образования*

Гомель 2005

## ОГЛАВЛЕНИЕ

1 История развития подъемно-транспортных машин . . . . .	6
2 Классификация и основные эксплуатационно-технические показатели подъемно-транспортных машин . . . . .	13
2.1 Классификация подъемно-транспортных машин . . . . .	13
2.2 Техничко-эксплуатационные показатели подъемно-транспортных машин . . . . .	15
3 Машины и установки непрерывного действия . . . . .	19
3.1 Установки для пневматического транспортирования грузов . . . . .	19
3.1.1 Назначение и классификация пневмотранспортных установок . . . . .	19
3.1.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки пневмотранспортных установок . . . . .	20
3.1.3 Расчет пневмотранспортных установок . . . . .	30
3.2 Установки для гидравлического транспортирования грузов . . . . .	32
3.2.1 Назначение и классификация гидротранспортных установок . . . . .	32
3.2.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки гидротранспортных установок . . . . .	33
3.2.3 Расчет гидротранспортных установок . . . . .	37
3.3 Конвейеры . . . . .	39
3.3.1 Назначение и классификация конвейеров . . . . .	39
3.3.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конвейеров с гибким тяговым органом . . . . .	41
3.3.3 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конвейеров без гибкого тягового органа . . . . .	61
3.3.4 Расчет производительности и выбор конвейеров . . . . .	72
3.4 Элеваторы . . . . .	76
3.4.1 Назначение и классификация элеваторов . . . . .	76
3.4.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки элеваторов . . . . .	77
3.4.3 Расчет производительности и выбор элеваторов . . . . .	82
3.5 Механические погрузчики непрерывного действия . . . . .	83
3.5.1 Назначение и классификация механических погрузчиков непрерывного действия . . . . .	83
3.5.2 Устройство, принцип действия, производительность, достоинства и недостатки механических погрузчиков непрерывного действия . . . . .	83
3.6 Механические разгрузчики непрерывного действия . . . . .	93
3.6.1 Назначение и классификация разгрузчиков непрерывного действия . . . . .	93
3.6.2 Устройство, принцип действия, производительность, достоинства и недостатки разгрузчиков непрерывного действия . . . . .	93
4 Машины циклического действия . . . . .	108
4.1 Краны . . . . .	108
4.1.1 Назначение и общие сведения о кранах . . . . .	108
4.1.2 Классификация кранов . . . . .	109
4.1.3 Основные параметры кранов . . . . .	109
4.1.4 Выбор типа кранов . . . . .	115
4.1.5 Мостовые краны . . . . .	117
4.1.6 Козловые краны . . . . .	125
4.1.7 Мостовые перегружатели, кабельные краны . . . . .	136

4.1.8 Стреловые краны .....	140
4.1.9 Краны-штабелеры .....	153
4.1.10 Устойчивость передвижных кранов и устройства против их опрокидывания и угона ветром .....	159
4.1.11 Производительность кранов и выбор грузозахватных устройств .....	173
4.2 Перегрузатели .....	215
4.2.1 Назначение и классификация перегружателей .....	215
4.2.2 Устройство, принцип действия, основные параметры перегружателей .....	215
4.3 Механические погрузчики .....	219
4.3.1 Назначение и классификация механических погрузчиков .....	219
4.3.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки механических погрузчиков .....	220
4.3.3 Съёмные грузозахватные устройства механических погрузчиков .....	231
4.3.4 Устойчивость механических погрузчиков .....	241
4.3.5 Производительность механических погрузчиков .....	246
4.4 Тележки, подъемники, механические лопаты, канатно-скреперные установки .....	248
4.4.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия тележек .....	248
4.4.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия подъемников .....	252
4.4.3 Назначение, устройство, принцип действия канатно-скреперных установок .....	256
4.5 Вагоноопрокидыватели, автомобилеразгрузчики, инерционные вагоноразгрузочные машины .....	257
4.5.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия вагоноопрокидывателей .....	257
4.5.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия автомобилеразгрузчиков .....	263
4.5.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия инерционных вагоноразгрузочных машин .....	265
5 Вспомогательные и специальные устройства .....	269
5.1 Домкраты, лебедки, тали .....	269
5.1.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия домкратов .....	269
5.1.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия лебедок .....	271
5.1.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия талей .....	275
5.2 Устройства для рыхления, размораживания грузов и очистки подвижного состава .....	277
5.2.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия устройств для рыхления грузов .....	277
5.2.2 Назначение, классификация, принцип действия устройств для размораживания грузов в транспортных средствах .....	285
5.2.3 Назначение, классификация, принцип действия устройств для очистки подвижного состава .....	288
5.3 Бункеры. Затворы. Питатели .....	298
5.3.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия, пропускная способность бункеров .....	298
5.3.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия затворов бункеров .....	304
5.3.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия питателей бункеров .....	306
5.4 Перегрузочные и спускные самотечные устройства .....	309

5.4.1 Назначение, классификация, принцип действия спускных самогечных устройств .....	309
5.4.2 Назначение, классификация, принцип действия перегрузочных устройств .....	310
5.5 Подвесные монорельсовые и канатные дороги .....	319
5.5.1 Назначение, устройство, производительность подвесных монорельсовых дорог .....	319
5.5.2 Назначение, устройство, производительность подвесных канатных дорог .....	321
Список литературы .....	325

# 1 ИСТОРИЯ РАЗВИТИЯ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

Широко распространенные в древнем мире простейшие приспособления (рычаг, клин, наклонная плоскость и т.п.) позволили возвести такие крупные инженерные сооружения, как египетские пирамиды.

Однако более сложные и эффективные грузоподъемные механизмы смогли появиться только после изобретения блока, первое достоверное упоминание о котором относится к VIII в. до н.э.

Для изготовления блоков нужны были токарные станки и металл как в качестве предмета труда, так и орудия производства.

К 500 – 400 гг. до н.э. в античном мире появились полиспасты: получил распространение ворот с вертикальной осью.

В приписываемой Аристотелю работе (384 – 322 гг. до н.э.) "Проблемы механики", наряду с рычагами, рукоятками и каретками, впервые описаны блоки и полиспасты.

Перу Герона Александрийского (I в. до н.э.) наряду с трактатами по различным вопросам механики принадлежала работа "Книга о подъемных машинах". К тому времени, помимо полиспастов, стали известны зубчатые и червячные передачи.

Наряду с прочими сведениями, Герон рассмотрел способ действия, устройство и расчет канатных лебедок с передаточными механизмами. Пробразом грузоподъемных кранов следует считать также описанные им одно- и двухступенчатые подъемники с полиспастами и лебедками.

В 13 – 16 гг. до н.э. римский инженер и архитектор Марк Витрувий написал состоящее из 10 книг сочинение "De architectura" и содержащее свод знаний того времени о строительном деле, водоснабжении, а также военных и других машинах. Одна из книг этого сочинения содержит описание подъемника с изменяемым наклоном стойки, удерживаемой оттяжками. В ней приведены различные варианты выборки подъемного каната посредством дифференциального барабана, а также вертикальной или горизонтальной лебедки (ворота). У подъемников, используемых для погрузки-разгрузки судов, основание стойки закрепляли на поворотном круге.

В книге описаны также краны-укосины различных типов и сложные полиспасты.

Развитие грузоподъемных механизмов продолжалось и в поздний период средневековья. Тогда в шахтных подъемных установках наряду с ручным приводом стали использовать конный, а также привод от водяных колес и

даже воздушных крыльчаток. Иными словами, получили применение сложные регулируемые механизмы, снабженные управляемыми тормозами. Однако краны, используемые при выплавке металла и постройке судов, приводились в действие только мускульной силой людей.

Леонардо да Винчи (1452 – 1519 гг.) оставил описания и эскизы многочисленных грузоподъемных механизмов и элементов. К их числу относятся, помимо полиспастных систем, рычажно-храповые лебедки, грузозахватные устройства и разнообразные поворотные краны.

Показанный на рисунке 1.1 кран имеет все основные элементы современных стреловых кранов: основание с кольцевым опорно-поворотным устройством, поворотную платформу с лебедкой и противовесом и удерживаемую тягой наклонную стрелу с блоком грузового каната.

В мастерских ремесленников того времени часто применяли поворотные консольные краны, а также поворотные цапфы, раму грузовой тележки изготовляли из дерева, а остальные части – из металла. В качестве тягового органа, помимо канатов из растительных волокон, использовали также цепи, выкованные из металлических прутьев круглого сечения.

На рисунке 1.2 показан кран, предназначенный для подъема колпаков плавильных печей, описание которого приведено в начале XVI века немецким металлургом Г. Агриколой. Нижняя цапфа его стойки вращается в бронзовой опоре, верхняя – в подшипнике. Ведущий квадратный вал лебедки снабжен рукоятью и несет шестерню из двух соединенных деревянных дисков. Аналогичным образом выполнена шестерня промежуточного вала.

Канатный барабан изготовлен из дерева и обшит листовым металлом. Передняя часть двухбалочной стрелы, имеющей длину 4,5 метра, облицована металлом. По ней перемещаются колеса каретки, несущей отклоняющую звездочку грузовой цепи. Каретка оснащена фиксатором, взаимодействующим с укрепленными вдоль стрелы штифтами.

На пристанях для загрузки и разгрузки судов в те времена использовали краны грузоподъемностью до 8 т (поворотные и неповоротные). Их обычно снабжали ступальными колесами. Часто их встраивали непосредственно в причалы. В г. Данциге даже в начале XX в. использовали крановую установку, сооруженную еще в 1442 г. Она была выполнена в виде сложенной из кирпича башни, с перед-

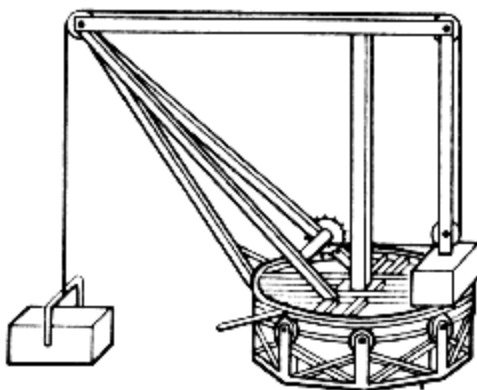


Рисунок 1.1

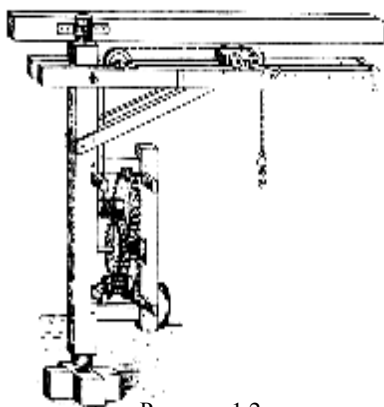


Рисунок 1.2

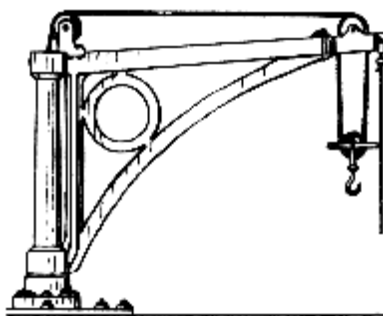


Рисунок 1.3

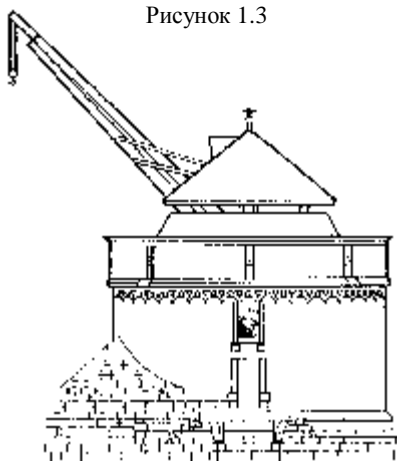


Рисунок 1.4

ней стороны которой на различных по высоте уровнях имелись два выступа для размещения отклоняющих звездочек грузовых цепей. Последние были навиты на валы ступальных колес, одно из которых снабжено спускным тормозом. Грузоподъемность каждого крюка установки 6 т.

На рисунке 1.3 показана схема поворотного крана, обслуживающего порт Андернах. Он был смонтирован на круглой башне, возведенной на берегу Рейна. По оси башни располагалась поворотная стойка, нижняя цапфа которой входила в гнездо базальтового подпятникового блока. Средняя часть имела вертикальные ролики, перекатывающиеся по обояме промежуточного перекрытия башни. На перекрытии же находилась кольцевая дорожка для рабочих, разворачивающих стойку посредством прикрепленной к последней поперечины. Стойка в нижней части поддерживает спаренные ступальные колеса диаметром до 4 м, на вал которых наматывается грузовая цепь. Стойка несет также удерживаемую наклонными подкосами стрелу вылетом 5 м и колпак, защищающий оборудование крана.

Для обслуживания строительных работ и верфей до начала XIX в. применяли более простые по конструкции краны со стационарно установленной или закрепленной на переносной раме стойкой, несущей стрелу постоянного вылета и ступальное колесо.

По мере развития металлургии деревянные краны начинают заменять металлическими.

Первоначально элементы несущих конструкций кранов изготавливали из чугуна. В 1830 г. на Александровском (Олонецком) пушечном заводе был установлен цельнометаллический консольный кран (рисунок 1.4) с поворотной стойкой, вращающейся на трубчатой колонне. Основание стойки закреплено на фундаменте системой крупных болтов.

По условиям компоновки грузовая канатная лебедка размещена вне крана, причем ее канат проведен к головному блоку стрелы через расположенный под полом помещения туннель и полость трубчатой колонны. В конце XVIII в. появились конструкторские предложения по созданию мостовых кранов. Первоначально эти краны представляли собой подмости с передвигающимися по рельсам деревянными балками. По направляющим балок двигалась установленная на ходовые колеса ручная лебедка. В необходимых случаях балки усиливали шпренгельными системами (рисунок 1.5). Грузоподъемность таких кранов достигала 20 т.

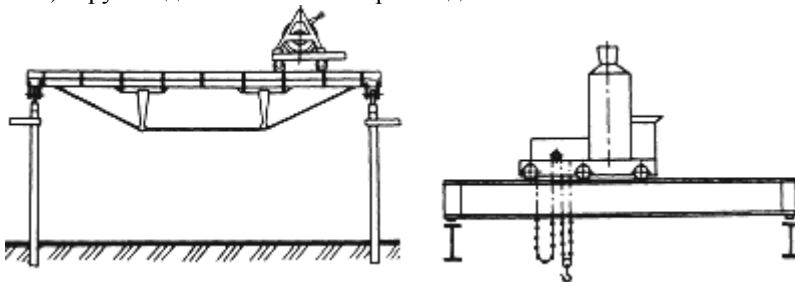


Рисунок 1.5

Мостовые краны с пролетными балками из чугуна не получили широкого распространения. Однако еще в середине прошлого века продолжали строить краны с деревянными пролетами и чугунными концевыми балками. На смену им затем пришли краны с клепаными несущими конструкциями из профильной или листовой стали. Ручные мостовые краны грузоподъемностью до 32 т изготавливают и в настоящее время. Каждый из механизмов такого крана приводится с пола отдельной тяговой цепью.

Однако раньше грузоподъемность ручных кранов достигала 100 т. Выпускали краны с управлением из кабины, где размещали лебедки подъема груза и передвижения грузовой тележки, а также рукоять привода механизма передвижения крана.

Поскольку мостовые краны работают преимущественно в закрытых помещениях, непосредственное оснащение их паровыми машинами признавалось целесообразным. Однако такие краны получили ограниченное применение на металлургических заводах, агрегаты которых загрязняли атмосферу больше, чем паровые машины. В большинстве же случаев мостовые краны имели привод от трансмиссионного каната или вала, получающего вращение от центральной силовой установки.

Грузоподъемность таких кранов достигала 100–150 т, а пролеты доходили до 30 м. Например, для оружейного производства фирмы Крупп в г. Эссене в 1890 г. были поставлены два крана грузоподъемностью 75 т пролетом 27,3 м со скоростью подъема груза 0,011 м/с и скоростью передви-



жения крана с тележки 0,15 м/с. Главный трансмиссионный вал сечением 115×115 мм вращался с частотой 120 об/мин. Посаженная на этот вал скользящая шестерня через сложную систему передач проводила все механизмы крана, его масса около 90 т. Для сравнения укажем, что масса современного 80-тонного крана пролетом 28,5 м группы режима ЗК составляет около 100 т.

Сложность конструкции кранов с трансмиссионным приводом привела к тому, что при появлении электропривода их перестали применять в цехах, еще имеющих технологическое оборудование с трансмиссионным приводом. Почти до конца прошлого века на кранах малой грузоподъемности преимущественно использовали пеньковые канаты, а также цепи из круглой стали. При грузоподъемности более 20 т краны стали оснащать пластинчатыми цепями. Однако стоимость последних была очень высока, а применение при большой высоте подъема затруднено.

В 1834 г. в Германии горным советником Альбертом впервые применен стальной проволочный канат из трех прядей, каждая по 4 проволоки диаметром 3,5 мм. К концу века многочисленные предприятия (в том числе и в России) начали изготовление стальных канатов разнообразных конструкций с временным сопротивлением проволок до 1800 МПа.

С 30-х годов XIX века на стационарных поворотных кранах началось широкое использование парового привода. Первоначально применялась машина с одним цилиндром, шток которого был связан с кривошипом вала привода. Из "мертвого" положения шток выводили вручную. Направление движения изменяли при помощи механического реверса. К концу XIX в. получили распространение приводы с паровыми машинами и механическими механизмами в стреловых стационарных, передвижных, мостовых и козловых кранах грузоподъемностью до 150 т (рисунок 1.6).

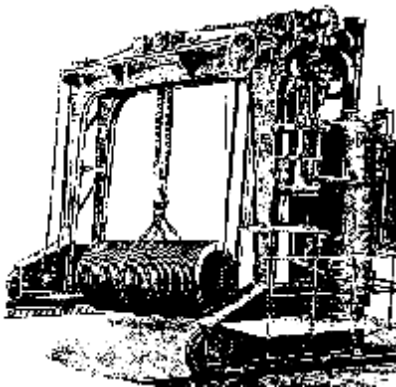


Рисунок 1.6

В 1875 г. на Пермском заводе задействованы несколько консольных кранов с 12-сильной двухцилиндровой паровой машиной, соединявшейся посредством гибкого сопряжения с магистральным паропроводом. В 1887 г. для погрузки направляемых на выставку в Филадельфию пушек Круппа в порту Гамбурга был установлен поворотный кран грузоподъемностью 150 т с вылетом около 12 м. Диаметр кольца опорно-поворотного устройства – 13 м, масса крана с балластом – около 1000 т.

Помимо паровых машин вращательного действия применяли также полиспастные механизмы подъема груза и стрелы с креплением подвижных бло-

ков непосредственно на штоке парового цилиндра, а грузоподъемность таких кранов доходила до 8 т, давление пара – до 0,3–0,5 МПа.

Паровой привод нуждался в регулярном снабжении машины топливом и водой, поэтому в качестве альтернативы появились краны с гидроприводом. Их начали изготавливать в первой четверти прошлого века. Они имели автономное питание, или же рабочая жидкость (вода) подавалась из централизованной стационарной сети.

К числу первых относится кран, разработанный в России и содержащий 4-колесную тележку с коромысловой стрелой, смонтированной на стойке. Она опиралась на шток гидроцилиндра. В центре рамы тележки была установлена гидравлическая станция с ручным насосом и резервуаром. Рама снабжена скобами для ручного перемещения крана (рисунок 1.7).

В последующем стали применять краны с парогидравлическим приводом, т.е. вращение валов гидронасосов осуществлялось паровой машиной. Например, в Германии 120 лет назад был построен козловой кран для обслуживания участка по отливке бронзовых плит. Пролет этого крана – 14 м. Кран имел коробчатый клепаный мост параболического очертания, по которому посредством цепи передвигались две снабженные грузовыми крюками каретки. Концы моста были шарнирно подвешены к штокам телескопических цилиндров. Каждый из них смонтирован на четырехколесной тележке, несущей паровую машину. Она служила приводом для насоса питания цилиндра механизмов передвижения тележек и каретки. Высота подъема моста 3,8 м.

На рисунке 1.8 показан поворотный гидравлический кран с питанием от стационарной сети. Кран содержал поворотную колонну, несущую стрелу постоянно вылета. Поворот крана производился с помощью расположенных по обеим сторонам от колонны цилиндра зубчато-реечных механизмов.

Шток гидроцилиндра нес на себе подвижной блок ускорительного полиспада. Для управления краном служил гидрораспределитель.

Стационарные поворотные краны с установкой стрелы непосредственно на штоке вертикального гидроцилиндра и с полиспастным механизмом

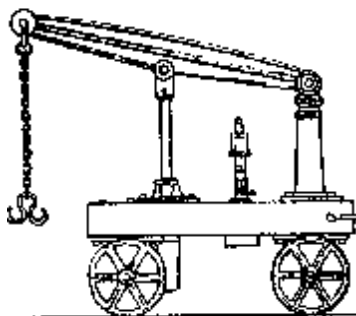


Рисунок 1.7

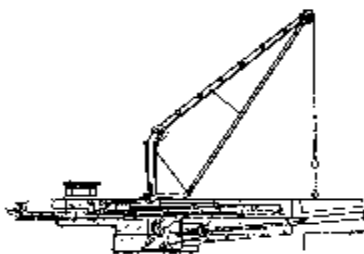


Рисунок 1.8

подъема груза довольно широко применялись в промышленности, в особенности в металлургическом производстве.

Гидравлические порталные и полупортальные краны с питанием от стационарной сети строили до начала XX в. У размещенного вдоль кранового пути питающего трубопровода имелись штуцеры, к которым присоединяли конец трубопровода крана, образованного несколькими шарнирно соединенными звеньями труб. Это позволяет крану в процессе работы перемещаться на расстояние до 25 м.

Для увеличения скорости подъема груза некоторые краны снабжали грузовыми гидроаккумуляторами. Изготавливали и передвижные краны с пневмоаккумуляторами, заряжаемыми от стационарной гидросети.

Один из основных недостатков гидропривода – замерзание воды в трубах при снижении температуры, громоздкость приводов, работающих на низком давлении (0,5–1,0 МПа), ограниченная подвижность при питании от стационарной сети, высокая стоимость прокладки коммуникаций.

Однако плавность работы и относительная простота регулирования гидропривода обусловили его широкое распространение.

К концу рассмотренного периода развития кранов оформились их основные конструктивные схемы, оставшиеся в значительной мере неизменными до настоящего времени.

Особенно следует отметить развитие теории и методов расчета кранов, что получило отражение в ряде работ. Здесь необходимо выделить изданную в России работу Скорнякова-Писарева, а также напечатанное с помощью Петра I сочинение Леупольда, один из томов которого посвящен грузоподъемным машинам. Помимо книги И.А. Вышнеградского был издан ряд руководств и учебных курсов (И.А. Тиме, Ф.К. Орлова и др.), в которых достаточно подробно и на соответствующем тому времени научном уровне были рассмотрены расчеты основных элементов крана и даны рекомендации по конструированию.

В России изготовление грузоподъемных кранов по заказам и для собственных нужд велось отечественными предприятиями еще в первой половине прошлого столетия. К концу XIX в. выпуск сложных кранов выполнялся Путиловским, Коломенским, Брянским механическим и некоторыми другими заводами.

## 2 КЛАССИФИКАЦИЯ И ОСНОВНЫЕ ЭКСПЛУАТАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫХ МАШИН

### 2.1 Классификация подъемно-транспортных машин

Современные подъемно-транспортные машины характеризуются широким многообразием, определяемым характером перемещения груза, числом степеней свободы движения, типом грузонесущего и грузозахватного органов, предельным значением грузоподъемности и скоростей движения рабочих органов, типом привода, перемещающего рабочие органы, характером преимущественных функций подъема (опускания) или транспортирования груза и другим признакам.

Машины и устройства, применяемые на погрузочно-разгрузочных, складских и транспортных операциях, по характеру перемещения груза подразделяются на две группы:

1) *непрерывного действия*: машины, рабочий орган которых (лента, канат, винт, скребок, лоток и др.) движется непрерывно, не останавливаясь для приема и отдачи груза, и перемещает груз к месту назначения непрерывным потоком;

2) *периодического (циклического) действия*: машины, у которых грузозахватный орган (крюк, ковш, полуавтоматический и автоматический захват и др.) переносит груз отдельными порциями и после каждого перемещения порции груза возвращается обратно порожним.

Классификация по характеру движения рабочих органов позволяет систематизировать расчеты технико-эксплуатационных показателей.

В зависимости от назначения машины и устройства разделяются:

1) *на специальные* – предназначены для выполнения операций только с определенными грузами;

2) *универсальные* – предназначены для выполнения операций с различными грузами.

Такая группировка позволяет обобщить опыт применения и упрощает выбор в зависимости от рода груза.

По траектории перемещения машины делятся на перемещающие грузы:

- в горизонтальной или близкой к ней наклонной плоскости;
- в вертикальной или близкой к ней наклонной плоскости;
- в произвольном направлении.

Машины, перемещающие грузы в горизонтальной плоскости, – транспортирующие, в вертикальной – грузоподъемные.

В зависимости от наличия ходового устройства машины бывают:

- стационарные;
- передвижные (самоходные, несамоходные).

В зависимости от типа силовой установки привода различают машины:

- с электроприводом (переменного и постоянного тока);
- двигателем внутреннего сгорания (карбюраторный, дизельный);
- гидро- и пневмоприводом.

В эксплуатационном отношении подъемно-транспортные машины классифицируются по группам перемещаемых грузов и характеру выполняемых операций:

- штучные грузы;
- тяжеловесные;
- длинномерные;
- сыпучие;
- контейнерные;
- лесные и др.

Внутри каждой группы машины можно классифицировать по грузоподъемности, высоте подъема груза, а также по ряду других эксплуатационных, технических и конструктивных признаков.

Схема классификации подъемно-транспортных машин и устройств приведена на рисунке 2.1.



Рисунок 2.1

## 2.2 Техничко-эксплуатационные показатели подъемно-транспортных машин

При разработке и выборе схем механизированной перегрузки грузов необходимо учитывать следующие показатели машин:

- эксплуатационные (производительность, энергоемкость, материалоемкость, трудоемкость, область применения);

- надежность;
- степень технологичности;
- уровень стандартизации;
- патентно-правовые;
- эргономические;
- эстетические;
- экологические;
- безопасности;
- экономические (эксплуатационные расходы, капитальные вложения, себестоимость переработки груза).

Важнейший комплексный показатель подъемно-транспортных машин – это теоретическая (расчетная), техническая и эксплуатационная производительность.

*Теоретическая производительность.* Количество груза (т, м<sup>3</sup>, штук и др.), которое может переместить машина за 1 час непрерывной работы при номинальной (расчетной) загрузке при использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

*Техническая производительность.* Количество груза (т, м<sup>3</sup>, штук и др.), которое может переместить машина за 1 час непрерывной работы с максимальной загрузкой при использовании ее в условиях, для которых она запроектирована.

*Эксплуатационная производительность.* Количество груза (т, м<sup>3</sup>, штук и др.), которое может переместить машина за единицу времени при правильной организации труда, использовании передовых методов и на определенном рабочем месте.

*Энергоемкость* машины характеризуется удельным расходом энергии, затрачиваемой на переработку единицы груза, и определяется как отношение расхода энергии к объему груза (т, шт, м<sup>3</sup>), перерабатываемого за определенный промежуток времени.

*Металлоемкость (материалоемкость)* машины или установки характеризуется массой материалов, затраченных на ее изготовление в тоннах, отнесенных к производительности машины (т/ч) или номинальной грузоподъемности (т).

*Трудоемкость* определяется как отношение общего количества человек, обслуживающих машину, к эксплуатационной производительности данной машины (т/ч).

*Область применения* – технические возможности использования машины в узкоспециализированных условиях по роду груза и месту его переработки или возможность универсального или специального применения.

*Надежность* машин. Надежностью машины называется ее свойство сохранять во времени в установленных пределах значения всех параметров, характеризующих способность выполнять требуемые функции в заданных режимах и условиях применения технического обслуживания, ремонт, хранения и транспортирования.

*Степень технологичности.* Показатель, характеризующий эффективность конструктивно-технологических решений с точки зрения обеспечения высокой производительности труда при обслуживании и ремонте машины.

Показатели стандартизации и унификации. Эти показатели характеризуют уровень использования в продукции стандартных, унифицированных и оригинальных составных частей, а также уровень унификации с другими изделиями.

Стандартными являются составные части изделия, выпускаемые по государственным стандартам.

Унифицированными являются составные части изделия, выпускаемые по стандартам предприятия и используемые хотя бы в двух различных изделиях.

Оригинальными являются составные части изделия, разрабатываемые только для данного изделия.

*Патентно-правовые показатели* характеризуют патентную защиту и патентную чистоту продукции.

Показатели патентной защиты характеризуют защиту продукции авторскими свидетельствами в стране и патентами в странах предполагаемого экспорта или продажи лицензий на отечественные изобретения. Они позволяют судить о воплощении в продукции отечественных технических решений, признанных изобретениями в стране и за рубежом.

*Эргономические показатели* характеризуют систему человек – машина – среда и учитывают комплекс гигиенических, антропометрических, физиологических и психологических свойств человека, проявляющихся в производственных и бытовых процессах. Эргономика (от греческого *ergon* – работа, *nomos* – закон) – научная дисциплина, комплексно изучающая характеристики человека, изделия и среды, проявляющиеся в конкретных условиях их взаимодействия, систему человек – машина – среда, ее функционирование и методы оптимизации с учетом возможностей человека и особенностей машин и среды.

Гигиенические показатели характеризуют соответствие изделия гигиеническим условиям жизнедеятельности и работоспособности человека при взаимодействии его с изделием и определяют уровни температуры, влажности, атмосферного давления, освещенности, запыленности, токсичности, шума, вибрации, перегрузок, напряженности магнитного и электрического полей, излучения.

Антропометрические показатели определяют соответствие рабочих мест форме, размерам и массе тела человека, взаимодействующего с машиной. Антропометрические данные используются для рационального устройства рабочих мест.

Физиологические и психофизиологические показатели характеризуют соответствие изделия силовым, скоростным, зрительным, слуховым и осязательным возможностям человека.

Психологические показатели характеризуют соответствие изделия возможностям восприятия и переработки информации и возможностям закрепления вновь формируемых или уже приобретенных навыков работы.

Совокупность определенных условий труда в системе человек – машина – среда определяет уровень комфорта – комплексный показатель, качественная оценка которого имеет четыре градации: зона высокого комфорта, комфортная, некомфортная и невыносимая зона.

Высокие эргономические показатели обеспечивают не только культуру и охрану труда, но и резко влияют на повышение производительности труда и надежность работы машин.

*Эстетические показатели* характеризуют эстетические свойства машин: информационную выразительность, рациональность формы, целостность композиции, совершенство производственного исполнения и стабильность товарного вида продукции. Эстетическими показателями являются художественное своеобразие формы, функционально-техническая целесообразность художественного решения, графическое и цветовое решение конструкции, тщательность покрытий и отделки, четкость исполнения фирменных знаков и т.д.

Оценка эстетических показателей качества продукции производится экспертными методами.

Эстетический уровень качества продукции часто оценивают по пяти-балльной системе: балл 5 установлен для лучших мировых образцов на уровне перспективных показателей качества, балл 4 – для лучших мировых образцов, балл 3 – для лучших национальных образцов, балл 2 – для уровня внутреннего рынка, балл 1 – для уровня ниже требований внутреннего рынка.

*Экологические показатели* характеризуют уровень вредных воздействий на окружающую среду, возникающих при использовании машин. Охрана окружающей природной среды обеспечивается системой мероприятий, которые определяются государственными стандартами в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов, а также рекомендациями, правилами и нормами и стандартами международных организаций. Эти мероприятия обеспечивают поддержание рационального взаимодействия человека с окружающей природной средой, а также предупреждение прямого и вредного косвенного влияния на природу результатов использования машин.



Учет экологических показателей должен обеспечить ограничение концентрации вредных веществ в окружающей среде, сохранение и рациональное использование биологических ресурсов, поддержание в благоприятном состоянии условий обитания диких животных и возможность их воспроизводства, сохранение генофонда растительного и животного мира.

Необходимость учета экологических показателей при оценке качества машин основывается на анализе процесса их использования с целью выявления возможности механических, акустических, тепловых, химических, радиационных, биологических и других вредных воздействий на окружающую природную среду.

*Показатели безопасности* характеризуют особенности, обуславливающие безопасность человека при эксплуатации машин. Безопасность человека обеспечивается при использовании, хранении, транспортировании, монтаже, обслуживании и ремонте машин от механических, акустических, тепловых, электрических, химических воздействий, от радиоактивных излучений и т.д. в нормальных условиях и при возникновении аварийных ситуаций в зоне возможной опасности. Мероприятия в этой области определяются системой государственных стандартов по безопасности труда, правилами и нормами по технике безопасности, пожарной безопасности, производственной санитарии, а также правилами и нормами международных организаций. Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов содержат обязательные нормы, которым должны удовлетворять грузоподъемные краны, а также требования по их установке и обеспечению безопасности при эксплуатации. Аналогичные правила имеются для лифтов, эскалаторов, пассажирских подвесных канатных дорог и др.

*Экономические показатели.* К экономическим показателям относятся: капитальные вложения, удельные капитальные вложения, эксплуатационные расходы, себестоимость переработки груза.

*Капитальные вложения* – расходы на создание системы, обеспечивающей выполнение необходимых технологических операций по погрузке, выгрузке транспортных средств, хранению и перемещению груза в складе.

*Эксплуатационные расходы* – расходы по содержанию и обеспечению функционирования всего комплекса устройств, занятого выполнением погрузочно-разгрузочных и складских работ с одним или несколькими родами груза.

*Удельные капитальные вложения* – капитальные вложения, отнесенные на единицу перегружаемого груза.

*Себестоимость переработки груза* – совокупность всех эксплуатационных расходов, приходящихся на единицу перегружаемого груза.

## 3 МАШИНЫ И УСТАНОВКИ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

### 3.1 Установки для пневматического транспортирования грузов

#### 3.1.1 Назначение и классификация пневмотранспортных установок

Установки пневматического транспорта служат для перемещения насыпных и штучных грузов по трубам или желобам при помощи сжатого или разреженного воздуха.

Установки для насыпных грузов могут перемещать пылевидные, порошкообразные, зернистые и кусковые материалы, а установки для единичных грузов предназначены для транспортирования по трубам мелких грузов, уложенных в патроны, и грузов в контейнерах и вагонетках по трубопроводам большого диаметра.

Пневмотранспортные установки для насыпных грузов по принципу действия разделяют на транспортирующие грузы:

1) в потоке воздуха во взвешенном состоянии (всасывающие, нагнетательные, смешанные, подъемники);

2) методом аэрации, т.е. насыщения воздухом сыпучего тела, приобретающего при этом свойства жидкости (аэрожелоба);

3) по методу флюидизации (транспортирование аэрированными потоками в плотной фазе), когда насыщенный воздухом сыпучий материал приобретает высокую подвижность, обеспечивающую возможность перемещения его по трубам под действием давления воздуха.

Классификация пневмотранспортных установок приведена на рисунке 3.1.

Применяются пневмотранспортные установки для перемещения: зерна, апатитового концентрата, фрезерного торфа, фосфорной муки, порошковых и мелкокусковых химикатов, мелкого и среднекускового угля и др.

Всасывающие установки с низким вакуумом до 0,01 МПа применяются с использованием вентиляторов,



Рисунок 3.1

со средним вакуумом 0,03 МПа с применением воздуходувок и высоким вакуумом до 0,09 МПа с применением вакуум-насосов.

Нагнетательные установки низконапорные до 0,2 МПа применяются с высоконапорными вентиляторами среднего давления до 0,3 МПа – с применением воздуходувок и высокого давления 0,6 МПа с применением компрессоров.

### 3.1.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки пневмотранспортных установок

Схема пневмотранспортной установки всасывающего действия приведена на рисунке 3.2. Установка состоит из сопла (1), рабочего трубопровода (2), осадительной камеры-разгрузителя (3), трубопровода для перемещения пыли (4), трубопровода для чистого воздуха (5,7), вакуум-насоса (6), фильтра (пылеуловителя) (8), шлюзовых затворов (9,10).

Для подачи насыпного груза в трубопровод всасывающих пневмотранспортных установок применяют стационарные и переносные сопла (рисунок 3.3).

Сопло состоит из наружной (2) и внутренней (1) труб. Трубы соединены регулировочными винтами и гайками, посредством которых можно регулировать ширину щели (3), предназначенной для впуска воздуха во внутреннюю трубу из кольцевой полости наружной трубы. Сопло устанавливается на поверхности штабеля сыпучего материала нижним коническим раструбом и под действием собственной массы погружается на некоторую глубину.

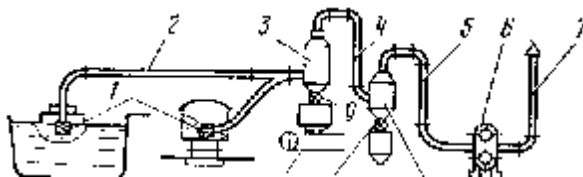


Рисунок 3.2

Входящий с большой скоростью через кольцевую щель воздух разрыхляет поверхностные части груза в коническом раструбе и увлекает их по трубе в транспортный трубопровод. Сопло выполняют диаметром 45...180 и длиной 800...1200 мм; толщина стенок труб 1,5...2,0 мм.

Транспортные трубопроводы изготавливают из стали толщиной 0,6...12 мм диаметром 50...300 мм. Толстостенные применяются при транспортировании абразивных материалов. Неабразивные материалы транспортируются по пластмассовым трубам.

Для снижения абразивного износа труб скорость движения должна быть минимально возможной.

В систему трубопроводов входят маслоотделители.

Осадительная камера представляет собой цилиндрический бункер с сечением, в десятки раз превышающем сечение трубопровода, вследствие чего движущиеся частицы груза прижимаются к стенкам камеры, теряют скорость и, падая, оседают в камере. В камере искусственно создается завихрение потока (рисунок 3.4).

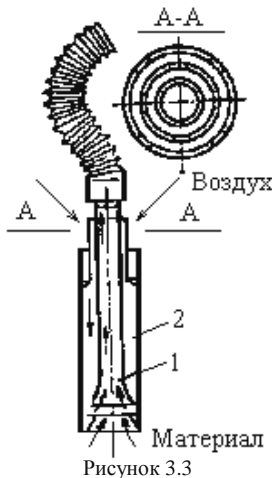


Рисунок 3.3

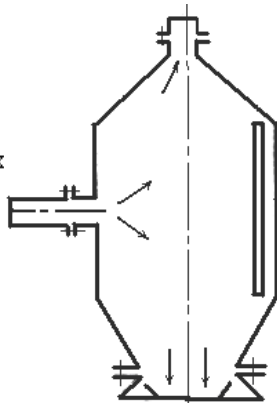


Рисунок 3.4

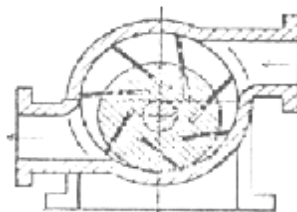


Рисунок 3.5

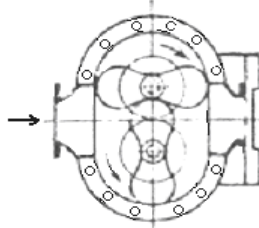


Рисунок 3.6

В качестве воздушных насосов применяют лопастные (рисунок 3.5) и колесные (рисунок 3.6) насосы и центробежные вентиляторы.

Фильтры предназначены для очистки воздуха от пылевидных частиц сыпного груза. Их разделяют на сухие (рисунок 3.7) и мокрые (рисунок 3.8).

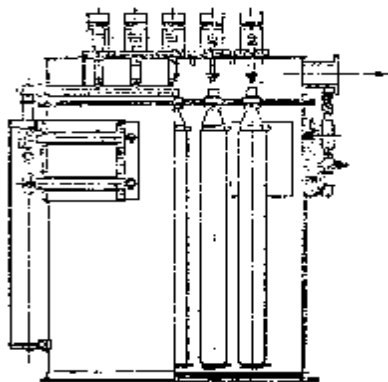


Рисунок 3.7

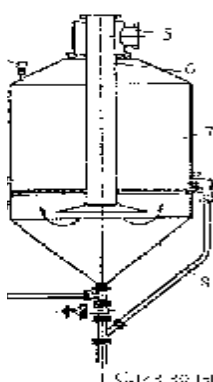


Рисунок 3.8

Сухой фильтр состоит из тканевых рукавов 1, через стенки которых приходит запыленный воздух. Пыль, скопившаяся внутри рукавов, стряхивается специальным механизмом на дно фильтра и периодически удаляется.

Мокрый фильтр состоит из резервуара 7 с водой, впускного патрубка 6 для пыльного воздуха и выпускного 5 для чистого воздуха. Пузырьки воздуха, перемещаясь в воде и проходя через решетку 1, очищаются от пыли. Резервуар 7 заполняется водой через трубопровод 3. Вода сливается по трубопроводу 8. На резервуаре 7 установлены водомерные стекла 2 и вакуумметр 4.

Затворы предназначены для выпуска сыпучих материалов из разгружаемых емкостей и предотвращения прорыва воздуха с повышенным давлением в разгружаемую емкость.

Затворы бывают ротационные (рисунок 3.9) и камерные (рисунок 3.10).

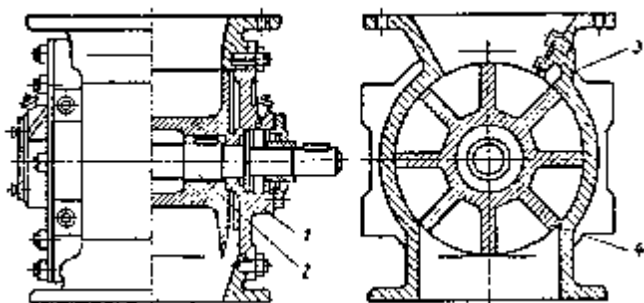


Рисунок 3.9

Рабочим органом ротационного затвора служит многокамерный барабан 4, плотно посаженный в корпусе 3 и вращающийся при помощи вала 2, опирающегося на фланцы 1. Сыпучий материал поступает сверху в шлюзовые камеры барабана, перемещается ими вниз и высыпается в приемный трубопровод. Опорожнившиеся камеры заполняются воздухом под повышенным давлением, который затем поступает в подающую груз емкость, а через нее уходит через фильтр в атмосферу.

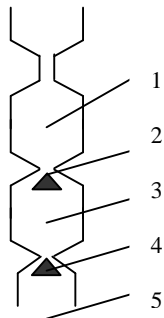


Рисунок 3.10

Недостаток этого затвора – интенсивный износ при транспортировании абразивных материалов.

Камерные шлюзовые затворы (см. рисунок 3.10) не имеют вращающихся частей, поэтому более износостойкие. Они состоят из верхней 1 и нижней 3 камер и двух клапанов.

Если выпускное отверстие камеры закрыто, а нижнее открыто, то груз высыпается из нижней камеры в приемный трубопровод 5. Верхняя камера в это время заполняет-

ся транспортируемым материалом. После того как закончатся процессы опорожнения нижней камеры и заполнения верхней, клапаны переключаются; сначала закрывается нижний клапан 4, затем открывается верхний 2 и нижняя камера загружается сыпучим материалом. Камерные затворы работают циклически (периоды подачи груза сменяются паузами), что снижает их пропускную способность и является недостатком, который может быть устранен применением спаренных двухкамерных затворов. В последнем режиме работы одного затвора смещен на полцикла относительно режима второго.

Перемещение груза с помощью пневмотранспортной установки производится следующим образом (см. рисунок 3.2). Вакуум-насос 6 создает разрежение во всей системе. Под действием атмосферного давления воздух через сопло 1 вместе с грузом засасывается в рабочий трубопровод 2, далее аэросмесь поступает в осадительную камеру-разгрузитель 3, откуда груз выводится с использованием шлюзового затвора 9. Воздух, содержащий мелкую пыль, по трубопроводу 4 поступает в фильтр 8, из пылеуловителя чистый воздух по трубопроводу 5 поступает в вакуум-насос 6 и через воздухоотводную трубу 7 выбрасывается в атмосферу. Пылевидные частицы, осевшие в пылеуловителе, выгружают через шлюзовой затвор 10. Для приема груза из осадительной камеры и пылеуловителя могут использоваться конвейеры 11, бункеры 12.

Пневмотранспортные установки всасывающего действия позволяют производить забор груза в нескольких точках, а выгрузку в одной, дальность транспортирования 10...15 м, производительность 40...100 т/ч.

Схема пневмотранспортной установки нагнетательного действия с винтовым питателем приведена на рисунке 3.11.

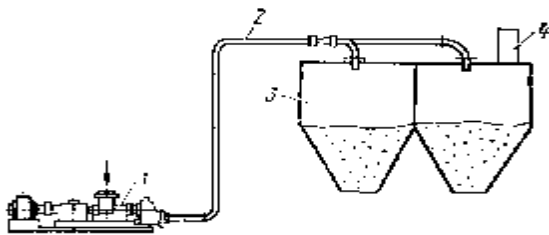


Рисунок 3.11

Сжатый воздух от компрессора через ресивер, масло- и влагоотделитель поступает в смесительную камеру питателя 1, куда принудительно подается груз, и, интенсивно перемешиваясь с воздухом, поступает в трубопровод 2 и далее в отделитель 3, где происходит осаждение груза. Отработавший воздух через фильтр 4 выбрасывается в атмосферу.

Схема винтового питателя приведена на рисунке 3.12.

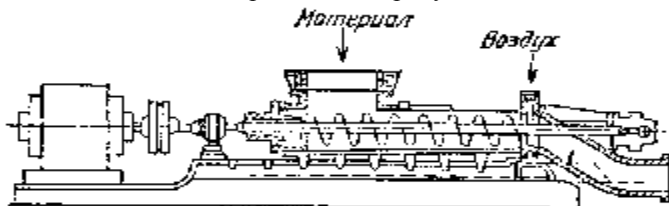


Рисунок 3.12

Для отделения транспортируемого груза от воздуха применяют отделители с внутренними направляющими поверхностями (рисунок 3.13) и циклонные (рисунок 3.14). Первый состоит из корпуса (1,2,3), внутри которого смонтированы направляющие из листовой стали, замедляющие движение грузовоздушной смеси.

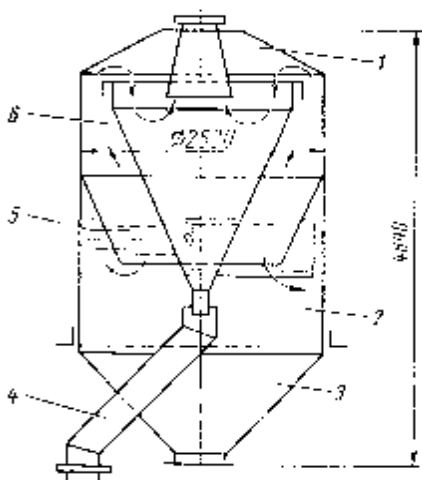


Рисунок 3.13

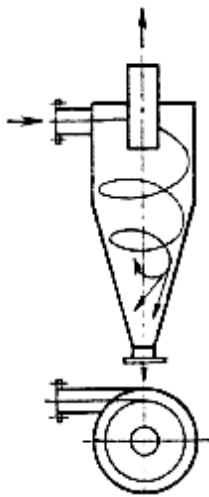


Рисунок 3.14

Наиболее крупные фракции груза выпадают первыми и выгружаются через нижний натрубок. Воздух, содержащий более мелкие фракции, поднимается вверх, и частицы поступают во встроенный конический бункер 6 отделителя, откуда отводится по натрубку 4. Воздух, содержащий только пылевидные фракции, выходит через верхний натрубок 5 и направляется на фильтр для окончательной очистки.

Грузовоздушная смесь поступает в циклонный отделитель через натрубку по касательной к внутренней поверхности корпуса разгрузителя и приобретает вращательное движение. Центробежные силы отбрасывают частицы груза к периферии корпуса, где они тормозятся силами трения и падают вниз, выгружаясь через выпускное отверстие. Освобожденный от груза воздух выходит через верхний натрубку.

В нагнетательных установках высокого давления используются камерные питатели (рисунок 3.15).

Сжатый воздух от компрессора через ресивер, маслоотделитель и водоотделитель поступает в камерный питатель 2, где смешивается с грузом и по рабочему трубопроводу 5 перемещается в приемные устройства 6, а воздух через фильтр 7 выводится в атмосферу. Для лучшего смешивания груза с воздухом на дне камерного питателя уложены плиты 1, через которые поступающий воздух аэрирует груз. Груз в камерный питатель поступает через специальный клапан 4, который периодически открывается для подачи груза в питатель. Уровень груза определяется датчиком 3.

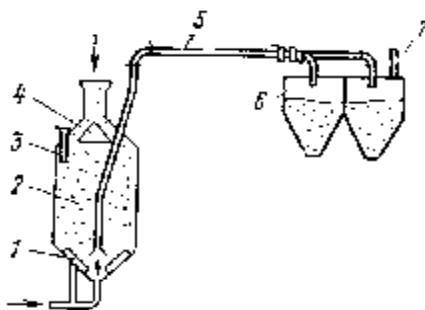


Рисунок 3.15

При использовании одного камерного питателя в установке работа по перемещению будет выполняться периодически, т.е. во время загрузки груза в бункер перемещение груза не осуществляется. Для устранения этого недостатка используют два камерных питателя, работающих попеременно на загрузку и выгрузку.

На рисунке 3.16 приведена схема работы двухкамерного питателя с верхней подачей и нижней выдачей груза.

Питатель состоит из двух цилиндрических сосудов 5, соединенных при помощи затворов 4 и 7 с транспортным трубопроводом 9 и с питающими бункерами 6. Для получения давления в трубопроводе и в камере их соединяют трубопроводом 10. Воздух подается в камеру через трехпозиционный кран 8, управляемый автоматически.

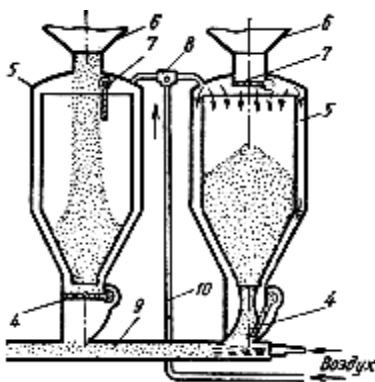


Рисунок 3.16



Каждая из камер последовательно соединяется с бункером, когда происходит ее наполнение материалом, или с транспортным трубопроводом. Транспортирование происходит непрерывно, так как когда первая камера заменяется материалом, вторая передает материал в транспортный трубопровод и наоборот.

Камерные питатели по сравнению с винтовыми имеют меньше быстроизнашивающихся частей.

В установках нагнетательного типа трубопровод может иметь разветвление для подачи груза в разные пункты разгрузки.

Производительность этих установок достигает 150 т/ч, а дальность транспортирования 1,5 км и более.

Если необходимо производить забор груза в нескольких точках и иметь возможность выгрузить в разных грузовых пунктах и перемещать на значительные расстояния, используются смешанные пневмотранспортные установки (рисунок 3.17).

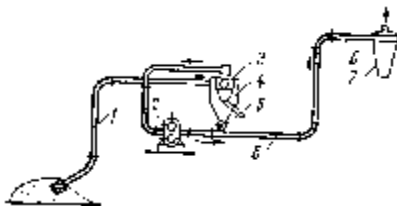


Рисунок 3.17

Установка состоит из двух ветвей, разделенных воздушным насосом 2. Всасывающая ветвь 1 забирает груз из нескольких точек и падает в общую осадительную камеру 4 с пылеуловителем 3 и шлюзом 5 для передачи груза в нагнетательную ветвь 6. Нагнетательная ветвь может заканчиваться открытыми трубопроводами, из которых смесь воздуха с грузом выбрасывается прямо в закрытый склад или подается в свой разгрузитель 7.

Иногда при перемещении пылевидных зернистых или волокнистых грузов применяют центробежные вентиляторы, допускающие проход через них смеси воздуха с частицами груза. В этом случае вся схема смешанной установки значительно упрощается и состоит из всасывающих труб, соединенных у вентилятора в одну трубу, и нагнетательной трубы, выходящей из вентилятора и разветвляющейся по требуемым направлениям.

Нагнетательная установка, транспортирующая груз только в вертикальном или близком к нему направлении, называется пневмоподъемником (рисунок 3.18).

Груз подается в приемное устройство пневмоподъемника и напорным шнеком 2, приводимым во вращение электродвигателем 1, подается в смесительную камеру 3 через обратный клапан 4. Сжатый воздух подается в смесительную камеру через микропористую перегородку 5, аэрирует груз, создает поток и по транспортному трубопроводу смесь груза с воздухом

поступает в бункер 6. Основная часть груза осаживается в приемные емкости, а запыленный воздух очищается в фильтрованной установке и выбрасывается в атмосферу. Производительность 30, 60, 100 т/ч при высоте подъема 35 м.

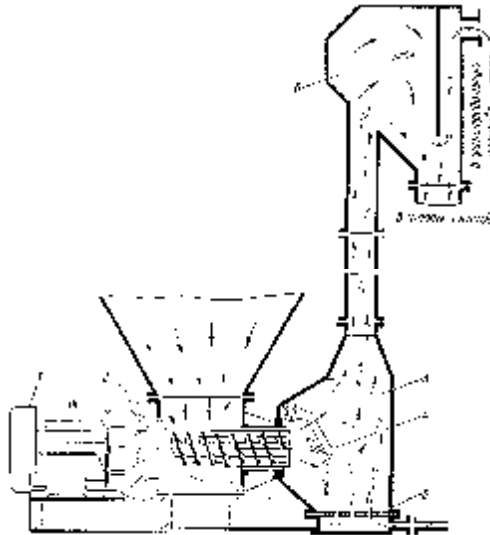


Рисунок 3.18

Порошковые грузы при аэрировании приобретают текучесть, что и позволяет применять аэрожелоба для их перемещения (рисунок 3.19).

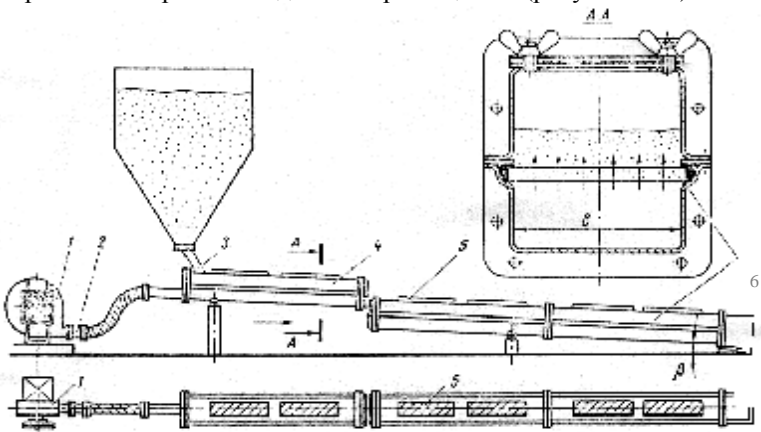


Рисунок 3.19

Аэрожелоб состоит из стальных секций 4, соединенных между собой на резиновых прокладках между фланцами. Желоб по высоте разделен порис-

той перегородкой 6. Груз подается на верхнюю часть желоба через течку 3, а нагнетаемый воздух проходит через поры перегородки 6 и аэрирует груз. Воздух, прошедший через груз, очищается, выходит в атмосферу через матерчатые фильтры 5. Воздух в систему подается вентилятором 1 через дроссель 2.

Загрузка аэрожелоба может производиться в любом месте через заслонки и течки 3 и разгрузка – при помощи выпускных лотков.

Производительность аэрожелобов достигает 200 т/ч, длина транспортировки до 40 м при угле 4...10°. Ширина серийно выпускаемых аэрожелобов составляет 100, 150, 200, 250, 300 и 400 мм.

По закрытым пневможелобам перемещают обычно горячие материалы при температуре примерно 135 °С и при наличии специальных пористых плит (керамических) – при температуре до 530 °С.

Пневматическое транспортирование штучных грузов по трубам осуществляется при помощи патронов. Патрон вставляется в отверстие трубы приемной станции и перемещается воздухом.

На разгрузочных станциях транспортный трубопровод имеет отверстия со стрелочными переводами, управляемыми при помощи адресователей, установленных на патронах. При подходе патрона к пункту назначения срабатывает стрелочный перевод, и патрон автоматически переводится на разгрузочное ответвление трубопровода.

Патроны для пневматического транспортирования штучных грузов имеют овальное, прямоугольное или круглое сечение.

По принципу пневматического транспортирования груза в патронах действуют также установки пневматического транспорта, применяемого для перемещения крупнокусковых насыпных грузов (например, руды) в контейнерах по трубопроводам большого диаметра (до 900 мм и более). Контейнер представляет собой цилиндрический сосуд, снабженный в нижней части колесами, которыми он опирается на нижнюю часть внутренней поверхности трубы. В трубу подается воздух под давлением, который, действуя на задний торец цилиндрического контейнера, приводит его в движение. На выходе из трубопровода контейнер поступает в разгрузочное устройство. Порожний контейнер возвращается обратно по трубопроводу к разгрузочному пункту.

Отдельные контейнеры могут соединяться в поезда. Поезда с песком, гравием, рудой перемещаются со скоростью 40...50 км/ч по трубам диаметром 1020 или 1220 мм. В движение они приводятся пневмовозами. Уплотнения (манжеты) перекрывают зазоры между стенкой трубопровода и элементами пневмовоза. Поток воздуха создается турбовоздуходувками, центробежными нагнетателями, компрессорами, вакуумными насосами. Для движения контейнеров с грузом массой 65 т по горизонтальному трубопро-

воду диаметром 1220 мм достаточен перепад давления 15 кПа, а при подъеме на  $3^0$  – 45 кПа.

Контейнеры снабжены колесными тележками, при этом для обеспечения необходимой ориентации поездов в трубопроводе центр масс контейнера должен быть расположен ниже оси тележки. Трубопроводы изготавливают из стали или железобетона. Загрузка контейнеров насыпными грузами производится на погрузочных станциях с помощью бункеров и дозаторов, а разгрузка – на эстакадах. Все операции автоматизированы. Для определения местонахождения контейнеров и их скорости на транспортном трубопроводе устанавливают датчики, взаимодействующие с постоянными магнитами, размещенными на пневмовозах. Скорость движения контейнеров регулируется при необходимости диспетчером путем изменения расхода воздуха. Режим автоматического движения контейнеров рассчитывается на ЭВМ.

Пневмотранспортную установку, перемещающую насыпной груз с высокой концентрацией смеси (в плотной фазе), используют в цементовозах (рисунок 3.20, 3.21).

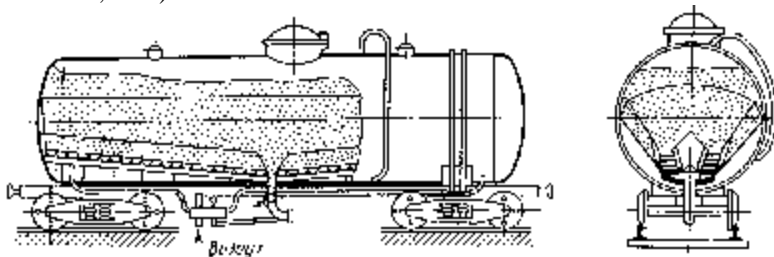


Рисунок 3.20

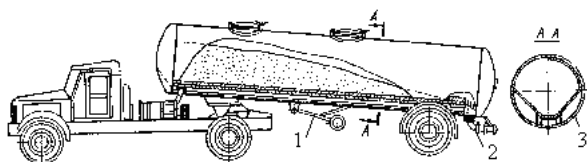


Рисунок 3.21

В нижней части цистерны установлены пористые перегородки 3, на которых лежит цемент. Воздуходувка 1 подает в цистерну сжатый воздух, который, проходя через пористые перегородки, аэрирует цемент и приводит его в состояние флюидизации (псевдооживления), в результате чего цемент под давлением расположенного над ним воздуха вытекает из разгрузочного патрубка 2.

Для поддержания и регулирования режима работы пневмотранспортных установок применяют аппаратуру, осуществляющую контроль за давлением

воздуха в трубопроводах, скоростью движения аэрированной массы и воздуха, производительностью установки, работой питателей, затворов и уровня груза в приемных устройствах.

Достоинствами пневматических установок является их высокая производительность, комплексная механизация перегрузочных и транспортных операций, герметичность и компактность трассы перемещения грузов, что исключает загрязнение окружающей среды и потери ценных грузов, улучшает санитарно-гигиенические условия труда.

К недостаткам следует отнести высокий удельный расход энергии и интенсивный износ трубопровода и других частей установки, соприкасающихся с перемещающимся грузом, ограниченность крупности кусков грузов до 80 мм, прилипание влажных грузов к стенкам трубопровода и других частей установки. При перемещении порошкообразных и тонкодисперсных материалов размером частиц менее 5 мк усложняется отделение груза от воздуха.

### 3.1.3 Расчет пневмотранспортных установок

При выборе пневмотранспортной установки заданной производительности необходимо знать коэффициент массовой концентрации смеси воздуха с перемещаемым грузом  $\mu$ , скорость движения аэромеси  $v$ , потребное количество воздуха  $v_B$ , диаметры рабочих и воздушных трубопроводов, мощность двигателя вакуум-насоса или компрессора.

Исходные данные для расчета:

- потребная производительность установки;
- физико-механические свойства груза;
- трасса передвижения (длина, конфигурация, расположение и количество колен, задвижек и переключателей).

Производительность пневмотранспортной установки, т/ч, определяется по формуле

$$P = 3,6 v_B \mu \gamma_B, \quad (3.1)$$

где  $v_B$  – расход воздуха, м<sup>3</sup>/с;

$\mu$  – коэффициент массовой концентрации смеси, равный отношению массы перемещаемого в единицу времени груза к массе расходуемого за то же время воздуха (цемент, угольная пыль 20...100, зерно 3...25, песок 3...20). Зависит от расстояния пе-

ремещения, высоты подъема, степени слеживаемости, влажности, склонности к аэрированию и др.;

$\gamma_B$  – объемная масса воздуха: в нормальных условиях – 1,29 кг/м<sup>3</sup>, для всасывающих установок  $\gamma_B = 0,8 \dots 0,95$  кг/м<sup>3</sup>, для нагнетательных  $\gamma_B = 1,6 \dots 2,0$  кг/м<sup>3</sup>.

Расход воздуха в трубопроводе, м<sup>3</sup>/с,

$$v_B = \kappa_{\Pi} \frac{\pi D^2}{4} v_p, \quad (3.2)$$

где  $\kappa_{\Pi}$  – коэффициент, учитывающий потери воздуха через неплотности в трубопроводе и др.; принимают равным 1,1...1,15;

$D$  – внутренний диаметр трубопровода, м;

$v_p$  – рабочая скорость воздуха (аэросмеси), м/с;

$$v_p = \kappa(10,5 + 0,57)v_{\text{ВИТ}}, \quad (3.3)$$

где  $\kappa$  – коэффициент запаса ( $K=1,5$ );

$v_{\text{ВИТ}}$  – скорость витания однородного сыпучего груза, м/с;

$$v_{\text{ВИТ}} = \kappa_{\Phi} 5,33 \sqrt{d \frac{\gamma_{\Gamma}}{\gamma_B}}, \quad (3.4)$$

где  $\kappa_{\Phi}$  – коэффициент, зависящий от формы частицы груза (шар – 1,0; округлая форма – 0,67; овальная – 0,57; пластинчатая – 0,45);

$d$  – диаметр шара, равновеликого объему частицы груза, м;

$\gamma_{\Gamma}$  – объемная масса груза, кг/м<sup>3</sup>.

Подставив в формулу определения производительности значение  $v_B$ , определим диаметр трубопровода, мм,

$$D = \sqrt{\frac{\Pi}{0,9 \kappa_{\Pi} \pi v_p \mu \gamma_B}}. \quad (3.5)$$

Диаметр трубопровода принимается в пределах 75...300 мм в соответствии с ближайшими большими по стандарту.

После этого определяются необходимые перепады давления по трассе, н/м<sup>2</sup>,

$$\sum H = 1,25(H_B + H_M + H_{\Pi} + H_{\text{ж}} + H_p + H_{\Phi}), \quad (3.6)$$

где 1,25 – коэффициент неучтенных потерь;

$H_B$  – разрежение (необходимый вакуум) у сопла всасывающей установки или потери при вводе материала в трубопровод;

$$H_B = 0,613 v_p^2 (10 + 0,5\mu); \quad (3.7)$$

$H_m$  – потери на перемещение груза и воздуха по трубопроводу диаметром  $D$  на горизонтальное расстояние  $l$ , м, и высоту  $h$ , м;

$$H_m = 0,613v_p^2 \frac{l+h}{D} (1 + K\mu) \left( 0,0125 + \frac{0,0011}{D} \right); \quad (3.8)$$

$K$  – коэффициент, зависящий от скорости. Его принимают равным 0,46; 0,33; 0,24 при  $v_p$  соответственно 15, 20 и 25 м/с;

$H_{\Pi}$  – потери на вертикальный подъем груза и воздуха;

$$H_{\Pi} = 12,2h(1 + \mu); \quad (3.9)$$

$H_p$  – средние потери в колене или отводе;

$$H_p = 0,157v_{\text{в}}v_p^2; \quad (3.10)$$

$H_p$  – потери на разгрузателе, принимают  $H_p = 2$  кПа;

$H_{\text{ф}}$  – потери в фильтре, принимают  $H_{\text{ф}} = 1$  кПа.

Необходимая мощность привода воздушного насоса, кВт,

$$N = \frac{\sum HV_{\text{в}}}{1000\eta_{\text{вм}}\eta_{\text{пр}}}, \quad (3.11)$$

где  $\eta_{\text{вм}}$  и  $\eta_{\text{пр}}$  – коэффициенты полезного действия воздуходувной машины и ее привода.

## 3.2 Установки для гидравлического транспортирования грузов

### 3.2.1 Назначение и классификация гидротранспортных установок

Установки гидравлического транспорта применяют для перемещения насыпных грузов в смеси с водой по трубам или желобам. Смесь воды с грузом называется пульпой. Перемещение пульпы осуществляется самотеком или за счет создания давления насосами. Перемещаются грузы, которые по своим физическим свойствам допускают смешивание с водой (песок, гравий, уголь, железная, никелевая руда, свекла и др.).

При транспортировании самотеком лотки и трубы должны иметь уклон в сторону выгрузки. При напорном перемещении груз может транспортироваться на большие расстояния по горизонтали и вверх.

Классификация гидравлических установок приведена на рисунке 3.22.

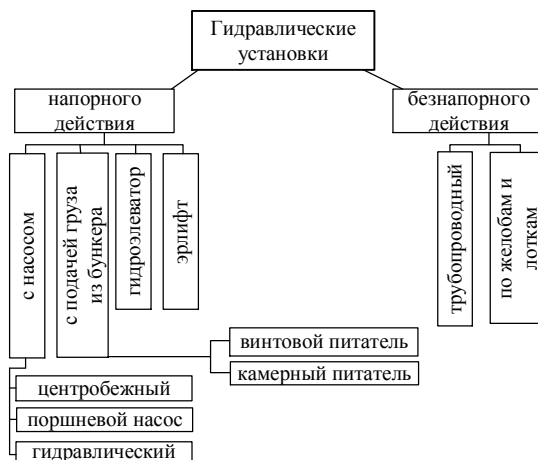


Рисунок 3.22

### 3.2.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки гидротранспортных установок

Гидравлические установки напорного действия применяются для перемещения грузов на расстояния от 5 до 170 км (500 км) производительностью от 30 до 1000 т/ч.

Схема с использованием центробежного насоса приведена на рисунке 3.23.

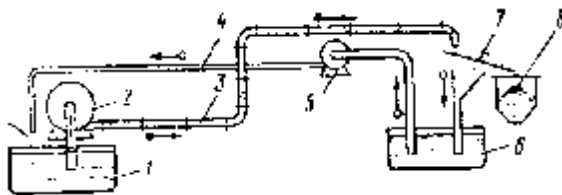


Рисунок 3.23

Пульпонасос 2 забирает пульпу из емкости 1, подает по пульпопроводу 3 на грохот 7, откуда вода стекает в резервуар 6, а груз – в приемный бункер 8. При необходимости вода из резервуара 6 возвращается водяным насосом 5 по трубопроводу 4 в емкость 1. Груз в емкость 1 может подаваться конвейером из бункера.

Центробежный грунтовой насос (пульпонасос) (рисунок 3.24) состоит из улиткообразного корпуса и рабочего колеса.



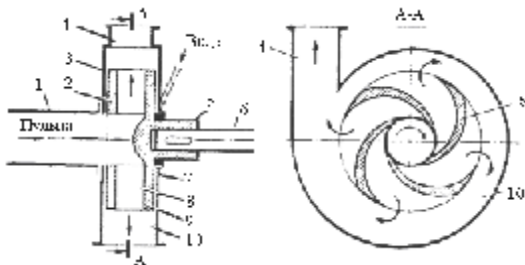


Рисунок 3.24

На корпусе имеются две крышки: передняя 3 с всасывающим приемным натрубком 1 и задняя 7 с отверстием для приводного вала 6.

Рабочее колесо образовано двумя дисками, между которыми расположены лопасти 8. В центре переднего диска 2 имеется отверстие для впуска пульпы, а в заднем 9 – ступица 5 для посадки колеса на вал, соединенный с приводом.

При вращении колеса пульпа, заполняющая промежутки между лопастями, под действием центробежных сил отбрасывается к периферии, образуя в ее центре и всасывающем натрубке разрежение. В результате под действием внешнего давления пульпа поступает по всасывающему трубопроводу в центральную часть насоса, затем в отливной канал 12 и через выходной натрубок 4 в пульпопровод. Для получения высокого давления применяют двухступенчатый насос, в одном корпусе которого установлены два рабочих колеса.

Центробежные грунтовые насосы эффективны при глубине подъема грунта до 15...17 м.

Кроме центробежных могут использоваться поршневые, которые могут создавать высокое давление, но они подвержены быстрому изнашиванию. Грохот – это металлическая пластина с множеством отверстий, приводящаяся в колебательное движение с помощью электрического привода.

Применение гидравлического эжектора позволяет избежать недостатков центробежных и поршневых насосов. Эжектор отличают простота устройства, отсутствие движущихся частей, возможность засасывать высоконасыщенную пульпу с повышенным содержанием в ней крупнозернистых фракций, при этом снимаются ограничения по глубине расположения забоя (рисунок 3.25).

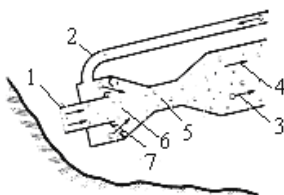


Рисунок 3.25

Принцип действия эжектора состоит в том, что рабочая вода от специального водяного насоса по трубопроводу 2 через периферийные сопла 7, расположенные по окружности под некоторым углом к оси аппарата, с большой скоростью поступает в приемную камеру 6, где создается разрежение, обеспечивающее засасывание пульпы через приемное отверстие накопника 1. В камере смешения 5 кинетическая энергия рабочей воды передается засасываемой пульпе. Из диффузора 4, где динамический напор преобразуется в статический, пульпа подается в нагнетательный трубопровод 3.

На рисунке 3.26 приведена принципиальная схема установки, когда груз и вода подаются раздельно. Водяной насос 1 забирает воду из резервуара 5 и нагнетает ее в трубопровод, а перемещаемый груз вводится в напорный трубопровод через специальное устройство 2 (питатель), пульпа по трубопроводу 3 подается в приемное устройство 4, где происходит отделение груза от воды, как и в схеме, приведенной на рисунке 3.23.

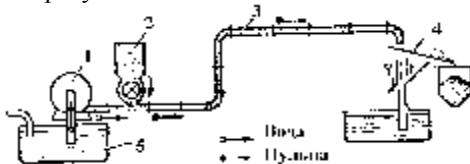


Рисунок 3.26

В качестве питателей используются винтовые, аналогичные, как у пневмоустановок, и камерные (рисунок 3.27).

Груз определенного размера подается в бункер 7. При этом верхний клапан 4 закрыт, а нижний 2 открыт, вследствие чего уголь из камеры 5 падает в трубопровод 3. Груз из камеры 3 поступает в трубопровод 8 и поднимается по нему к месту доставки. После заполнения бункера 7 и опорожнения верхней камеры 5 нижний клапан 2 закрывается, а верхний 4 открывается. Груз из бункера 7 поступает в верхнюю камеру 5, а вытесненная грузом вода из верхней камеры поднимается в бункер 7. Излишек воды удаляется через перепускной кран 6 и насосом 1 высокого давления перекачивается в трубопровод 8. После этого верхний клапан 4 закрывается, и груз поступает в бункер 7, нижний клапан 2 открывается, и цикл повторяется. Вода насосом 10 подается из резервуара по трубопроводу 11. Производительность – до 700 т/ч.

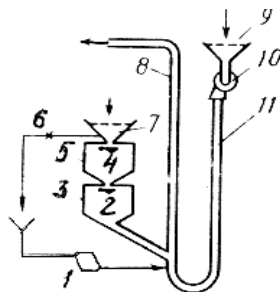


Рисунок 3.27

Гидротранспортные установки для подъема груза называются гидроэлеваторами (рисунок 3.28).

Транспортируемый груз подается в натрубок 3. Вода, поступающая с большой скоростью по соплу 1, смешивается в камере 2 с насыпным грузом и увлекает образующуюся пульпу в диффузор 4, где скорость движения пульпы уменьшается, в результате чего повышается давление, обеспечивающее подъем пульпы на заданную высоту. Расстояние транспортировки – до 1 км по горизонтали.

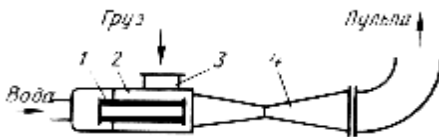


Рисунок 3.28

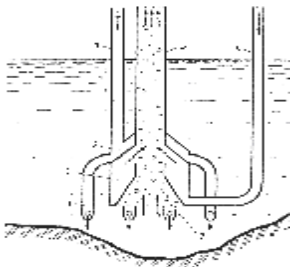


Рисунок 3.29

Применение эрлифта позволяет получить простую конструкцию при возможности производить добычу песчано-гравийной смеси практически любого гранулометрического состава с больших глубин (рисунок 3.29).

Принцип работы эрлифта основан на использовании энергии сжатого воздуха, подаваемого от компрессора по трубопроводу 6 и коллектору 2 в пульпопровод 5. Под действием выталкивающей силы воздушные пузырьки движутся вверх. Так как в нижней части транспортного трубопровода давление воздуха больше, чем в верхней, пузырьки по мере подъема увеличиваются в объеме и, действуя на воду подобно поршневому насосу с негерметичным поршнем, увлекают ее вверх, а она в свою очередь увлекает за собой частицы груза. Вследствие неразрывности потока через всасывающий наконечник 7 в транспортный трубопровод поступит новая порция пульпы, подготовленная размывочной водой, подаваемой в забой размывочным насосом по магистрали 4 через коллектор 3 и насадки 1.

Один из существенных недостатков эрлифта – необходимость иметь только крутонаклонный или вертикальный транспортный трубопровод, так как на горизонтальных участках трехкомпонентная смесь расслаивается на воздух и пульпу, что нарушает несущую способность потока.

Горизонтальные трубопроводы, присоединенные к верхнему концу вертикальной трубы, имеют длину 60...700 м.

Конструкция эрлифта должна отвечать следующим требованиям: внутренняя поверхность трубы должна быть гладкой, соединение труб – герметичным; не должно быть сужений, особенно в месте нагнетания воздуха; в месте выхода жидкости рекомендуется делать расширяющийся раструб.

Безнапорная гидравлическая установка с использованием открытых желобов приведена на рисунке 3.30, а с использованием трубопровода – на рисунке 3.31.



Рисунок 3.30

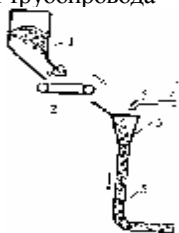


Рисунок 3.31

Насыпной груз при помощи питателя поступает в открытый желоб 4 из бункера 2 и смешивается в желобе с водой, подаваемой из трубопровода 1, образуя пульпу, которая течет по желобу, имеющему уклон 0,02...0,06. В местах поворота трассы для устранения заиливания желоба установлены сопла 3, подающие воду из трубопровода 1 и сообщающие частицам груза дополнительную кинети-

ческую энергию. В местах разветвления трассы размещены шиберы 5, позволяющие регулировать поступление груза в различные приемники.

В установке с использованием закрытых трубопроводов (см. рисунок 3.31) груз из резервуара 1 через питатель 2 поступает в смесительную воронку 3. По трубопроводу 4 поступает вода в воронку, где смешивается с грузом и образовавшаяся пульпа перемещается по трубопроводу 5.

К преимуществам гидравлического транспорта относятся: герметичность трассы перемещения; высокая производительность; большая длина транспортировки; отсутствие на трассе механического оборудования, за исключением линейных перекачивающих насосных станций; возможность полной автоматизации; невысокая трудоемкость; высокие экономические показатели.

К недостаткам гидротранспорта относятся: ограничения по роду перемещаемого груза; необходимость дробления крупных грузов; усиленный износ трубопроводов и входящих в соприкосновение с гидросмесью механических частей; повышенный расход энергии при напорном гидротранспорте; потребность в большом количестве воды и в некоторых случаях необходимость ее возврата; опасность замерзания воды в зимних условиях.

### 3.2.3 Расчет гидротранспортных установок

При проектировании и выборе оборудования гидротранспортных установок исходными данными являются: производительность; характеристика груза; длина и конфигурация пульпопровода. Для установок требуется определить: скорость движения пульпы; диаметр трубопровода; расход воды; величину давления; производительность насоса; мощность двигателя. В самотечных установках определяются размеры желоба и уклон.

Производительность гидротранспортной установки определяется по формуле

$$\Pi_0 = 3600 \pi D^2 v / 4 \text{ (м}^3/\text{ч по пульпе)}, \quad (3.12)$$

$$\Pi_r = 3600 \pi D^2 v m_{об} \gamma_r / 4 \text{ (т/ч по грузу)}, \quad (3.13)$$

где  $D$  – диаметр трубопровода, м;

$v$  – скорость движения смеси, м/с;

$m_{об}$  – объемная концентрация пульпы (0,14...0,25);

$\gamma_r$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Скорость движения смеси  $v$  должна быть равна (1,1...1,2)  $v_{кр}$ , где  $v_{кр}$  – критическая скорость, м/с, ниже которой осаживается груз в трубопроводе.

Критическая скорость для пылевидных и порошковых грузов с размером частиц  $\alpha < 0,2$  мм

$$v_{кр} = n'_k \sqrt{agD}, \quad (3.14)$$

для зернистых и кусковых грузов

$$v_{кр} = C_1 \sqrt{f_B a_G g m_{об} D}, \quad (3.15)$$

где  $n'_k$  – эмпирический коэффициент, равный 0,1...1,5;

$g$  – ускорение свободного падения;

$C_1$  – эмпирический коэффициент, равный 8,5...9,5;

$$f_{\text{в}} - \text{коэффициент трения груза о стенки трубы};$$

$$a_{\Gamma} = (\gamma_{\Gamma} - \gamma_{\text{о}}) / \gamma_{\text{о}}, \quad (3.16)$$

$\gamma_{\text{о}}$  – плотность воды, т/м<sup>3</sup>.

При диаметре трубопровода от 200 до 600 мм  $v_{\text{кр}}$  изменяется для различных грузов, м/с: мелкозернистый песок 2,1...3,2; крупнозернистый песок 2,6...3,6; гравий, щебень 3,4...5,0; уголь 1,27...2,8; руда 0,87...2,44.

Диаметр трубопровода, м,

$$D = \sqrt{\frac{4\Pi}{3600v_{\text{кр}}}}. \quad (3.17)$$

Расход пульпы, м<sup>3</sup>/ч,

$$V = \Pi_{\text{о}}; V = \Pi_{\Gamma} / (\gamma_{\Gamma} m_{\text{об}}). \quad (3.18)$$

Потребное давление воды

$$P = 1,05 (\sum P_{\Gamma,y} + \sum P_{\text{в},y}), \quad (3.19)$$

где 1,05 – коэффициент, учитывающий местные сопротивления (повороты и др.);

$\sum P_{\Gamma,y}$  – сумма потерь давления на горизонтальных участках;

$\sum P_{\text{в},y}$  – сумма потерь давления на вертикальных участках.

Потери давления на горизонтальном участке

$$P_{\Gamma,y} = L \left( 0,015 + \frac{0,0009}{\sqrt{vD}} \right) \frac{v^2 \gamma_{\text{п}}}{D}, \quad (3.20)$$

где  $L$  – длина участка, м;

$\gamma_{\text{п}}$  – плотность пульпы, кг/м<sup>3</sup>;

$$\gamma_{\text{п}} = \frac{\gamma_{\text{о}} V_{\text{о}} + \Pi_{\Gamma}}{V_{\text{о}} + \Pi_{\Gamma} / \gamma_{\Gamma}}; \quad (3.21)$$

$V_{\text{о}}$  – расход воды, м<sup>3</sup>/ч;

$$V_{\text{о}} = V - \Pi_{\Gamma} / \gamma_{\Gamma}. \quad (3.22)$$

Потери давления на вертикальном участке

$$P_{\text{в},y} = \pm L_{\text{в}} g \gamma_{\text{п}}, \quad (3.23)$$

где  $L_{\text{в}}$  – длина вертикального участка, м; знак «+» ставят при подъеме груза, а «-» при спуске.

По полученным расчетным значениям  $P$ ,  $V$  выбирают пульпонасос.

Мощность пульпонасоса, Вт,

$$P' = \frac{PV}{3600\eta}, \quad (3.24)$$

где  $\eta$  – КПД насосной установки (0,38...0,6).

### 3.3 Конвейеры

#### 3.3.1 Назначение и классификация конвейеров

*Конвейеры* – это машины для перемещения непрерывным или почти непрерывным потоком массовых сыпучих, кусковых и относительно легких штучных грузов без остановок для загрузки и разгрузки.

Под массовыми грузами следует понимать грузопотоки, состоящие из однородных частиц или кусков, а также однотипные штучные грузы, перемещаемые в больших количествах.

Конвейеры составляют одну из самых многочисленных и конструктивно весьма разнообразных групп машин непрерывного транспорта. Обычно конвейеры используются как самостоятельные погрузочно-разгрузочные машины. Однако их часто используют в качестве составных агрегатов более сложных машин непрерывного транспорта.

Конвейеры классифицируются:

- по области применения;
- способу передачи перемещаемому грузу движущей силы;
- характеру приложения движущей силы и конструкции машины;
- роду перемещаемых грузов;
- назначению и положению на производственной площадке.

В зависимости от области применения различают машины:

- общего назначения (применяются во многих отраслях хозяйства);
- специальные (применяются в одной области);

По способу передачи перемещаемому грузу движущей силы:

- действующие при помощи механического привода;
- гравитационные (груз перемещается под действием собственной силы тяжести).

По характеру приложения движущей силы и конструкции различают машины:

- с тяговым органом;
- без тягового органа.

По роду перемещаемых грузов различают машины для перемещения:

- насыпных грузов;
- штучных грузов.

По назначению и положению на производственной площадке различают машины:

- стационарные;
- переносные;
- передвижные.

Схема классификации конвейеров приведена на рисунке 3.32.

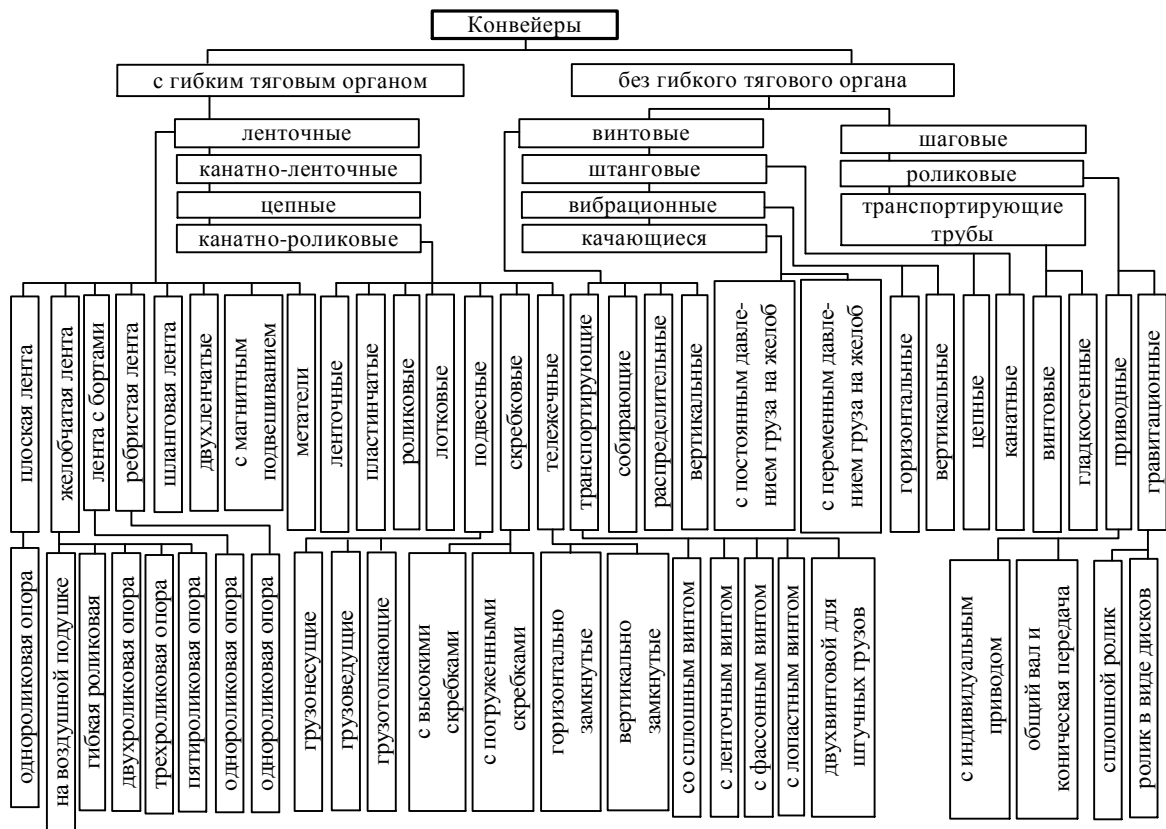


Рисунок 3.32

### 3.3.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конвейеров с гибким тяговым органом

Ленточные конвейеры – это машины непрерывного транспорта, у которых несущим и тяговым органом является гибкая лента. Используются для перемещения грузов на короткие, средние и дальние расстояния, трасса перемещения может быть сложной с горизонтальными и наклонными участками, а также с изгибами в горизонтальной плоскости. Длина горизонтальных конвейеров может составлять до 5 км для одной машины. Производительность достигает до 3000 т/ч, что во много раз превышает производительность других конвейеров.

Принципиальная схема ленточного конвейера с плоской лентой, одно-роликовой опорой приведена на рисунке 3.33.

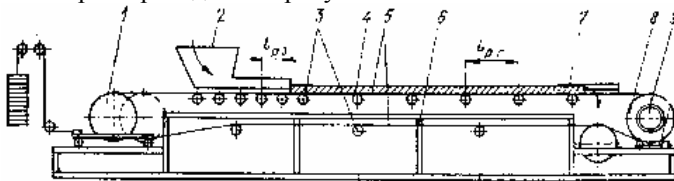


Рисунок 3.33

В ленточном конвейере на концах станины 6 установлены два барабана: приводной 8 и натяжной 1. Вертикально замкнутая лента 5 огибает эти концевые барабаны и по всей длине поддерживается опорными роликами (роликоопорами) – верхними и нижними 3, укрепленными на станине. Приводной барабан связан с приводом 9, состоящим из редуктора и двигателя. Схема приводов приведена на рисунке 3.34.

Груз 4 подается на ленту 5 с помощью загрузочного устройства 2 и выгружается разгрузочным устройством 7.

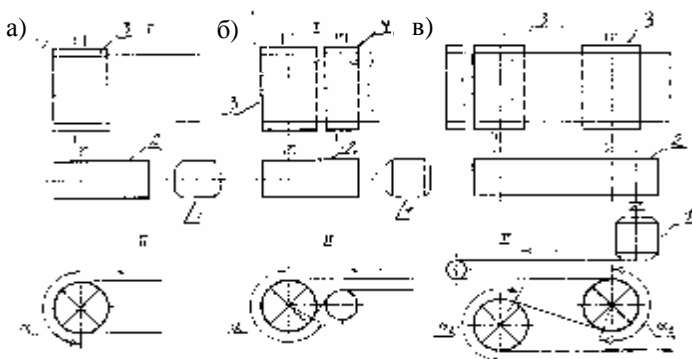


Рисунок 3.34



Двигатель 1 через редуктор 2 приводит во вращательное движение приводные барабаны 3, и конвейерной ленте вследствие действия сил трения (сцепления) передается тяговое усилие, которое приводит ленту в движение. На тяговую способность фрикционного привода существенно влияют натяжение ленты, коэффициент трения и угол обхвата  $\alpha$ .

Увеличение натяжения ленты приводит к повышенному нагружению конвейерной ленты и может быть рекомендовано лишь при недоиспользовании прочности ленты. Для повышения коэффициента трения рабочую поверхность приводного барабана облицовывают (футеруют) фрикционным материалом (резиной, металлическими листами с насечкой, пластмассой и т.п.).

Угол обхвата на однобарабанном приводе можно довести с помощью отклоняющего барабана (рисунок 3.34, б) до  $240^\circ$ . Применение двухбарабанного привода (рисунок 3.35, в) позволяет увеличить общий угол обхвата барабанов до  $\alpha_1 + \alpha_2 = 400^\circ$ .

Натяжной барабан вместе с натяжным устройством служит для создания предварительного натяжения конвейерной ленты, необходимого для исключения срыва сцепления на приводном барабане, ограничения провеса ленты между опорами и компенсации ее вытяжки.

По принципу действия натяжные устройства разделяют:

- на винтовые (рисунок 3.35, а);
- лебедочные (рисунок 3.35, б);
- грузовые (рисунки 3.35, в; 3.35, г);
- пневмогидравлические (рисунок 3.35, д).

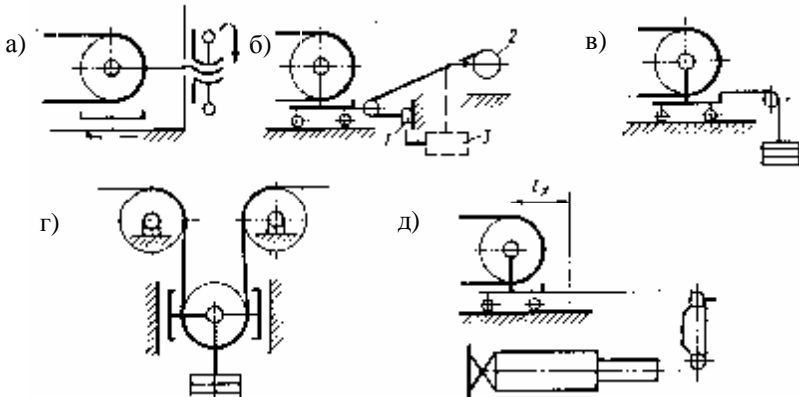


Рисунок 3.35

Более совершенным натяжным устройством, используемым на мощных конвейерах с протяженной трассой, является лебедочное устройство. В систему автоматического регулирования натяжения ленты входят датчик 1, блок управления 3 и грузовая лебедка 2.

В конвейерах применяют резинотканевые, резинотросовые, металлические сплошные проволочные ленты. Они используются в качестве грузонесущего элемента, осуществляя одновременно и тяговую связь между барабанами конвейера. Лента должна быть высокопрочной, гибкой в продольном (на барабанах) и поперечном (на желобчатых опорах) направлениях, обладать высокой влагостойкостью и износостойкостью рабочих поверхностей, не должна расслаиваться при многократных перегибах, должна иметь небольшое упругое и остаточное удлинение, малую гигроскопичность.

Применение гибких лент в качестве тягового органа обеспечивает:

- транспортирование грузов с высокими скоростями движения, плавность хода и высокую производительность при сравнительно малой распределенной нагрузке;

- использование фрикционного привода (гладкого барабана), исключая зависимость тяговой способности от удлинения ленты;

- сравнительную простоту конструкции и эксплуатации, малую собственную массу;

- сочетание в одной ленте функций несущего и тягового элементов;

- отсутствие шарниров и подобных им быстроизнашиваемых частей.

К недостаткам лент можно отнести:

- сложность изготовления и высокую стоимость;

- невысокую прочность наружной резиновой обкладки, подверженной быстрому разрушению при транспортировании остrokромочных твердых и тяжелых насыпных грузов;

- сложность соединения концов ленты, текущего ремонта, очистки от липких грузов;

- повышенное первоначальное натяжение, необходимое для нормальной работы фрикционного привода, и значительные удлинения (до 4 %) при рабочих натяжениях, требуют большого хода натяжного устройства.

В ленточных конвейерах в основном применяют резинотканевые и резинотросовые ленты. Резинотканевые ленты имеют многопрокладочную конструкцию: послыйный тяговый каркас состоит из прокладок синтетической (полиамид, полиэфир) или комбинированной (полиэфир, хлопок) ткани. Нарезные прокладки 3 (рисунок 3.3б, а) укладывают основой по длине ленты, пропитывают резиновой смесью и вулканизируют, соединяя их в единое целое – тяговый каркас, воспринимающий растягивающее усилие. Для дополнительной защиты у лент, предназначенных для тяжелых условий, рабочую сторону тягового каркаса покрывают брекерной тканью 4. Сверху, снизу и с торцов каркас покрыт обкладками – слоем из резины, предохраняющим его от внешнего воздействия. Верхняя обкладка ленты, обращенная к грузу, называется рабочей и имеет повышенную толщину до 10 мм. Нижняя нерабочая поверхность ленты, не соприкасающаяся с гру-

зом, покрыта слоем резины 2 толщиной 1,0...3,5 мм. У теплостойких лент верхняя сторона тягового каркаса под обкладкой имеет теплоизолирующий слой асбеста.

Резинотросовые ленты (рисунок 3.36, б) состоят из резинометаллического сердечника 2 – одного ряда стальных проволочных канатиков (тросов) 4 и наружных резиновых обкладок 1. Для обеспечения каркасности применяют несколько тканевых прокладок 3.

Эти ленты имеют высокую прочность и применяются в конвейерах с горизонтальными трассами до 5 км.

Ленты общего назначения применяют при ограничении температуры окружающей среды или груза от  $-45$  до  $+60$  °С.

Специальные ленты рассчитаны на особые условия эксплуатации; к ним относятся ленты теплостойкие ( $+100$  °С), повышенной теплостойкости ( $+150$  °С), морозостойкие ( $-60$  °С), трудно воспламеняющиеся (огнестойкие), пищевые (для продуктов питания), маслостойкие, магнитостойкие, притягивающиеся к магниту, и магнитотвердые, способные к намагничиванию. Специальные ленты изготавливаются из особых сортов резины. Они намного дороже лент общего назначения.

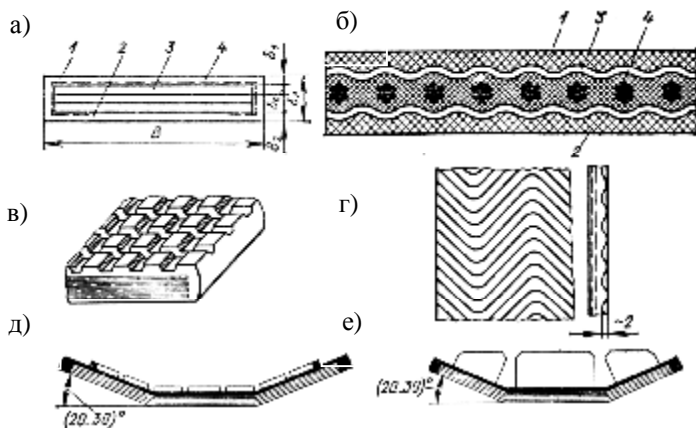


Рисунок 3.36

К специальным лентам относят также ленты с негладкой рабочей поверхностью, отличающиеся повышенным сцеплением с грузом и обеспечивающие увеличение угла наклона конвейера. Существует множество разновидностей негладких лент с идентичным лентам общего назначения тяговым каркасом. Для штучных грузов удобна лента с прямоугольной насечкой (рисунок 3.36, в) или волнообразными (рисунок 3.36, г) выступами. Для сыпучих нелипких грузов можно применять ленты с мелкими (рисунок 3.36, д) и глубокими (рисунок 3.36, е) фасонными выступами (перегородками).

При ограничении скорости перемещения груза высокая производительность достигается за счет применения ленты с высокими гофрированными бортами, создающими увеличение площади поперечного сечения груза (в 1,5...2,5 раза).

Длина выпускаемых резинотканевых и резинотросовых лент не превышает 300 м. На месте эксплуатации производится соединение концов лент.

Лучшим способом соединения концов ленты является горячая вулканизация ( $t = 140...150\text{ }^{\circ}\text{C}$  в течение 25...60 мин) (рисунок 3.37, *а* – резинотканевая, рисунок 3.37, *б* – резинотросовая лента). Такой способ дает высокую прочность соединения (до 0,9 сплошного сечения).

Для неответственных конвейеров и дешевых лент применяют различные механические способы стыковки. При простоте и малой стоимости эти соединения обладают невысокой прочностью: 0,5 (от прочности сплошного сечения) – для скоб и шарниров; 0,35 – для заклепок и установки концов ленты внахлестку.

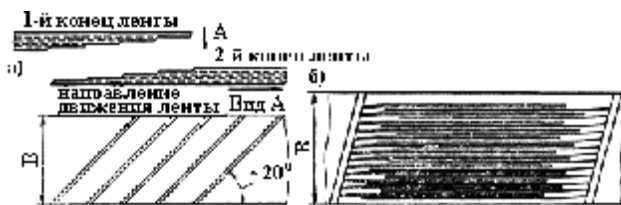


Рисунок 3.37

Для транспортирования абразивных материалов, нагретых до  $120...300\text{ }^{\circ}\text{C}$ , или агрессивных грузов применяют стальные ленты из углеродистой или коррозионно-стойкой стали шириной 500–650 мм и толщиной 1 мм. Длина конвейера с этой лентой 1 км и более. Недостаток стальных лент – их малая гибкость, вследствие чего необходимо применять натяжные и приводные барабаны больших диаметров.

Проволочные ленты различного плетения используются в особых случаях при совмещении технологии промывки или просеивания с транспортированием.

Для опирания ленты на участке между концевыми барабанами устанавливают настилы (рисунок 3.38) или роlikоопоры (рисунок 3.39). Изготовление настилов из дерева или листовой стали проще и дешевле роlikовых опор, но движение ленты по настилам приводит к большому износу ленты и увеличению расхода энергии. Поэтому настилы применяют при малых скоростях и только для коротких конвейеров (до 20 м) с нагрузкой до 50 кг на  $1\text{ м}^2$  ленты.

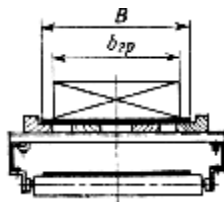


Рисунок 3.38

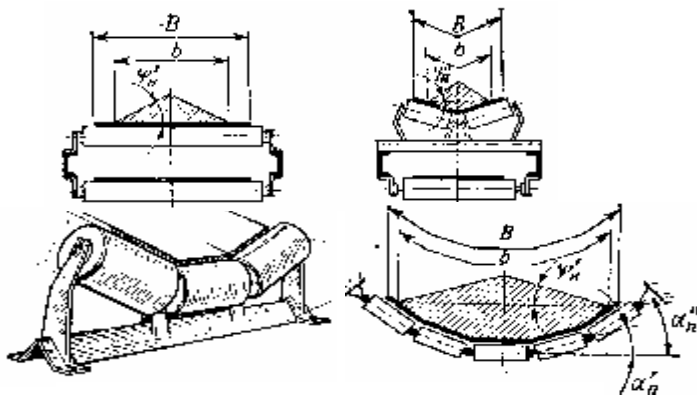


Рисунок 3. 39

По расположению и назначению роlikоопоры бывают верхние (грузонесущие) и нижние (для обратной ветви). Роlikоопоры бывают прямыми и желобчатыми на двух и больше роliках.

Роliки выполняют литыми или из труб и устанавливают на подшипниках качения.

Для уменьшения массы роliки целесообразно делать возможно меньшего диаметра, при этом следует учитывать, что с уменьшением диаметра возрастает частота вращения и уменьшается долговечность подшипников.

Для предотвращения бокового сбегá ленты применяют поворотные центрирующие роlikоопоры 1 (рисунок 3.40).

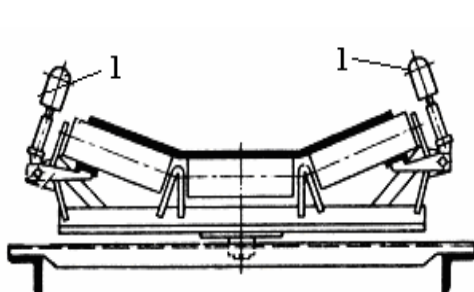


Рисунок 3.40

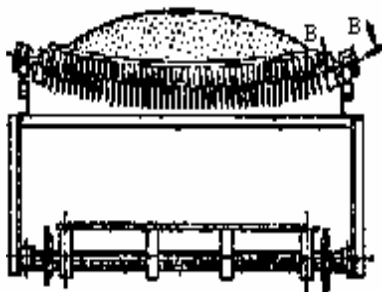


Рисунок 3.41

Для обеспечения ровного хода ленты все роlikовые опоры располагают строго нормально к продольной оси конвейера. Центрирующие роlikоопоры устанавливают через пять роlikоопор на рабочей ветви.

Для стальной ленты в качестве роlikоопоры для рабочей ветви применяют вращающиеся пружины, на которых лента прогибается приблизительно по параболе (рисунок 3.41), можно использовать провисающие опоры в виде ряда резиновых или пластмассовых роliков, укреплен-

ных на гибком обрешеченном стальном канате (рисунок 3.42). Канат подвешивают между шариковыми подшипниками. Такие ролики сопротивляются абразивному изнашиванию лучше стальных и поэтому более долговечны и хорошо центрируют ленту.



Рисунок 3.42

Для поглощения энергии удара от падающего материала в местах загрузки используют обрешеченные ролики или ролики с ребристыми резиновыми бандажами. На обратных ветвях конвейеров устанавливают несколько винтовых роликов, очищающих рабочую сторону ленты от налипшего материала (рисунок 3.43). Навивка на роликах до половины левая, со второй – правая.

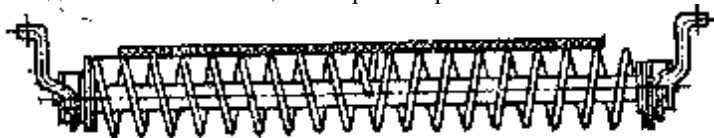


Рисунок 3.43

Расстояние (шаг) между рабочими роликоопорами

$$l_p = A - 0,625B, \quad (3.25)$$

где  $A$  – коэффициент, при плотности груза менее  $1 \text{ т/м}^3$   $A = 1750 \text{ мм}$ , при плотности более  $1,5 \text{ т/м}^3$   $A = 1550 \text{ мм}$ ;

$B$  – ширина ленты, мм.

Шаг роликов холостой ветви ленты конвейера

$$l_x = 2 l_p. \quad (3.26)$$

В местах загрузки ленты расстояние между рабочими роликами уменьшают до 500 мм. При штучных грузах расстояние между роликами должно быть таким, чтобы груз опирался не менее чем на два ролика.

*Загрузочные устройства.* Конструкция определяется характеристикой транспортируемого груза и способа его подачи на конвейер. Штучные грузы подаются на конвейер направляющими спусками или укладываются на него непосредственно. Насыпные грузы падают на конвейер (рисунок 3.44) загрузочной воронкой 2 и направляющими лотками 3.

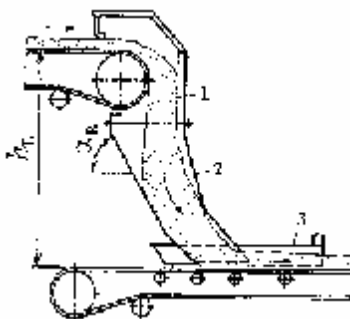


Рисунок 3.44

Воронка и лоток формируют поток груза и направляют его в середину ленты. Для обеспечения высокого срока службы ленты и роlikоопор высота падения из воронки на ленту должна быть минимально возможной, а скорость и направление подачи груза должны быть близки к скорости и направлению движения ленты. Это условие лучше выполняется при параболическом очертании направляющей стенки воронки, которая воспринимает удары падающего груза. Углы наклона стенок воронки  $\alpha_{\text{в}}$  должны быть на  $10...15^\circ$  больше углов трения груза о стенки. На концах боковых и задней стенок направляющего потока устанавливают дополнительные полосы из мягкой износостойкой резины.

При транспортировке пылевидных грузов загрузочную воронку делают герметичной и снабжают устройствами для отсоса пыли.

*Разгрузочные устройства.* Разгрузка конвейера производится с концевого барабана или на трассе конвейера при помощи плужковых или барабанных разгрузателей (рисунок 3.45).

Плужковые разгрузатели применяют на горизонтальных конвейерах с лентой шириной  $400...2000$  мм для разгрузки пылевидных, зернистых и мелкокусковых грузов с малой влажностью при скоростях ленты до  $2$  м/с. Плужковые разгрузатели не рекомендуются для разгрузки твердых и высокоабразивных грузов из-за быстрого изнашивания щитов и ленты.

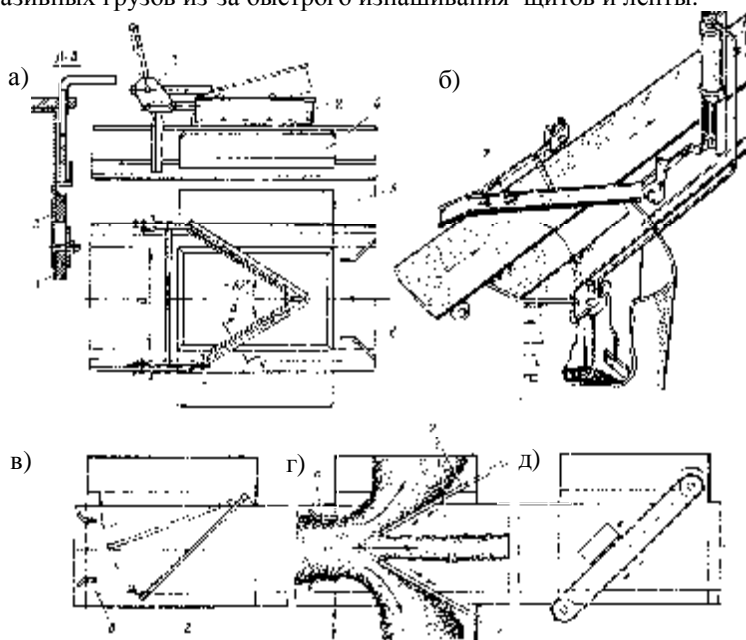


Рисунок 3.45

Плужковый сбрасыватель (рисунок 3.45, а, б) состоит из разгрузочного (сбрасывающего) 2 и зачистного 1 щитов, установленных параллельно друг другу под углом 30–45° к продольной оси ленты, опорного стола 4, приемной воронки 5 и подъемного механизма 3, подгребателей 6 (для направления потока груза). Разгрузочный пункт, изготавливаемый из стального листа, устанавливается с некоторым зазором от поверхности ленты. Он отводит с ленты основную часть транспортируемого груза. Зачистной щит с кромкой, оснащенной резиновой полосой, опирается на поверхность ленты и сдвигает с нее оставшуюся часть груза. Груз попадает в разгрузочную воронку.

В нерабочем положении плужковый сбрасыватель приподнят и свободно пропускает под собой ленту с грузом.

По направлению разгрузки ленты различают двусторонние (рисунок 3.45, а, з) и односторонние (рисунок 3.45, б, в, д) разгрузатели. Двусторонние предпочтительнее, так как у них силы бокового сдвига ленты уравновешены. По интенсивности и разгрузке разгрузатели бывают с полной (рисунок 3.45, а, б), частичной (рисунок 3.45, в, з) разгрузкой ленты с поворотным щитом и двусторонние с раздвинутыми щитами (рисунок 3.45, з).

Для штучных грузов используются разгрузатели с подвижной лентой (рисунок 3.45, д).

Опорный стол служит для выпрямления ленты в месте установки разгрузателя и выполняется в виде гладкого стального листа.

Барабанный разгрузатель (рисунок 3.46) состоит из тележки 4, установленных на ней оборотных барабанов 1 и 2, разгрузочной воронки 3. Транспортируемый груз сбрасывается с верхнего барабана 2 в воронку и направляется вправо или влево или одновременно в обе стороны конвейера. Тележка движется вдоль горизонтального участка конвейера по всему фронту разгрузки.

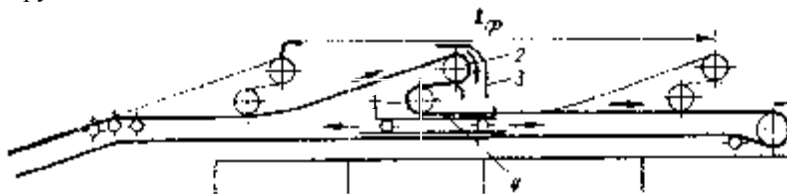


Рисунок 3.46

*Очистные устройства* (рисунок 3.47). Очистка ленты от прилипших частиц транспортируемого груза – важная задача обеспечения надежной и экономичной эксплуатации ленточных конвейеров. Количество налипающего на ленту материала зависит от влажности груза, склонности к налипанию, крупности частиц. Опытным путем установлено, что к ленте прилипает от 3 до 5 % общего количества нелипких материалов и от 15 до 20 % липких.



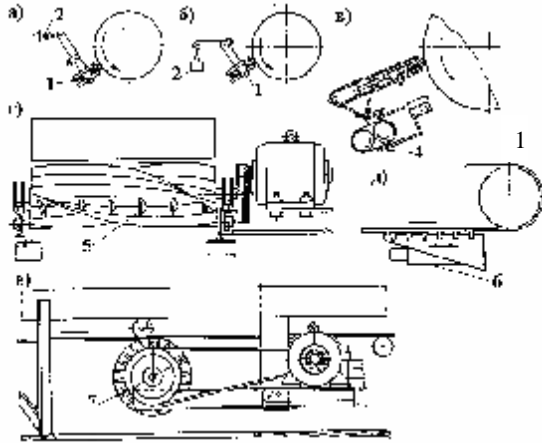


Рисунок 3.47

По принципу действия очистные устройства можно разделить на механические, стряхивающие, вибрационные, промывочные:

- скребок 1 с пружинным поджатием 2 (рисунок 3.47, а);
- скребок 1 с грузовым поджатием 3 (рисунок 3.47, б);
- скребок 1 с гидравлическим поджатием 4 (рисунок 3.47, в);
- скребок с винтовыми лопастями 5 (рисунок 3.47, г);
- вибрационный скребок 6 (рисунок 3.47, д);
- щеточный очиститель 7 (рисунок 3.47, е);
- барабанный очиститель (рисунок 3.48).

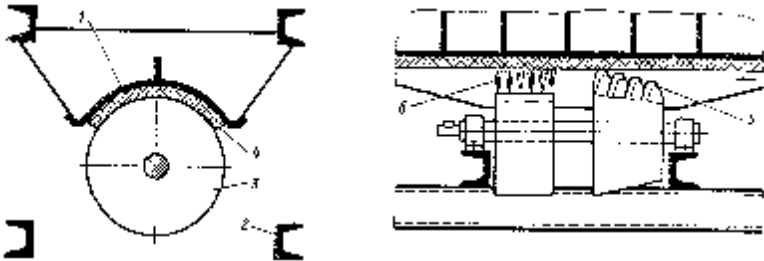


Рисунок 3.48

Барабанный очиститель состоит из лотка 1, придающего ленте 4 вогнутую форму, опорной конструкции 2, приводного очистного барабана 3, взаимодействующего с лентой очистными элементами 5,6 по всей ширине.

При транспортировке сильно налипающих материалов рекомендуется первую по ходу движения ленты секцию выполнять в виде шнека, а вторую – в виде щетки.

Если условия установки конвейеров требуют существенного снижения их массы, например, на мостах от валообразователей, то применяют ленты без поддерживающих роликовых опор, масса которых может достигать 35 % массы конвейера. При этом для подвешивания ленты используют воздушную подушку (рисунок 3.49) или постоянные магниты (рисунок 3.50).

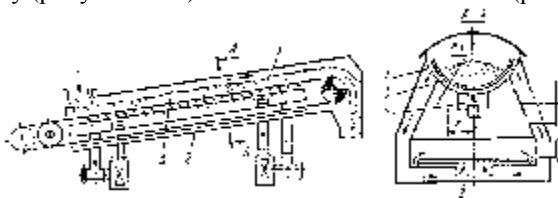


Рисунок 3.49

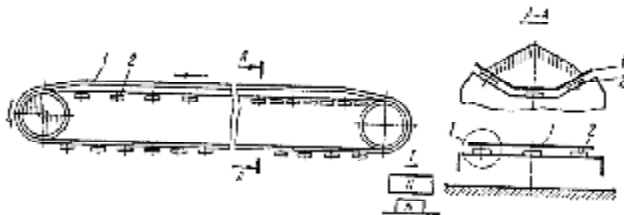


Рисунок 3.50

В конвейерах с воздушным подвешиванием верхняя и нижняя ветви ленты 1 поддерживаются прослойками 2 и 3 воздуха. Лента огибает приводной и натяжной барабаны и приводится в движение от электродвигателя. Распространение конвейеров с воздушным подвешиванием ленты сдерживается необходимостью использования энергоемкого воздуходувного оборудования, сложностью сохранения зазора между лентой и желобом, пылением транспортируемых грузов.

Замена роликов постоянными магнитами 2 в виде пластин возможна в сочетании со специальной лентой 1, в резиновую обкладку которой завулканизирован порошок феррита бария, придающий ленте постоянные магнитные свойства. Лента удерживается в подвешенном состоянии подъемной отталкивающей магнитной силой.

При полной бесшумности и малой энергоемкости конвейеры с магнитным подвесом имеют существенные недостатки. Для них необходимо применять специальные ленты, сложно обеспечить их поперечную устойчивость, нельзя транспортировать материалы, обладающие магнитными свойствами.

Ленточным конвейером можно перемещать груз в горизонтальном и наклонном направлениях при угле подъема, не превышающем  $2/3$  угла естественного откоса материала в движении. При необходимости подъема материала на большую высоту приходится при малом угле подъема значительно увеличивать длину конвейера, что повышает стоимость установки. Для устранения этих недостатков рекомендуется применять круто наклонные и вертикальные конвейеры. Эти конвейеры могут быть с верхними прижимными элементами (рисунок 3.51): с цепной сетчатой лентой 1, резиноканевой лентой 2 и катками 3, с дополнительной лопастной лентой 4. Для сильно пылящих материалов используют конвейеры с трубчатой лентой 3 (рисунок 3.52).

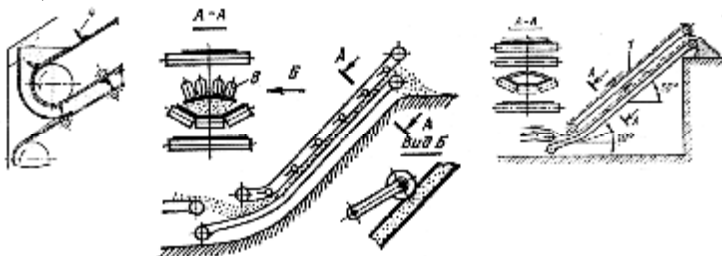


Рисунок 3.51

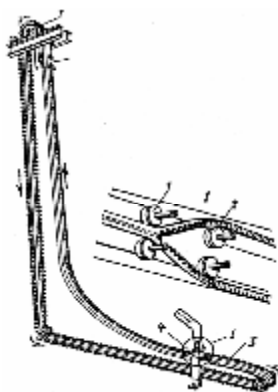


Рисунок 3.52

Шланг в месте загрузки I замыкается с грузом роликами 1, 2. В месте выгрузки лента размыкается.

К ленточным инерционным конвейерам относятся короткие ленточные (метатели), у которых лента движется с большой скоростью, а для увеличения сцепления частиц с быстродвижущейся лентой придают ленте криволинейную форму с помощью полого барабана с ребрами по его краям (рисунок 3.53).

Груз из бункера 1 поступает на быстро движущуюся ленту 4 между ребрами отклоняющего барабана 2 и под влиянием центробежной силы развивающейся при движении слоя груза по кривой, приобретает скорость, равную скорости движения ленты.

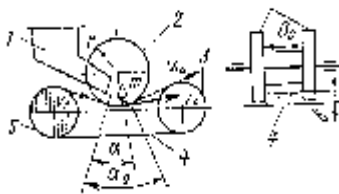


Рисунок 3.53

Скорость движения ленты, а следовательно, и груза составляет  $15...18$  м/с, а расстояние его полета –  $15...20$  м. Применяют эти конвейеры в тех случаях, когда требуется разравнивание (штивка) грузов по всей площади склада или пола подвижного состава. Основной недостаток –

расслаивание груза: более тяжелые частицы груза отбрасываются дальше, более легкие – ближе.

При перемещении крупнокусковых грузов на большие расстояния (1 км и более) находят применение канатно-ленточные конвейеры (рисунок 3.54), у которых тяговым органом являются стальные канаты 4, а лента 1 воспринимает нагрузку только от силы тяжести груза. Лента на канатах лежит седлообразными утолщениями 3. Тяговые канаты опираются на ролики, размещаемые на раме конвейера на расстоянии 5...8 м друг от друга. Стальные завулканизированные поперечные полосы (стержни) 2 обеспечивают поперечную устойчивость ленты в отношении оси конвейера. Такая лента хорошо пружинит, сопротивляется ударам, износу, что увеличивает ее долговечность. Для натяжения стальных канатов и лент применяются самостоятельные отдельные натяжные грузовые устройства.

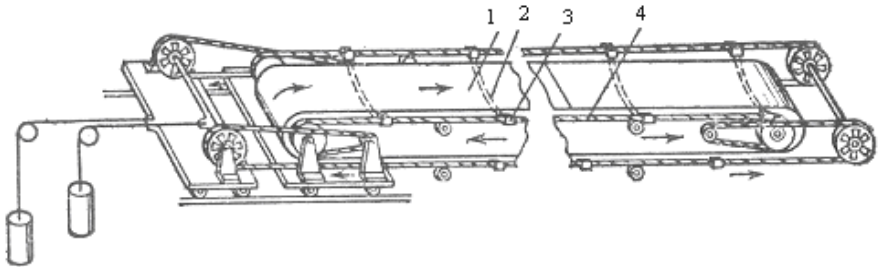


Рисунок 3.54

Для транспортирования легких грузов может использоваться канатно-роликовый конвейер (рисунок 3.55) со стальным проволочным канатом 3, приводящим во вращательное движение ролики.

Канат прижимается к транспортирующим роликам 1 прижимными роликами 2.

В цепно-ленточных конвейерах (рисунок 3.56) тяговым элементом служит цепь 1, а грузонесущим – обычная резиноканевая лента 3, опирающаяся на опорные площадки 2, прикрепленные к цепи.



Рисунок 3.55

Желобчатую форму ленте придают роликоопоры 4, у которых средний ролик отсутствует, а вместо него проходит тяговая цепь, движущаяся на

катках 6 по направляющим путям 5. На рисунке 3.56 обозначены: Б – оборотный барабан; П1, П2 – приводные звездочки; НУ – натяжное устройство. Захват ленты осуществляется только трением между опорными площадками цепи и лентой.

К преимуществам цепно-ленточных конвейеров относится возможность применения стандартной ленты с 3...4 прокладками независимо от длины бесперегрузочной транспортировки, так как на один неразрывный контур ленты можно установить несколько цепных контуров с отдельными приводными механизмами.

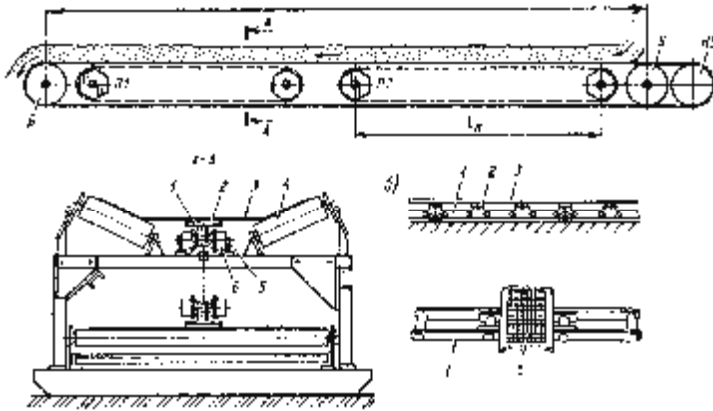


Рисунок 3.56

Недостатками являются ненадежность frictionного соединения ленты с цепью из-за непостоянства коэффициента трения в условиях загрязнения и увлажнения опорных площадок, малой сцепной массы, износ ленты и площадок от проскальзывания, ограничение скорости из-за наличия цепи и динамических нагрузок на нее, ограничение угла наклона до  $10^\circ$  из-за недостаточного усилия сцепления ленты с цепью.

Пластинчатые конвейеры служат для перемещения в горизонтальном или близком к нему наклонном направлении грузов: тяжелых штучных, крупнокусковых, остроконечных, а также грузов, нагретых до высокой температуры (рисунок 3.57).

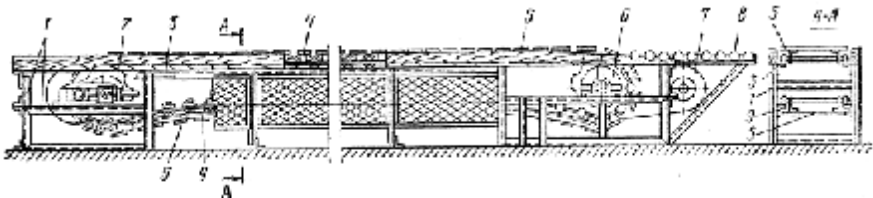


Рисунок 6.57

Пластинчатые конвейеры выполняются в основном стационарными с основанием 1, на котором крепятся две пары звездочек, одна из которых натяжная 2, а звездочки б – приводные. Каждая пара звездочек, лежащих в одной плоскости, огибается бесконечной цепью 4, а к цепям прикреплены пластины 5. Ролики цепей на рабочей ветви катятся по направляющим 3, а на холостой ветви – по направляющим 9. Приводные звездочки соединены с приводом 7. Прием груза производится на роликовый стол 8.

В отличие от ленточных конвейеров у цепных тяговое усилие передается зацеплением звездочки за цепь и роль натяжного устройства заключается в выборе слабины тягового органа.

Вследствие малой вытяжки цепей натяжное устройство изготовляют винтовым с ходом, обеспечивающим возможность изъятия одного звена цепи.

Конвейеры с настилом коробчатого сечения (рисунок 3.58) и пластинами оборотанными, поставленными внахлестку (рисунок 3.59), используются для перемещения навалочных грузов. Но такие конвейеры являются тяжелыми и дорогими. Поэтому чаще применяют конвейеры с плоскими пластинами, установленными внахлестку, а для повышения производительности вдоль конвейера укрепляют неподвижные борта.

*Приводные роликовые конвейеры.* Эти конвейеры широко распространены в металлургической, деревообрабатывающей промышленности, в целлюлозно-бумажном производстве, на складах и в линиях с другими конвейерами. Преимуществами их являются стабильность скорости движения груза, простота присоединения к технологическим машинам, возможность транспортирования тяжелых и горячих грузов, невысокая энергоемкость. Вместе с тем они имеют более сложную конструкцию и повышенную стоимость.

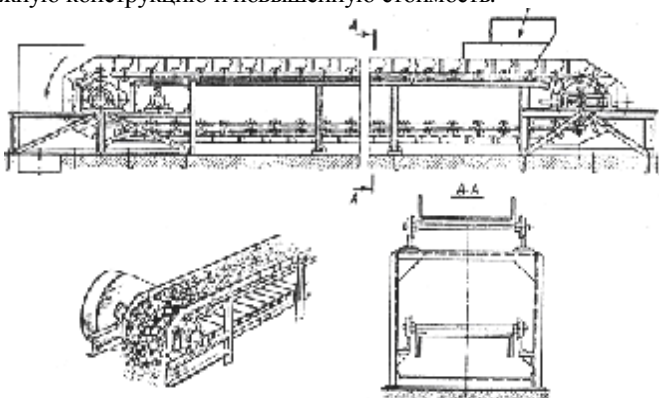


Рисунок 3.58

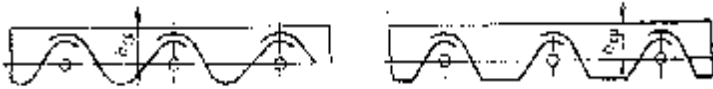


Рисунок 3.59

Используются конвейеры с одной общей тяговой цепью (рисунок 3.60), где при помощи цепи 4, звездочек 5, закрепленных на рамках, и промежуточных натяжных звездочек 6 производится перемещение груза вращающимися роликами.

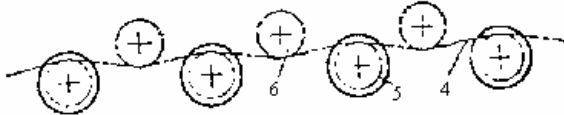


Рисунок 3.60

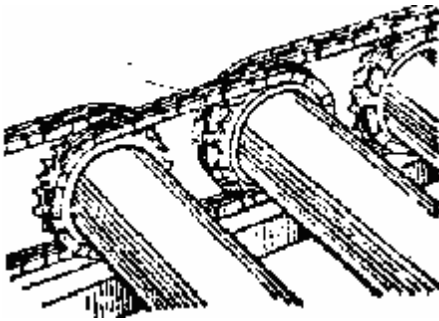


Рисунок 3.61

Для перемещения тяжелых грузов (рисунок 3.61) применяют цепные передачи 7 от ролика к ролику.

Цепные роликовые конвейеры имеют высокую стоимость, отличаются сложностью монтажа и эксплуатации.

Скребокковые конвейеры используют для транспортирования самых разнообразных грузов, как легко-, средне- и крупнокусковых, так и связных.

По универсальности применения они занимают одно из первых мест среди машин непрерывного транспорта, а по длине рабочего органа их общая протяженность приблизительно на порядок выше, чем ленточных.

На рисунке 3.62 приведены схемы конвейеров порционного волочения с высокими скребками с одной рабочей ветвью (рисунок 3.62, а) и двумя (рисунок 3.62, б).

Высокими называют скребки высотой, равной высоте боковых стенок (бортов) желоба или превышающей ее.

В конвейере с одной рабочей ветвью груз перемещается по желобу 6, укрепленному на станине 5 вдоль нижней ветви вертикально замкнутой цепи 1. Цепь с консольно прикрепленными к ней скребками 2 опирается на катки 8, движущиеся по направляющему 9. Цепь приводится в движение от привода через звездочку 3. Ее предварительное натяжение создается натяжным устройством, воздействующим на звездочку 7. На нижнюю рабочую ветвь груз попадает сверху через свободное пространство между скребками верхней холостой ветви. Разгрузка производится из выпускных отверстий 4 в днище желоба, открываемых и закрываемых шиберными затворами.

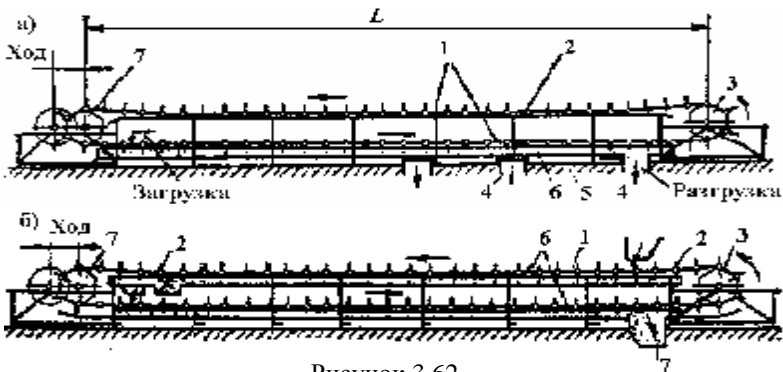


Рисунок 3.62

В редко применяемых конвейерах с двумя рабочими ветвями груз перемещается по верхнему и нижнему желобам в противоположных направлениях.

Желоба и лотки изготавливаются из листовой стали толщиной 3...8 мм.

Цепной конвейер с погруженными скребками состоит из желоба, разделенного на две части: одна для рабочей ветви, другая для холостой, приводных и натяжных звездочек, тягового органа (цепь) и скребков, прикрепленных к цепи. Груз заполняет сплошной массой все сечение рабочей ветви желоба или большую его часть. Такие конвейеры могут иметь сложную по очертаниям трассу и позволяют перемещать грузы в горизонтальном (рисунок 3.63, а), горизонтально-пологонаклонном (рисунок 3.63, б), вертикальном (рисунок 3.63, в), крутонаклонном (рисунок 3.63, г), L-образном (рисунок 3.63, д), Z-образном (рисунок 3.63, е) направлениях.

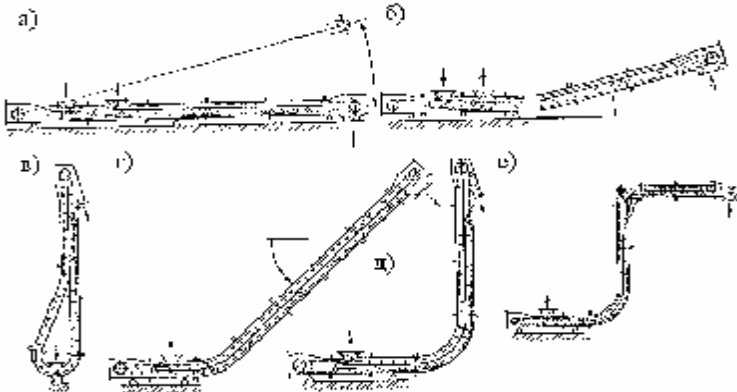


Рисунок 6.63



Скорость движения груза  $0,1 \dots 0,26$  м/с. При движении цепи груз увлекается скребками и перемещается вдоль желоба. Для перемещения груза вверх необходимо, чтобы сопротивление проходимых скребков через сыпучий груз было больше сопротивления трения груза о гладкие стенки желоба.

Преимуществами скребковых конвейеров являются простота конструкции, малая высота, безопасность, возможность транспортирования разнообразных грузов (хорошо сыпучих, связных, порошкообразных, остrokромчатых, химически активных и ядовитых, горячих и при низкой температуре) по сложным трассам и без перегрузки; герметичность, отсутствие пыления, пожаро- и взрывоопасности, потерь и загрязнения груза; простота автоматизации загрузки и разгрузки во многих точках трассы.

К недостаткам можно отнести измельчение грузов (в меньшей степени у конвейеров сплошного волочения с низкими скребками), значительный расход энергии, повышенный износ движущихся частей и желобов, шум, создаваемый при трении груза и элементов конвейера о желоб и направляющие, возможность образования заторов груза и заклинивания скребкового полотна в конвейерах с закрытым желобом.

Цепные подвесные конвейеры используются на складах многоярусного хранения. Служат для непрерывной, реже периодической транспортировки грузов по замкнутому контуру сложной, в большинстве случаев пространственной трассы. Подвесными они называются потому, что грузы размещаются на подвесках или в специальной таре, подвешенной к кареткам или тележкам, движущимся по подвесному пути.

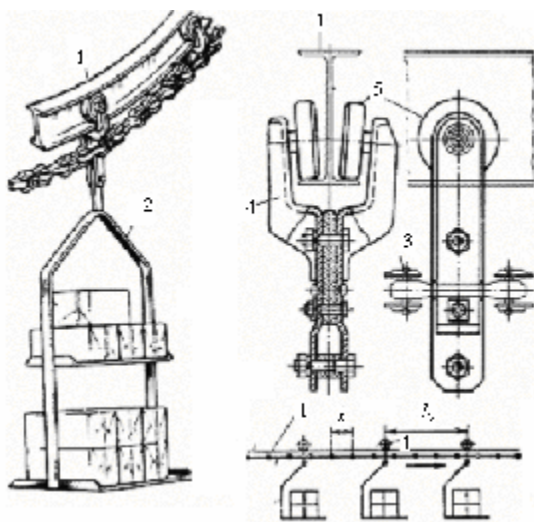


Рисунок 3.64

Подвесной грузонесущий конвейер (рисунок 3.64) состоит из замкнутого рельсового пути 1, грузовой подвески 2, тяговой цепи 3, тележек 4 с ходовыми колесами 5, натяжного и проводного устройств, устройств загрузки и выгрузки грузов.

Подвесные конвейеры загружают и разгружают вручную или при помощи полуавтоматических и автоматических устройств. Схема автоматической загрузки приведена на рисунке 3.65, а разгрузки – на рисунке 3.66.

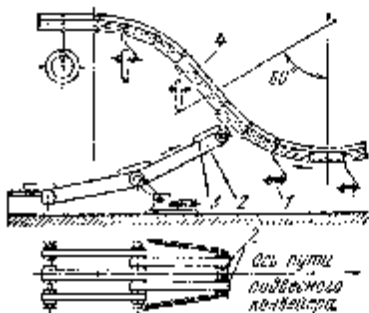


Рисунок 3.65

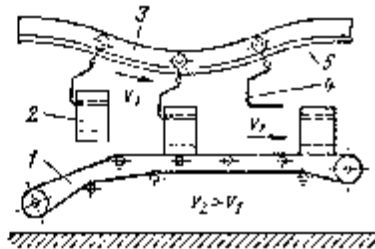


Рисунок 3.66

Автоматическая загрузка конвейера 4 (см. рисунок 3.65) осуществляется конвейером 2, подающим грузы 3 в позицию загрузки, где они удерживаются остановом до тех пор, пока очередная порожняя подвеска 1 не захватит очередной груз 3.

Выгрузка груза 2 (см. рисунок 3.66) осуществляется на двойном перегибе подвесного пути 3. Скорость движения конвейерной ленты  $1V_2$  больше скорости движения цепи  $5V_1$ , благодаря чему груз 2 автоматически снимается с подвески 4.

У подвесного толкающего конвейера (рисунок 3.67) тележки с подвесками для грузов 4 не прикреплены к тяговой цепи и движутся по отдельному подвесному пути 5 толкателями 2. Последние закреплены на тяговой цепи 3 и толкают находящиеся перед ними тележки с грузами 4. Цепь с каретками 1 и толкателями 2 движется по тяговому подвесному пути 6, а тележки с грузами – по самостоятельному грузовому пути, который может иметь ответвления.

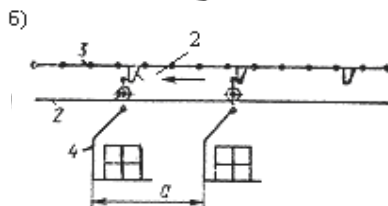
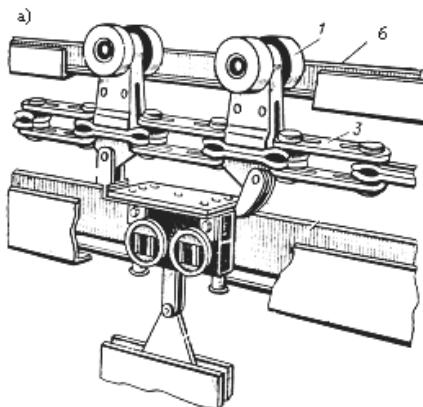


Рисунок 3.67

У подвесного грузоведущего (грузотянущего) конвейера (рисунок 3.68) транспортируемый груз размещается на напольной тележке 4, передвигаемой по полу склада. Тележка снабжена ведущей штангой 2, с ней сцепляется захват

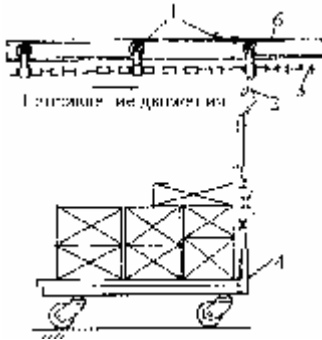


Рисунок 3.68

или толкатель, укрепленный на каретке 5, присоединенный к тяговой цепи 3 и перемещающийся по подвесному пути 1.

Скорость движения рабочего органа подвешенного конвейера зависит от его назначения. Для технологических конвейеров скорость определяется ритмом производственного процесса, для транспортных конвейеров зависит от заданной производительности, способов загрузки и разгрузки. Обычно скорости колеблются в пределах 0,1...30 м/мин.

Подвесные конвейеры имеют следующие преимущества:

- Пространственная трасса и ее большая протяженность до 3 км и более позволяют одним конвейером обслужить полный производственный цикл, выполняемый в помещениях на разных уровнях или в разных корпусах.
- Легкая приспособляемость трассы конвейера к возможным изменениям технологического процесса, возможность создания на конвейере подвижного запаса изделий для ликвидации промежуточных складов в цехах.
- Малый расход энергии на транспортировку.
- Возможность широкого применения автоматизации распределения грузов.

Тележечные конвейеры используются для перемещения штучных грузов. Конвейеры горизонтально замкнутые бывают пространственные без перекрещивания путей (рисунок 3.69, а), с перекрещивающимися путями (рисунок 3.69, б).

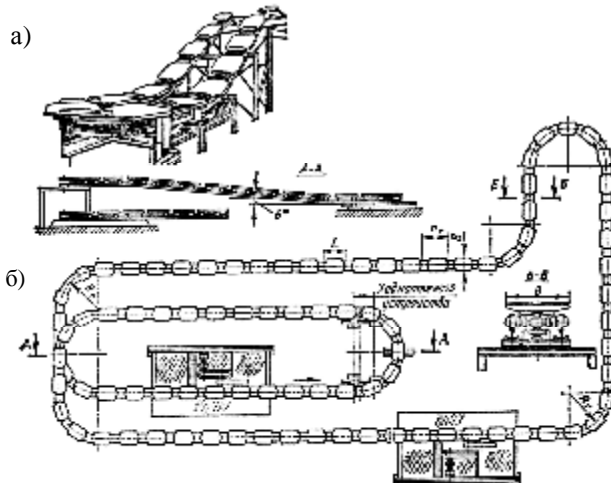


Рисунок 3.69

Схема вертикально замкнутого конвейера приведена на рисунке 3.70.

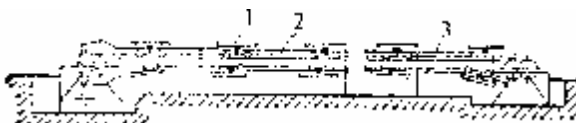


Рисунок 3.70

Тяговые цепи 2 этих конвейеров соединены с тележками 1, передвигающимися на катках по рельсам 3.

Вертикально-замкнутые конвейеры более компактны, так как у них обратная ветвь проходит под рабочей ветвью, однако в этом случае для рабочих операций используется только одна рабочая ветвь. В горизонтально-замкнутых конвейерах используются обе ветви, но для своего размещения этот конвейер требует значительно большей площади.

### 3.3.3 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки конвейеров без гибкого тягового органа

Винтовым конвейером называется устройство, осуществляющее транспортировку материала по желобу при помощи вращающегося винта. Винтовые конвейеры применяют для транспортирования пылевидных, порошкообразных, зернистых, мелкокусковых навалочных грузов по горизонтальным и пологонаклонным – до  $18...20^\circ$  (горизонтальные винтовые конвейеры), а также крутонаклонным и вертикальным (вертикальные винтовые конвейеры) трассам.

Винтовой транспортирующий конвейер (рисунок 3.71) имеет желоб 4 полукруглой формы, внутри которого расположен винт 5, вращающийся в подшипниках 3 при помощи привода 8. Груз загружается через загрузочное отверстие 2, а выгружается через отверстие 6 с задвижкой 7. Желоб обычно закрыт крышкой 1.



Рисунок 3.71

Диаметр винта конвейера должен быть в 12 раз больше размера типичных кусков сортированных грузов и в 4 раза больше размера типичных кус-

ков рядовых грузов. Если это условие не будет соблюдаться, то возможно образование в зоне подвесных подшипников заторов, нарушающих нормальную работу конвейера.

Диаметр винта ( $D_v$ ) выбирается из ряда 100, 125, 150, 200, 250, 320, 400, 500, 630, 800 мм.

Шаг винта равен диаметру винта горизонтального конвейера и 0,8 диаметра винта наклонных конвейеров, работающих на подъем. Меньшие значения шага принимают для абразивных грузов, имеющих значительный коэффициент трения о стенки желоба.

По числу спиралей винта различают конвейеры с однозаходным и многозаходным винтами. При многозаходном (обычно двухзаходном) винте материал перемещается с большей скоростью, чем при однозаходном, соответственно производительность конвейера повышается.

Длина горизонтальных винтовых конвейеров составляет до 60 м. Вертикальные имеют высоту до 20 м.

По конструкции винта различают конвейеры со сплошным (рисунок 3.72, а), ленточным (рис. 3.72, б), фасонным (рисунок 3.72, в), и лопастным (рисунок 3.72, г) винтами.

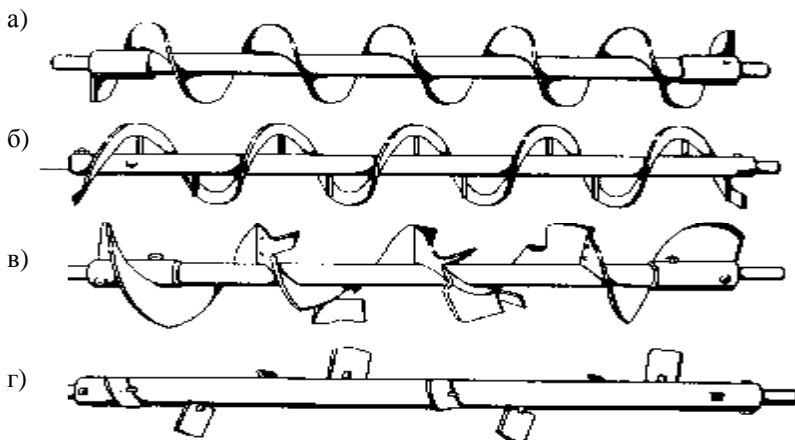


Рисунок 3.72

Тип винта выбирают с учетом следующих соображений. Хорошосыпучие материалы (цемент, мел, зола, сухой песок, гранулированный шлак) транспортируются сплошным винтом при коэффициенте заполнения желоба 0,3...0,45 и частоте вращения винта 50...120 об/мин. Кусковые материалы (крупный гравий, песчаник, известняк, шлак негранулированный) перемещаются ленточным или лопастным винтом при коэффициенте наполнения 0,25...0,4 и частоте вращения винта 40...100 об/мин. Тестообразные слежи-

вающиеся и мокрые материалы (мокрая глина, бетон, цементный раствор) транспортируются лопастным или фасонным винтом при коэффициенте наполнения 0,15...0,3 и частоте вращения винта 80...60 об/мин.

Направление движения груза в желобе зависит от направления вращения винта и направления витков винта.

Применяются конвейеры распределяющие (рисунок 3.73), собирающие (рисунок 3.74) и двухвинтовые для штучных грузов (рисунок 3.75).

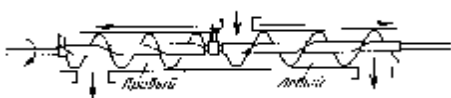


Рисунок 3.73

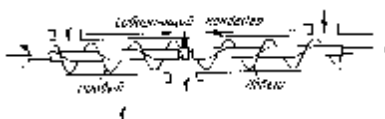


Рисунок 3.74

Рабочими органами двухвинтовых конвейеров для штучных грузов являются два параллельных винта 1, выполненных из труб с приваренными к ним винтовыми спиралями из проволоки, имеющими противоположную навивку.

При вращении винтов навстречу друг другу штучный груз 2 перемещается в направлении стрелки А. Преимуществами этих конвейеров являются простота конструкции, возможность изменения длины и конфигурации трассы, высокая производительность, а недостатками – возможность повреждения грузов при наличии неровностей на поверхности винтов и самопроизвольное сбрасывание груза.



Рисунок 3.75

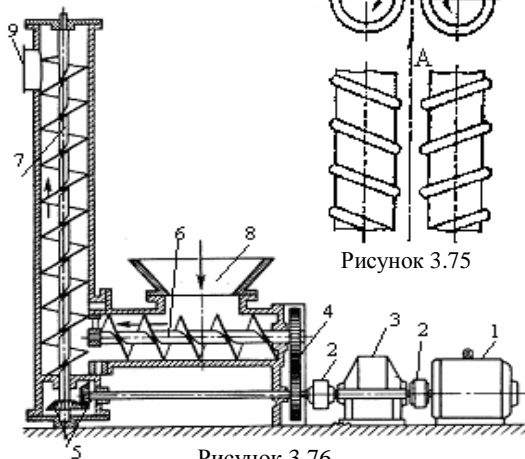


Рисунок 3.76

Схема винтового вертикального конвейера приведена на рисунке 3.76. Электродвигатель 1 через муфты 2 и редуктор 3 приводит во вращательные движения посредством зубчатой цилиндрической 4 и конической 5 передач горизонтальный 6 и вертикальный 7 винты. Груз подается из бункера 8, винт 6 перемещает груз к вертикальному конвейеру, который поднимает его на определенную высоту и выгружает через окно 9.

Вертикальный винтовой конвейер более эффективен для подъема легко-сыпучих грузов, малоабразивных. Недостатком является необходимость в специальных питающих устройствах.

К преимуществам винтовых конвейеров относятся надежность в эксплуатации; простое обслуживание; безопасность при транспортировании ядовитых, пылящих материалов; компактность; удобство загрузки и разгрузки.

Для перемещения всех видов насыпных грузов широко используются качающиеся конвейеры.

Качающийся конвейер с постоянным давлением груза на желоб (рисунок 3.77) состоит из желоба 1, совершающего возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости на опорных катках 2 при наличии двухкривошипного привода 5. Двигатель вращает кривошип 3. От кривошипа и качающегося рычага 4 движение передается на шатун и связанный с ним желоб. В начале прямого хода груз перемещается вместе с желобом, силы трения при этом удерживают груз в неподвижном относительно желоба состоянии. В конце прямого хода ускорение желоба изменяет знак и резко возрастает по абсолютному значению. Инерционные силы становятся больше сил трения, и груз, получив импульс, начинает скользить по желобу вперед. Скорость груза при постоянном сопротивлении линейно уменьшается и наконец становится равной скорости желоба. С этого момента груз опять движется вместе с желобом без скольжения.

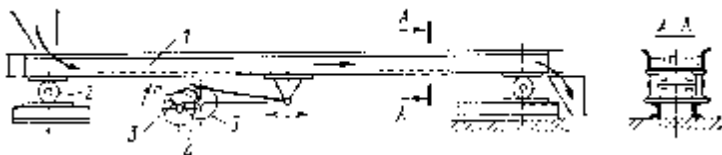


Рисунок 3.77

Средняя скорость перемещения груза не более 0,2 м/с при амплитуде 50...150 мм и частоте вращения кривошипа 40...85 об/мин, ширине желоба 20...1200 мм и длине до 50 м.

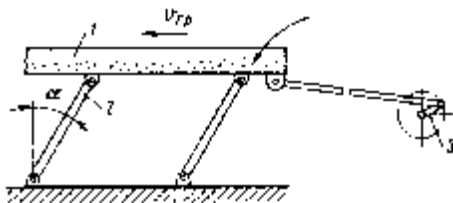


Рисунок 3.78

Инерционный качающийся конвейер с переменным давлением груза на желоб (рисунок 3.78) состоит из стального желоба 1, совершающего колебательные движения на упругих стойках 2, установленных под углом 15...20°, под действием кривошипного механизма 3, приводимого в движение от двигателя.

При движении желоба вперед и его подъеме вертикальная составляющая силы инерции направлена вниз и увеличивает силу трения груза о желоб, направленную в сторону движения. При обратном ходе желоба и его опускании вертикальная составляющая сила инерции направлена вверх и тем самым уменьшает силу трения между грузом и желобом, а так как горизонтальная составляющая силы инерции больше силы трения при обратном ходе, то груз продолжает движение вперед. Скорость движения груза  $0,15 \dots 0,2$  м/с. Амплитуда колебания  $30 \dots 40$  мм при числе циклов в минуту  $300 \dots 400$ .

Качающиеся конвейеры просты по конструкции, надежны и удобны в эксплуатации. Недостатками этих устройств являются изнашивание желоба при перемещении абразивных грузов, образование пыли при перемещении пылевидных веществ, непригодность для перемещения липких грузов.

Вибрационные горизонтальные конвейеры транспортируют груз с отрывом от поверхности желоба. Схема однотрубного конвейера приведена на рисунке 3.79. Труба 4 (желоб), свободно подвешенная на упругих связях, получает колебания от прикрепленного к ней вибратора 3. На случай обрыва упругих подвесок предусмотрены подхватывающие предохранительные пояса 6. Для загрузки и разгрузки применяются гофрированные на трубки 2 и 5.

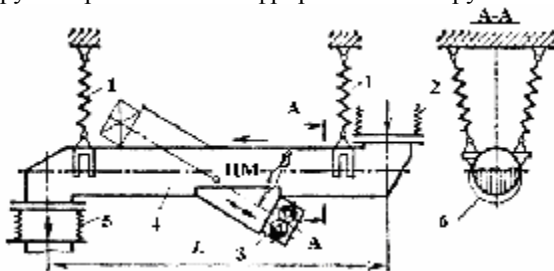


Рисунок 3.79

Принцип действия аналогичен качающимся, но в отличие от них в вибрационных груз отрывается от желоба в виде непрерывно следующих один за другим микрополетов. Амплитуда колебаний –  $0,2 \dots 2$  мм, а частота – до 3000 в минуту.

Возбудителями колебаний являются инерционные, электромагнитные, эксцентриковые и поршневые вибраторы. Наиболее совершенные из них электромагнитные. Они не имеют трущихся и быстроизнашивающихся деталей, имеют возможность плавного регулирования амплитуды колебаний без прекращения работы установки. Недостаток – малая амплитуда колебаний, исключая транспортирование пылевидных грузов. Получили широкое применение горизонтальные вибрационные конвейеры, выполненные по уравновешенной резонансной схеме (рисунок 3.80).



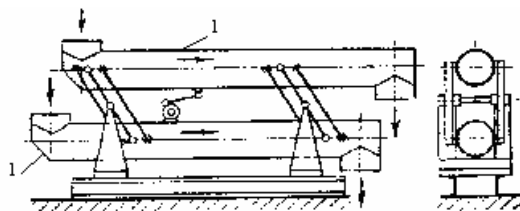


Рисунок 3.80

Эти конвейеры состоят из двух труб 1 или желобов, представляющих собой динамически уравновешенную систему. Движение труб производится со сдвигом по фазе на  $180^\circ$ .

Длина транспортирования горизонтально транспортирующих конвейеров – до 80 м, производительность – до 600 т/ч при скорости движения груза до 0,5 м/с.

Вертикальный вибрационный конвейер (рисунок 3.81) состоит из стальной трубы 1 и прикрепленного к ней спирального желоба 2. Желоб вместе с трубой подвешен сверху и снизу на упругих связях 4 малой жесткости.

При работе вибраторов 3 желоб одновременно совершает колебания вокруг продольной оси и по вертикали. Сыпучий груз, находящийся на спиральном желобе, под действием обоих видов колебаний перемещается так же, как и в горизонтальном вибрационном конвейере. Вертикальные конвейеры оборудуют электромагнитными или центробежными вибраторами. Высота конвейера 6...12 м, диаметр цилиндра 120...1000 мм, ширина желоба 100...400 мм, угол подъема винтовой линии  $4...8^\circ$ , скорость движения – до 0,6 м/с, производительность – до 20 м<sup>3</sup>/ч.

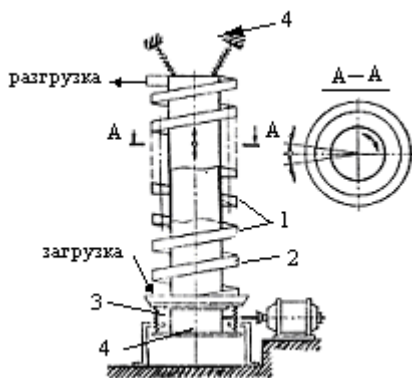


Рисунок 3.81

Основными преимуществами вибрационных конвейеров являются возможность транспортирования груза в условиях полной изоляции от окружающей среды в герметически закрытых трубах; отделение транспортируемого груза от соприкосновения с движущимися частями конвейера; возможность выполнения одновременно с транспортированием различных технологических операций – сушки, охлаждения, смешивания, грохочения и

т.п.; малый износ несущего элемента (трубы, желоба); сравнительная простота конструкции; возможность промежуточной загрузки и разгрузки; малый расход энергии при установившейся работе.

К недостаткам этих конвейеров можно отнести значительное снижение производительности при транспортировке по наклону вверх (за исключением вертикальных конвейеров). На каждый градус угла подъема производительность снижается на 3...5 %, а при подаче вниз увеличивается в таком же соотношении; малая долговечность упругих элементов и опорных подшипников привода.

К роликовым приводным конвейерам без гибкого тягового органа относятся конвейеры, у которых ролики приводятся во вращение общим трансмиссионным валом (рисунок 3.82), и конвейеры, у которых каждый ролик имеет индивидуальный привод (рисунок 3.83).

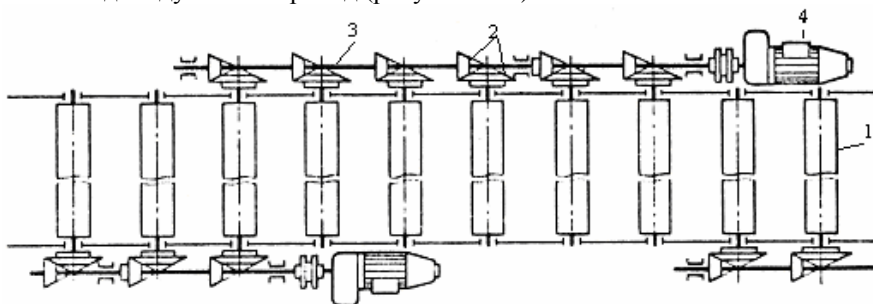


Рисунок 3.82

В конвейерах (см. рисунок 3.82) ролики 1 приводятся во вращение через конические зубчатые колеса 2 от общего трансмиссионного вала 3 и двигателя 4.

Особое место занимают конвейеры с индивидуальным приводом ролика 1, состоящим из электродвигателя 2 и редуктора 3. Предназначены для работы в тяжелом режиме с большим числом включений.

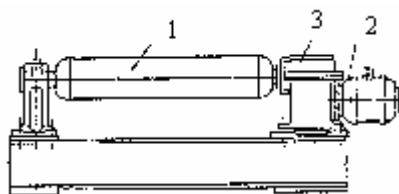


Рисунок 3.83

Гравитационные роликовые и дисковые конвейеры служат для перемещения по горизонтали или под небольшим углом наклона штучных грузов, поддонов контейнеров. Грузы перекатываются по роликам под действием силы тяжести, если конвейеры устанавливаются с небольшим наклоном в сторону движения.

Неприводные роликовые конвейеры просты в эксплуатации, экономичны и отличаются удобством укладки и съема грузов. К их недостаткам относятся невысокая производительность, нестабильность скорости движения,

возможность остановки и самопроизвольного сбрасывания грузов, необходимость восстановления потерянной по наклонной трассе высоты.

Неприводные роликовые конвейеры выполняют стационарными (рисунок 3.84, а), передвижными на колесном ходу (рисунок 3.84, д), с раздвижными роликами (рисунок 3.84, е).

Для крупных тяжелых грузов используют сдвоенные конвейеры (рисунок 3.84, б), для цилиндрических с наклонными роликами (рисунок 3.84, в) и дисками (рисунок 3.84, г).

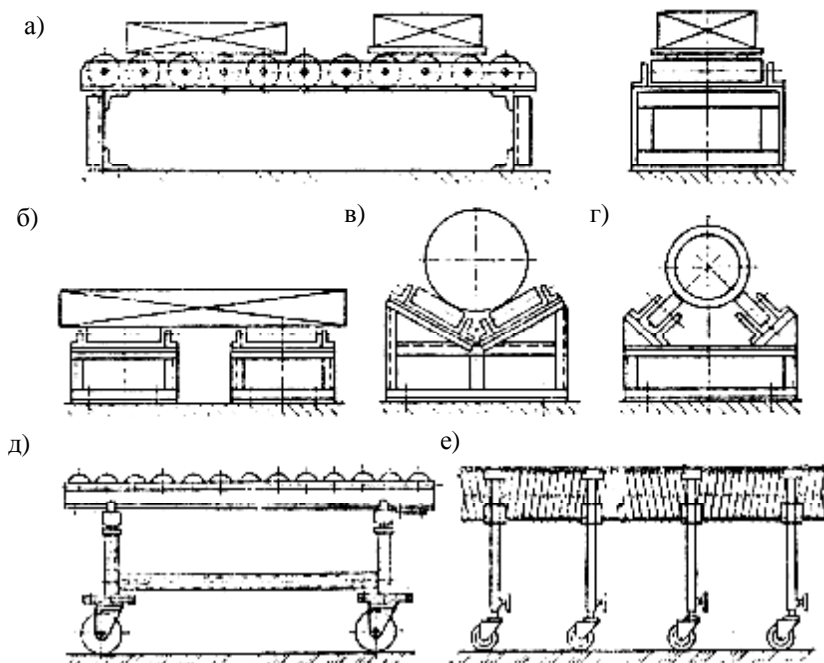


Рисунок 3.84

Неприводные роликовые конвейеры (рисунок 3.85) могут иметь прямые 1, криволинейные 3 секции в одно- и двухрядном исполнении, а на местах пересечения трасс – вращающиеся 2 роликовые и невращающиеся 5 шариковые поворотные столы (рисунок 3.86). Для сохранения проходов применяют откидные секции 4. На разветвлениях трассы устанавливают стрелки с укороченными роликами 9 разной длины или механический стрелочный перевод (рисунок 3.85, в). Для соединения нескольких линий роликовых конвейеров служат передаточные рельсовые тележки 7 с роликовыми настилами и канатным (цепным) приводом 8 (рисунок 3.85, г).

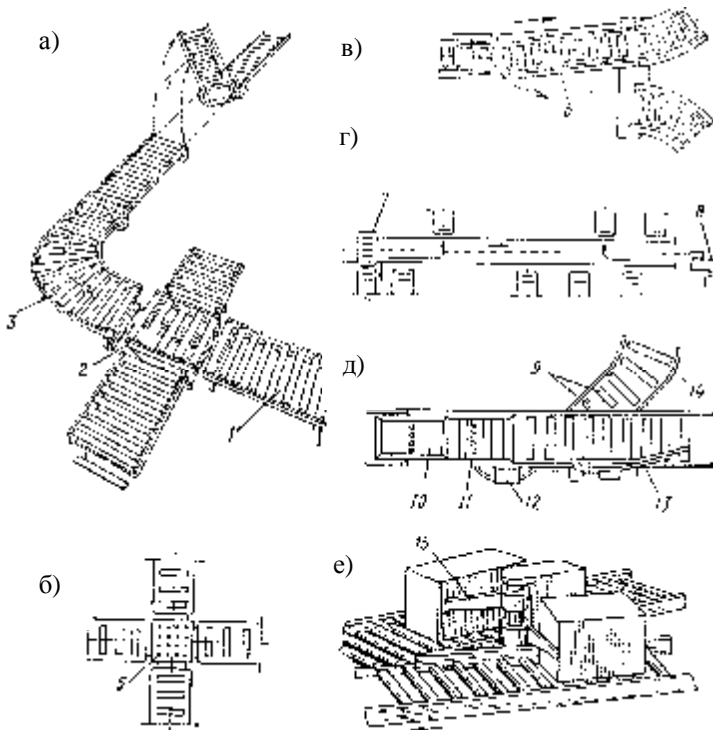


Рисунок 3.85

Ширина конвейера (длина ролика)  $B$  без бортов определяется по ширине груза  $b_{гр}$ . Обычно принимают  $B = K_{з,ш} b_{гр}$  (где  $K_{з,ш} = 1,1 \dots 1,2$  – коэффициент запаса ширины). Для крупногабаритных грузов  $B \geq 0,77 v_{гр}$ . При установке бортов расстояние между ними должно обеспечивать свободное прохождение груза и составлять  $B_б = 1,05 v_{гр}$ .

Длину цилиндрических роликов  $B$  и шаг их расстановки  $l_p$  выбирают из ряда чисел:  $B = 160, 200, 250, 320, 400, 500, 650, 800, 1000, 1200$  мм;  $l_p = 50, 60, 80, 100, 125, 200, 250, 315, 400, 500, 630$  мм.

Наклон настила роликовых конвейеров к горизонтالي на практике принимают равным  $0,5 \dots 1,5$  % для отливок и литейных форм;  $1,0 \dots 1,5$  % – для листовой и рихтованной стали;  $0,5 \dots 2,5$  % – для ящиков из струганных досок;  $1,0 \dots 3,0$  % – для металлических контейнеров;  $2,5 \dots 4,0$  % для досок;  $4,0 \dots 7,0$  % – для картонных коробок;  $5,0 \dots 7,0$  % – для автопокрышек и  $10$  % – для мешков с мукой. Увеличение значения наклона соответствует легким грузам. На криволинейных секциях к средним значениям наклона необходимо прибавить для конических роликов  $1,5 \dots 2,0$  %, а для цилиндрических –  $3,0 \dots 4,0$  %. Все исполнения стрелочных переводов должны иметь повышенные наклоны, равные  $7,0 \dots 9,0$  %.

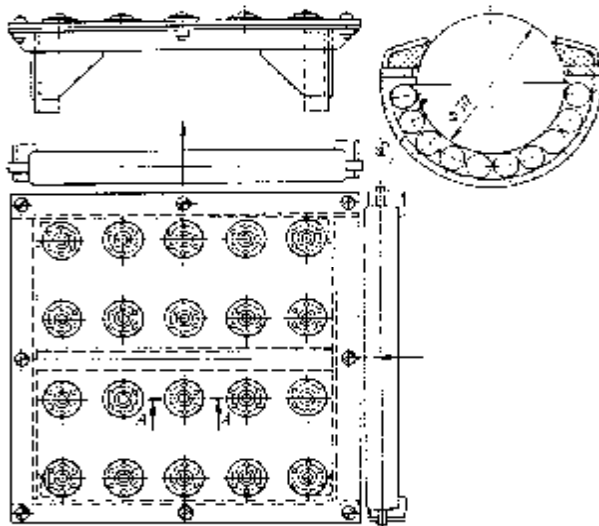


Рисунок 3.86

Штанговые и шаговые конвейеры предназначены для перемещения штучных грузов, в большинстве случаев крупных изделий (автомобилей, самолетов, станков и т.п.), вдоль линии технологического процесса их производства.

Штанговые конвейеры разделяют на штангово-цепные и штангово-канатные. Принцип действия заключается в периодическом движении перемещаемых грузов на один шаг под воздействием возвратно-поступательного движения штанги.

У штангово-цепных конвейеров (рисунок 3.87) грузоведущие штанги 5 соединены цепями 7 с нижними тягами 8. Грузы 3 перемещаются по рельсам 1 на тележках 2, которые приводятся в движение кулачками 10, укрепленными на грузоведущих штангах и взаимодействующими с собачками 4. Привод 6 включается на холостой и рабочий ход. Натяжное устройство 11 устраняет излишнее провисание цепей 7. Штанги опираются на ходовые катки 9.

Шаговые конвейеры подобно штанговым имеют циклический характер движений. Цикл перемещения состоит из четырех этапов: подъем грузов, перемещение на один шаг, опускание их на рабочее место, обратный холостой ход рабочего органа конвейера.

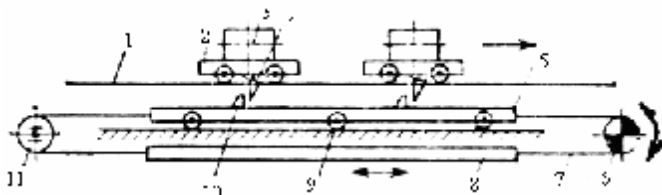


Рисунок 3.87

Шаговый конвейер (рисунок 3.88) состоит из подвижной рамы 2, лежащей на роликах 4, подъемного и приводного устройств. Подъемное устройство состоит из домкратов 5. Рама в горизонтальном направлении перемещается гидроцилиндром 6. Домкраты 5 и гидроцилиндр 6 приводятся в действие поочередно. При опускании подвижной рамы 2 грузы 1 укладываются на неподвижную раму 3.

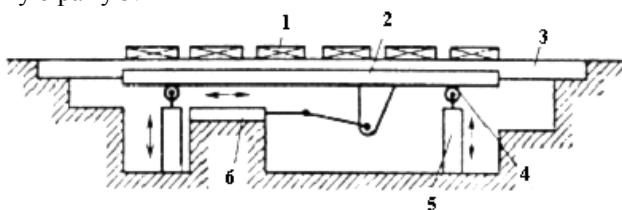


Рисунок 3.88

Длина шаговых конвейеров достигает 100 м, масса перемещаемого им единичного груза – до 8 т. Скорость транспортирования груза – до 6 м/мин.

Транспортирующие трубы предназначены для перемещения насыпных грузов и применяются главным образом в качестве технологического оборудования поточного производства на предприятиях химической промышленности, в горном деле, на цементных заводах, для обжига, сушки, смешивания сыпучих грузов.

Винтовые трубы перемещают насыпной груз с помощью винтовых ленточных спиралей, приваренных к внутренней поверхности трубы (рисунок 3.89).

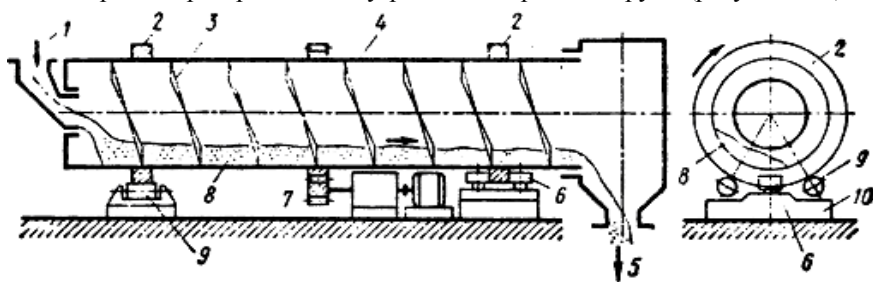


Рисунок 3.89

Винтовая транспортирующая труба 4 имеет внутри винтовые спиральные ребра 3 и опирается на парные ролики 9 кольцевыми бандажами 2. Осевое смещение трубы предотвращается роликами 6, установленными на раме 10. Труба медленно вращается от электропривода 7. Материал 8 подается в трубу через загрузочное устройство 1 и перемещается к разгрузочному устройству 5, ссыпаясь под действием собственного веса по вращающимся винтовым желобам, образуемым спиральными ребрами 3 и стенками трубы.

Гладкостенные транспортирующие трубы (рисунок 3.90) по конструктивному исполнению аналогичны винтовым, но не имеют внутри винтовых ребер.

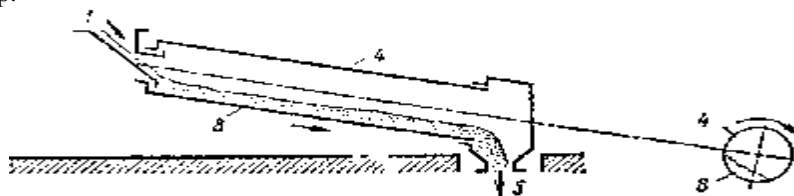


Рисунок 3.90

Эти трубы устанавливаются горизонтально, с уклоном в сторону движения материала или с очень небольшим подъемом.

Принцип действия заключается в гравитационном движении материала вдоль наклонной вниз вращающейся трубы и откоса груза.

Используются трубы с диаметром 6 м и общей массой 6000 т.

Преимуществами транспортирующих труб являются герметичность, сочетание транспортирующих и технологических операций, а недостатки – высокая стоимость, значительные размеры и масса, сложность промежуточной загрузки-разгрузки.

### 3.3.4 Расчет производительности и выбор конвейеров

Одну и ту же транспортную операцию могут выполнять различные машины непрерывного транспорта.

При выборе транспортирующих машин необходимо учитывать следующие факторы:

- состояние транспортируемого материала, его физические и химические свойства (крупность кусков, хрупкость, коррозионные свойства, возможное измельчение при перемещении, склонность материала к слипанию и слеживанию, плотность, угол естественного откоса, размеры);
- необходимую производительность машины;
- длину и направление пути перемещения, размеры и форму помещений;
- технологический процесс, перспективы расширения предприятия;
- технику безопасности;

- способы загрузки и разгрузки конвейеров;
- способ хранения груза в пункте загрузки;
- характеристику места установки машины (на открытой местности, в отапливаемом или неотапливаемом помещении);
- обеспечение показателей надежности;
- экономические показатели.

Анализ перечисленных факторов позволяет выбрать рациональный тип машины для заданных условий.

Определение основных параметров конвейеров начинают с выбора размеров несущего рабочего органа в зависимости от заданной расчетной производительности.

Для ленточных конвейеров минимальная ширина ленты  $B = 2a_{\max} + 200$  мм для несортированных грузов и  $B \geq 3,3a_{\max} + 200$  мм для сортированных ( $a_{\max}$  – максимальный размер куска груза, мм).

При транспортировании штучных грузов ширина ленты или настила пластин должна быть на 50 . . . 100 мм больше максимального размера груза.

Принимаемая ширина ленты или другого несущего рабочего органа и скорость их движения должны обеспечивать необходимую производительность.

Для всех типов конвейеров производительность при перемещении штучных грузов, т/ч, определяется по формуле

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{\text{гр}}}{l} v, \quad (3.27)$$

где  $G_{\text{гр}}$  – масса единичных грузов, кг;

$l$  – расстояние между грузами на рабочем органе конвейера, м;

$v$  – скорость движения груза рабочим органом конвейера, м/с.

При перемещении сыпучих и кусковых грузов

$$\Pi = 3600 F v \gamma, \quad (3.28)$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения перемещаемого рабочим органом груза, м<sup>2</sup>;

$v$  – скорость движения груза, м/с;

$\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Для конвейеров с плоской несущей поверхностью поперечное сечение груза, м<sup>2</sup>,

$$F = \psi F_{\max} = \frac{(0,9B - 0,05)^2}{4} t_{\text{д}} \rho_{\text{д}}, \quad (3.29)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения несущей поверхности (0,5...0,6);



$F_{\max}$  – максимальная площадь заполнения несущей поверхности, м<sup>2</sup>;  
 $(0,9B - 0,05)$  – расчетная ширина поверхности ленты, перемещающей груз,  
с учетом свободного поля у бортов во избежание его просыпания, м;

$\rho_d$  – угол естественного откоса груза в движении; определяется гранулометрическим составом груза, его влажностью, техническим состоянием конвейера (рекомендуется принимать  $\rho_d = (0,75...0,8) \rho_o$ ,  $\rho_o$  – угол естественного откоса груза в покое).

Производительность конвейера с плоской лентой, т/ч,

$$P_{\text{п}} = 900 (0,9B - 0,05)^2 v t_d \rho_d \gamma \quad (3.30)$$

Производительность конвейера с желобчатой лентой, т/ч,

$$P_{\text{ж}} = K_{\text{п}} (0,9B - 0,05)^2 v \gamma K_{\beta}, \quad (3.31)$$

где  $K_{\text{п}}$  – коэффициент производительности, зависящий от вида роlikоопор (формы поперечного сечения потока груза) и среднего значения угла откоса груза на ленте;

$K_{\beta}$  – коэффициент уменьшения сечения потока груза на наклонном конвейере.

Значения  $K_{\text{п}}$  и  $K_{\beta}$  приведены соответственно в таблицах 3.1 и 3.2.

Производительность конвейеров с бортами, т/ч,

$$P_{\text{б}} = 3600 \left( B h_1 + \psi \frac{B^2}{4} \text{tg} \rho_d \right) v \gamma K_{\text{п}}, \quad (3.32)$$

где  $h_1$  – высота груза у бортов (0,65...0,80 от высоты борта);

$\psi$  – коэффициент заполнения (0,40...0,60);

$K_{\text{п}}$  – коэффициент снижения производительности (при угле наклона 10...20°

$K_{\text{п}} = 0,95$ , свыше 20°  $K_{\text{п}} = 0,90$ ).

Таблица 3.1

Характеристика роlikоопор		Угол наклона роlikов, град	$K_{\text{п}}$ при угле откоса			
			10	15	20	25
Однороlikовая		0	160	250	330	420
Двухроlikовая		15		500	580	640
		20		370	615	660
Трехроlikовая		20	393	470	550	640
		30	480	550	625	700
		36		590	660	730
Пяти-роlikовая		45	580	635	690	750
		Крайние боковые	54		565	635
Средние боковые	18					
Однороlikовая с гибкой осью				520	570	640

Таблица 3.2

Угол откоса груза на ленте	Значение $K_{\beta}$ при угле наклона резиновой гладкой ленты к горизонту, град				
	1–5	6–10	11–15	16–20	21–24
10	0,95	0,90	0,85	0,80	-
15	1,00	0,97	0,95	0,90	0,85
20	1,00	0,98	0,97	0,95	0,90
25	1,00	0,98	0,97	0,95	0,90

Производительность скребковых конвейеров, т/ч,

$$P_c = 3600 K_n \psi v h \nu \gamma, \quad (3.33)$$

где  $K_n$  – коэффициент снижения производительности с увеличением угла наклона к горизонту; при угле наклона  $10^\circ K_n = 0,85$ ; при  $11...20^\circ K_n = 0,7...0,5$ ; при  $30...45^\circ K_n = 0,5...0,45$ ;

$\psi$  – коэффициент заполнения желоба ( $\psi = 0,5...0,8$ );

$v, h$  – ширина и высота желоба, м;

$\nu$  – скорость движения скребков, м/с.

Производительность винтовых конвейеров, т/ч,

$$P_v = 47 K_n \psi S n D^2 \gamma, \quad (3.34)$$

Где  $K_n$  – коэффициент снижения производительности от угла наклона конвейера; при  $\beta = 5^\circ K_n = 0,9$ ; при  $10^\circ - 0,8$ ; при  $15^\circ - 0,7$  и при  $20^\circ K_n = 0,6$ ;

$\psi$  – коэффициент заполнения желоба; принимают для неабразивных грузов с объемной массой  $0,4...0,8 \text{ т/м}^3$  (угольная пыль, мука, порошкообразная известь, зерно, семена)  $\psi = 0,4$ ; малоабразивных грузов объемной массой  $0,64...1,2 \text{ т/м}^3$  (соль, мелкий уголь, асбест, сода)  $\psi = 0,3$ ; цемент, гипс, кусковая известь, глинистый сланец  $\psi = 0,25$ ; абразивных кусков или вязких грузов (зола, кокс, шлак)  $\psi = 0,125$ ;

$S$  – шаг винта, м;

$n$  – частота вращения винта, об/мин;

$D$  – диаметр винта, м.

Производительность инерционных и вибрационных конвейеров, т/ч,

$$P_{и,в} = 3600 \psi F v_{cp} \gamma, \quad (3.35)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения желоба (открытый желоб  $\psi = 0,6...0,9$ ); для прямоугольных труб  $\psi = 0,6...0,8$ ; для круглых труб  $\psi = 0,5...0,6$ ;

$F$  – площадь поперечного сечения желоба,  $\text{м}^2$ ;

$v_{cp}$  – средняя скорость транспортирования груза с учетом уклона желоба, м/с (кусовые и зернистые грузы –  $0,5...0,6$  м/с, для пылевидных –  $0,2$  м/с).

Производительность подвешного конвейера, т/ч,

$$P_{\text{пк}} = 3600 \psi P v / l_{\text{к}}, \quad (3.36)$$

где  $\psi$  – коэффициент загрузки конвейера, равный 0,75...0,90;  
 $P$  – масса груза, перемещаемого на одной подвеске, т;  
 $v$  – скорость движения кареток (тележек), м/с;  
 $l_{\text{к}}$  – шаг грузовых подвесок, м.

### 3.4 Элеваторы

#### 3.4.1 Назначение и классификация элеваторов

Элеваторы – это машины для перемещения в вертикальном или близком к нему наклонном направлении сыпучих грузов с помощью непрерывно движущихся ковшей или для перемещения штучных грузов с помощью люлечных или полочных захватов.

Элеваторы применяют для транспортирования материала на высоту до 200 м при производительности до 1000 т/ч. Наиболее целесообразно использовать их для заполнения высоких хранилищ-силосов, бункеров. На предприятиях пищевой промышленности их используют для транспортирования зерна, муки и других продуктов помола, промышленности – для перемещения пылевидных, зернистых и кусковых грузов. Элеваторы транспортируют ящики, бочки, барабаны, мешки, детали машин.

Элеваторы по характеру установки разделяются на вертикальные и наклонные; по роду тягового органа – ленточные и цепные; по типу грузонесущего элемента – ковшовые, полочные и люлечные; по числу цепей, к которым крепятся грузонесущие элементы, – одно- и двухцепные; по скорости движения ковшей – тихоходные и быстроходные.

Схема классификации элеваторов приведена на рисунке 3.91.

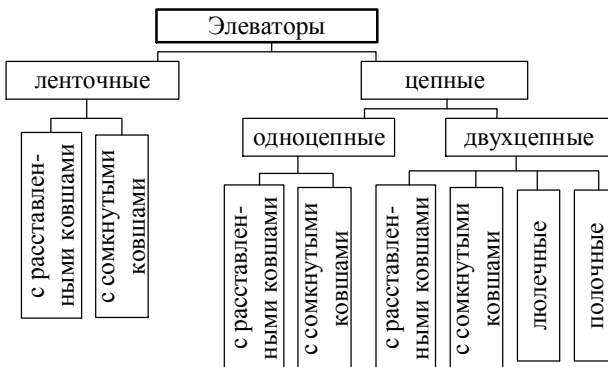


Рисунок 3.91

Элеваторы с сомкнутыми ковшами предназначены преимущественно для подъема крупнокусковых и абразивных грузов, а также для грузов, свойства которых ухудшаются при крошении.

Элеваторы с расставленными ковшами применяют для транспортирования мелкофракционных грузов. Они имеют в качестве тягового органа ленту или цепь (одноцепные, двухцепные). Элеваторы с расставленными ковшами чаще выполняют быстроходными (скорость движения 1,25...2,5 м/с), а с сомкнутыми – тихоходными (0,4...1,0 м/с).

### 3.4.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки элеваторов

Для подъема насыпных грузов предназначены ковшовые элеваторы (рисунок 3.92), имеющие тяговый элемент 5 (ленты или цепи), к которому прикреплены ковши 9. Лента приводится в движение барабаном 1 (а цепь – звездочкой), соединенным муфтой с приводом 12, состоящим из электродвигателя 13, муфты сцепления 15 и редуктора 14. Необходимое прижатие ленты к барабану создается силой тяжести движущихся частей элеватора и транспортируемого груза, а также усилием натяжного устройства 7.

Насыпной груз через загрузочный патрубок 8 засыпается в ковш или подается в нижнюю часть (башмак) элеватора и зачерпывается ковшами, поднимается вверх и выдается через разгрузочный патрубок, расположенный в головной части 2. В кожухе элеватора 4 имеются люки для осмотра и ремонта рабочих элементов 3, 10 и направляющие для тягового органа 6.

Для предотвращения обратного вращения в случае отключения электричества применяют тормоза 11 и стопорные устройства (центробежно-храповые, роликовые).

Схемы ковшовых элеваторов приведены на рисунке 3.93.

Тяговым элементом элеваторов может служить лента, пластинчато-втулочные и втулочно-роликовые цепи. При ширине ковшей до 250 мм допустимо применять одну тяговую цепь.

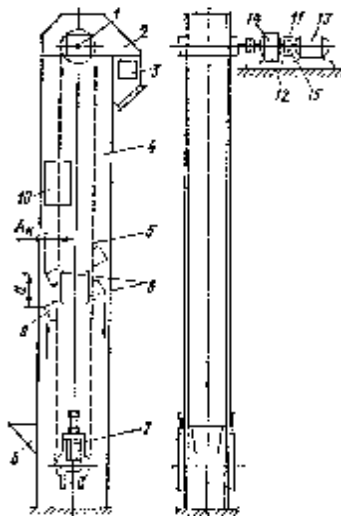
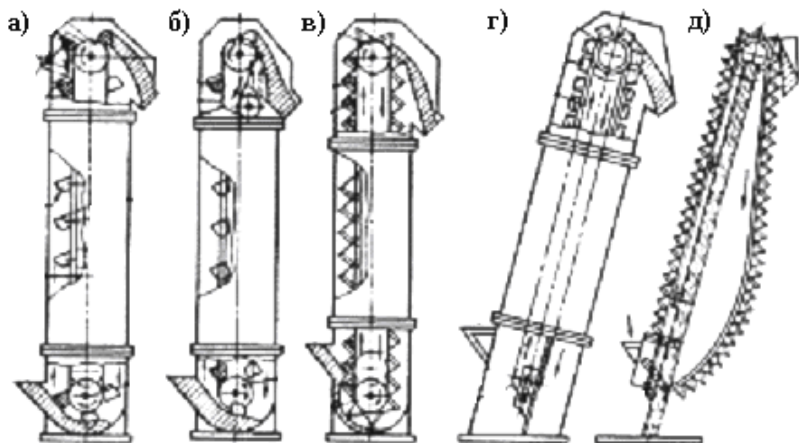


Рисунок 3.92



(а – ленточного с расставленными ковшами; б – двухцепного с расставленными ковшами; в – одноцепного с сомкнутыми ковшами; г – наклонного с сомкнутыми ковшами в коже; д – открытого наклонного с сомкнутыми ковшами)

Рисунок 3.93

**Ковши.** В элеваторах для насыпных грузов применяют полукруглые расставленные (мелкие и глубокие) и сомкнутые (остроугольные и скругленные трапециевидные) ковши (рисунок 3.94).

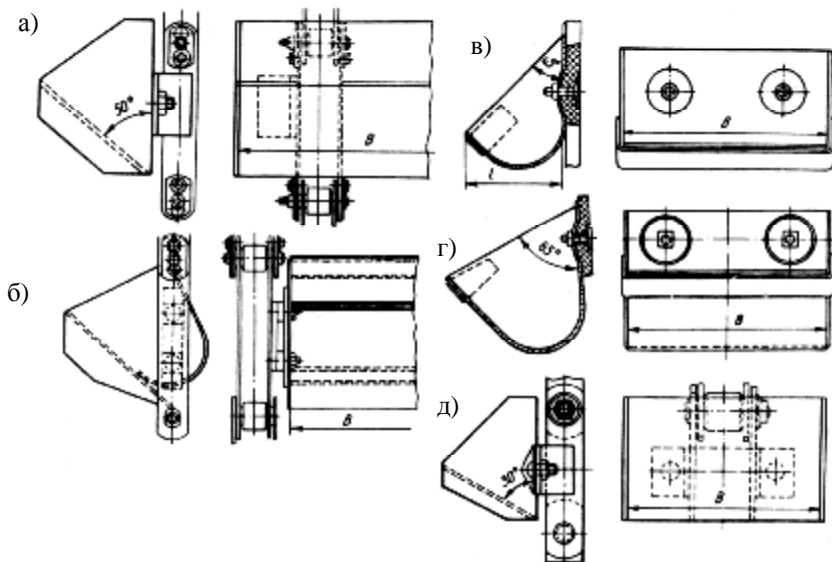


Рисунок 3.94

Мелкие полукруглые ковши (рисунок 3.94, *в*) используют для транспортирования сыпучих материалов, обладающих малой подвижностью (пошковый мел), глубокие полукруглые ковши (рисунок 3.94, *г*) – для хорошо сыпучих материалов (песок, цемент, щебень), остроугольные (рисунок 3.94, *а, д*) – для средне- и крупнокусковых материалов (крупный щебень), закругленные трапециевидные (рисунок 3.94, *б*) – для транспортирования тех же материалов, что и остроугольные, но при большей производительности и при боковом креплении к тяговому элементу.

Остроугольные и трапециевидные ковши устанавливают на тяговом элементе вплотную друг к другу; они имеют бортовые направляющие для высыпаемого груза, который скатывается по передней стенке впереди расположенного ковша. Задняя стенка этих ковшей имеет высоту, равную или кратную шагу цепного тягового элемента. Ковши имеют ширину от 100 до 650 мм, емкость 0,1...148 литров и устанавливаются на тяговом элементе с шагом 200...630 мм.

Диаметр приводного барабана, мм,

$$D_6 = (125...150) i_n, \quad (3.37)$$

где  $i_n$  – число прокладок ленты.

В ленточных и цепных элеваторах натяжные устройства (только винтовые) устанавливают в башмаке; ход устройства 0,2...0,5 м соответствует 1,0...1,5 шага цепи в цепном элеваторе и 0,01...0,02 длины ленточного элеватора, так как при большом перемещении натяжного барабана в башмаке постепенно накапливается материал и усложняется загрузка элеватора.

*Наполнение (загрузка)* ковшей производится зачерпыванием груза из нижней части кожуха элеватора (рисунок 3.95, *а*) или засыпанием в ковши (рисунок 3.95, *б*).

Чаще всего используется смешанный способ загрузки. Пылевидные и мелкокусковые грузы лучше загружать зачерпыванием, а крупнокусковые и абразивные –

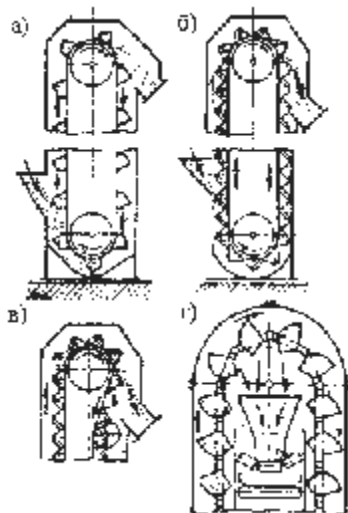


Рисунок 3.95

засыпанием. Этот способ лучше реализуется при непрерывном, сомкнутом расположении ковшей, что не позволяет грузу просыпаться между ковшами.

*Разгрузка* ковшей бывает центробежной (см. рисунок 3.95, *а*), самотечной свободной (рисунок 3.95, *в, г*) и самотечной направленной (см. рисунок 3.95, *б*).

Центробежная разгрузка может быть как у наклонных, так и у вертикальных элеваторов. Самотечную свободную разгрузку применяют только в элеваторах, холостая ветвь которых наклонена. Самотечная направленная разгрузка осуществляется при помощи лотка, образованного торцевой стенкой с бортами впереди идущего ковша. Эту разгрузку применяют в тихоходных элеваторах.

Тихоходные элеваторы с расставленными ковшами могут иметь только самотечную свободную разгрузку и поэтому должны быть наклонными, хотя бы в верхней части. При использовании двухцепных элеваторов в зоне разгрузки необходимо устанавливать отклоняющие звездочки.

Для перемещения штучных грузов применяют полочные и люлочные элеваторы. Полочные вертикальный (рисунок 3.96, *а*) и крутонаклонный (рисунок 3.96, *б*) элеваторы состоят из двух вертикально замкнутых пластинчатых тяговых цепей 6, движущихся в направляющих 5 и огибающих приводные 4 и натяжные 1 звездочки. К цепям с определенным шагом консольно прикреплены грузонесущие полки 3, форма которых определяется родом перемещаемого груза. Схема прикрепления полки к тяговым цепям приведена на рисунке 3.97.

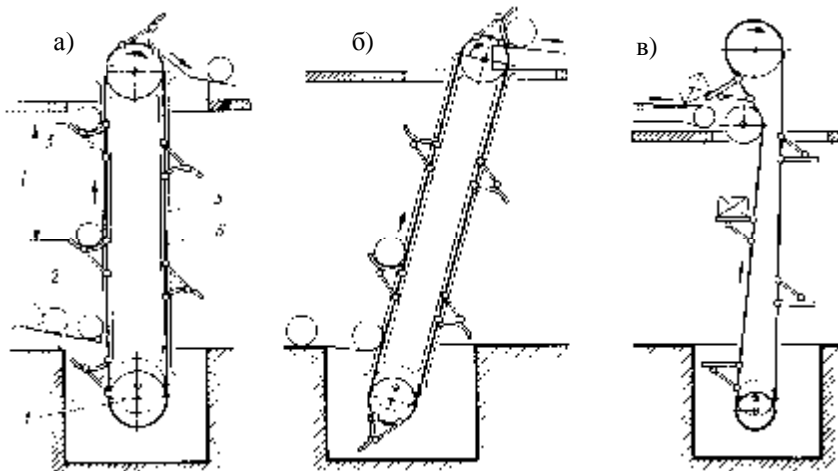


Рисунок 3.96

Загружаются и разгружаются полочные элеваторы вручную или автоматически. При автоматизации этих операций груз подают на стол 2 (см. рисунок 3.96, а), где его подхватывает гребенчатая полка восходящей ветви элеватора и поднимает на необходимую высоту. Разгружается элеватор с помощью отклоняющих звездочек (рисунок 3.96, в) или верхних проводных звездочек (рисунок 3.96, а, б).

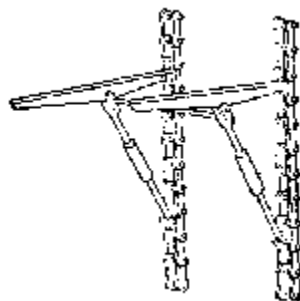


Рисунок 3.97

Люлечный элеватор (рисунок 3.98) предназначен для вертикального транспортирования штучных грузов на люльках 2, шарнирно подвешенных к двум вертикальным замкнутым пластинчатым тяговым цепям 4, огибающим приводные 3 и натяжные 6 звездочки. Схема крепления люльки к цепям приведена на рисунке 3.99. Загрузка и выгрузка грузов производятся с использованием устройств 1 и 5.

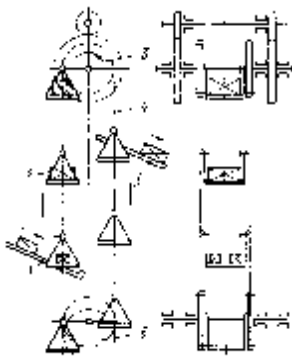


Рисунок 3.98

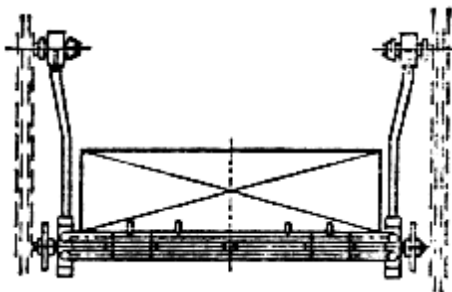


Рисунок 3.99

Конструкция люлек зависит от формы, размеров и массы перемещаемого груза, способа его загрузки и разгрузки.

*Преимуществами* элеваторов являются сохранность транспортируемого груза, простота конструкции, надежность при эксплуатации, возможность создания герметичного и звукоизолирующего кожуха, обеспечивающего защиту окружающей среды от пыли и шума, малые габаритные размеры в поперечном направлении, возможность подачи груза на значительную высоту, большой диапазон производительности.

*К недостаткам* относятся имеющие место отрывы ковшей при перегрузках и необходимость равномерной подачи груза.



### 3.4.3 Расчет производительности и выбор элеваторов

Тип элеватора и форму ковшей выбирают в зависимости от характеристики транспортируемого груза и заданной производительности. Техническую производительность ковшového элеватора, т/ч, определяют по формуле

$$\Pi = 3,6 \frac{e}{l_k} \psi v \gamma, \quad (3.38)$$

где  $e$  – вместимость ковша, л;

$l_k$  – шаг ковшей, м;

$\psi$  – коэффициент наполнения ковшей грузом, принимаемый для порошкообразных грузов и продуктов размола 0,8...1,0; для зерновых – 0,75...0,90; кусковых грузов средних размеров – 0,6...0,7; тяжелых крупнокусковых грузов – 0,5...0,6;

$v$  – скорость движения ковшей, м/с;

$\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

Техническая производительность элеватора для штучных грузов

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{гр}}{l_{гр}} v, \quad (3.39)$$

где  $G_{гр}$  – масса единичных грузов, кг;

$l_{гр}$  – расстояние между грузами, м.

Для выбора ковшového элеватора вначале определяют погонную вместимость ковша

$$\frac{e}{l_k} = \frac{\Pi}{3,6 \psi v \gamma}, \quad (3.40)$$

а затем подбирают ковш, расстояние между ковшами. Вылет ковша  $A_k$  (см. рисунок 3.92) принимают

$$A_k \geq K_k a_{\max}, \quad (3.41)$$

где  $K_k$  – коэффициент, равный 2,0 при содержании до 10 % кусков размером  $a_{\max}$ , соответственно  $K_k = 2,5$  при 11...25 %;  $K_k = 3,25$  при 26...50 %;  $K_k = 4,5$  при 51...80 %.

Шаг ковшей  $l_k$  принимается равным  $l_k = (2...3) h$ , где  $h$  – высота ковша. Для элеваторов с сомкнутыми ковшами  $h = l_k$ .

Для полочных и люлечных элеваторов по заданной производительности и выбранной скорости движения груза определяют расстояние размещения грузозахватных приспособлений на тяговом органе

$$l_{гр} = \frac{3,6 G_{гр} v}{\Pi}. \quad (3.42)$$

### 3.5 Механические погрузчики непрерывного действия

#### 3.5.1 Назначение и классификация механических погрузчиков непрерывного действия

Погрузчики непрерывного действия предназначены для погрузки сыпучих и кусковых грузов со складов в транспортные средства. Изготавливаются погрузчики обычно самоходными на колесном или гусеничном ходу, отличаются высокой производительностью и простотой эксплуатации. Во время подачи груза из штабеля в транспортное средство погрузчик перемещается с небольшой скоростью без сложного маневрирования. Однако эти машины малоуниверсальны. Многие из них могут работать только с определенными разновидностями груза.

Схема классификации погрузчиков приведена на рисунке 3.100.



Рисунок 3.100

#### 3.5.2 Устройство, принцип действия, производительность, достоинства и недостатки механических погрузчиков непрерывного действия

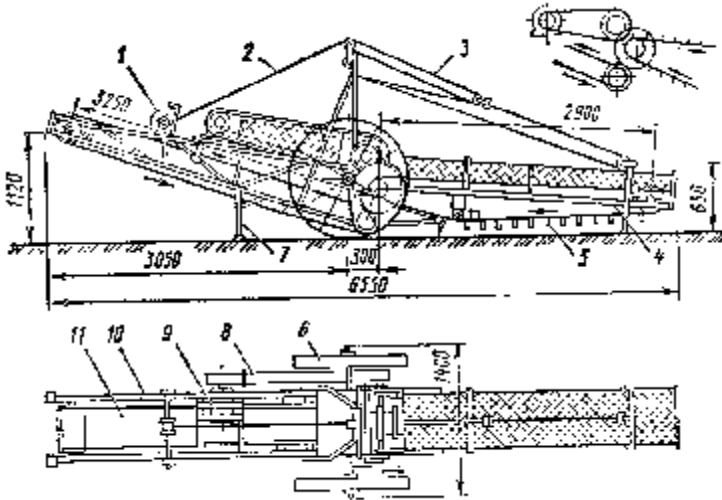
Самопрокидыватель конструкции Булавенко (рисунок 3.101) используется для забора зерна и других легкосыпучих грузов из штабеля и загрузки в транспортное средство.

Захватный орган – скребковый конвейер 5 с рабочей нижней ветвью смонтирован на раме 4, шарнирно соединенной со станиной 10. По наклонному лотку скребки поднимают порции груза и сбрасывают их на ленту конвейера 11, который загружает приемную воронку приставного конвейера или кузов транспортного средства. Привод скребкового и ленточного конвейеров – общий от электродвигателя 9 через ременную передачу 8, промежуточный вал и две зубчатые передачи. Устойчивость при работе обеспечивают откидные стойки 7. Угол наклона изменяется от 0 до 50° с помощью

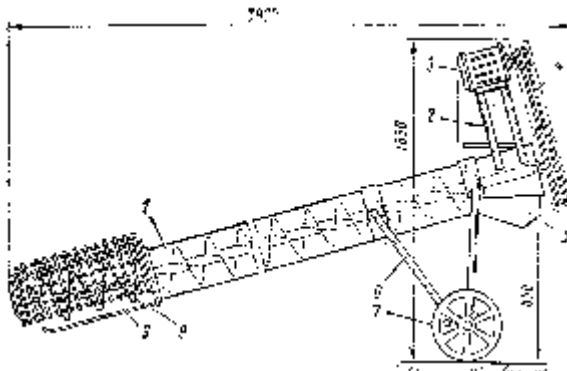
ручной лебедки 1, каната 2 и полиспаста 3. Для передвижения вручную машина имеет два ходовых колеса 6.

Производительность машины определяется по производительности скребкового конвейера. Производительность ленточного должна быть не менее производительности скребкового конвейера.

Шнековый самоподаватель (рисунок 3.102) представляет собой трубу 1, внутри которой находится винт 8.



**Рисунок 3.101**



**Рисунок 3.102**

Привод от электродвигателя 3 на опорной раме 2 связан с винтом клиноременной передачей 4. Нижняя заборная часть винта 8 выходит из трубы и находится в решетчатом каркасе 9. Разгрузочный натрубок

5 обеспечивает разгрузку на высоте 850 мм от опорной поверхности. Перемещают машину вручную на ходовых колесах 7.

Многоковшовый погрузчик с винтовым питателем (рисунок 3.103) предназначен для погрузки в транспортные средства минеральных удобрений, строительных инертных материалов, угля и других насыпных грузов с размерами куска не более 100 мм, а также штабелирования этих грузов. Погрузчик – самоходный. Он смонтирован на специальном пневмошасси с двумя ведущими мостами. Груз захватывает ковшовый элеватор 2 и подгребающие шнеки 3 и передается на отвальный ленточный конвейер 1 и далее в штабель или транспортное средство.

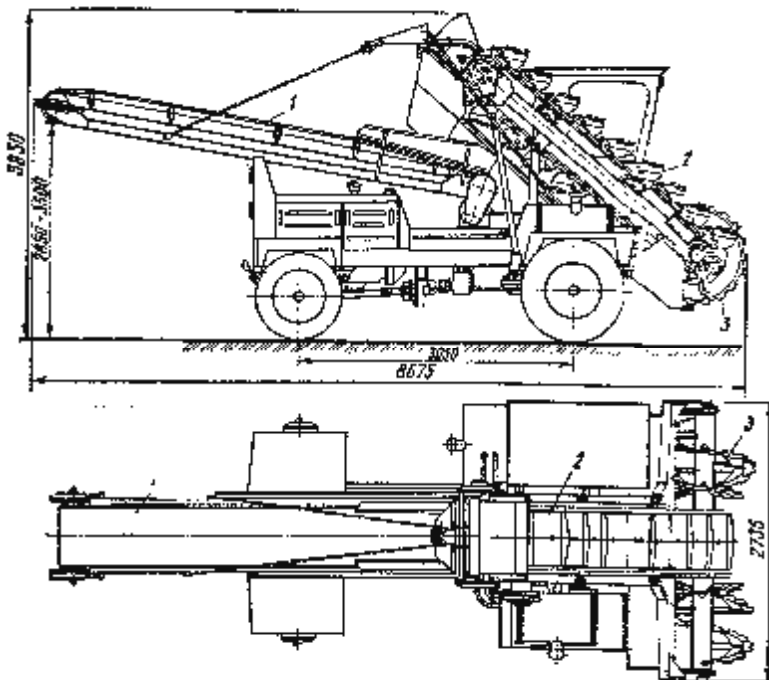


Рисунок 3.103

Для приведения в транспортное положение нижняя часть элеватора и шнеки поднимаются двумя гидроцилиндрами. Отвальный конвейер может поворачиваться в горизонтальной плоскости на  $\pm 72,5^\circ$ , а в вертикальной – на 3,5 м от опорной поверхности.

В движение погрузчик приводится от дизельного двигателя. Обеспечивается бесступенчатое регулирование рабочих скоростей в больших диапа-

зонах. Производительность погрузчика составляет от 60 до 200 м<sup>3</sup>/ч, и определяется производительность ковшового элеватора.

Погрузчики с винтовыми питателями наиболее распространены. Однако они плохо работают со слежавшимися и крупнокусковыми грузами, подвержены сильному износу подгребающие винты, ковши при работе с абразивными грузами. Машина металлоемкая.

Схемы винтовых питателей, определяющих производительность машины, приведены на рисунке 3.104.

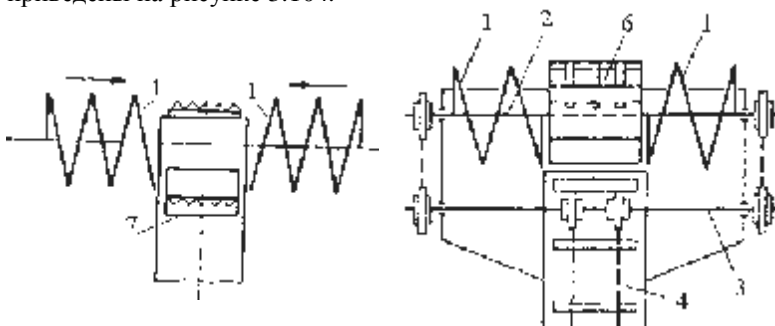


Рисунок 3.104

При использовании элеватора в качестве устройства, передающего груз на отгрузочный конвейер, применяют питатель, приведенный на рисунке 3.104, а. Здесь нижний ведомый вал элеватора 3 является одновременно и валом винтового питателя 1. На концевых частях ведомый вал несет винтовые лопасти, имеющие с одной стороны левую, а с другой – правую навивку. При работе элеватора лопасти винта подгребают груз к продольной оси погрузчика. Здесь груз захватывается ковшами 7 и перемещается вверх.

В процессе работы погрузчик по мере выработки груза наезжает на штабель. Заполнение ковшей происходит за счет зачерпывания из штабеля и подачи груза лопастями винта.

Рассмотренный питатель имеет простую конструкцию и обеспечивает значительный фронт захвата груза (2,5 м), что сокращает число смен позиций погрузчика в процессе работы. Недостаток – измельчение материала, повышенный расход энергии, большая нагрузка на ковши и тяговую цепь элеватора при зачерпывании.

В погрузчиках с винтовым питателем может использоваться вместо элеватора скребковый конвейер. В этом случае схема питателя изменяется (рисунок 3.104, б).

Винтовые лопасти 1 монтируются на самостоятельном валу 2, расположенном параллельно ведомому валу 3 скребкового конвейера 4, с которого он получает вращение с помощью цепной передачи 5. В средней части вала винтового питателя монтируется барабан 6 с продольными лопастями. Ис-

пользование этого питателя позволяет освободить скребковый конвейер от больших нагрузок по отрыву груза из штабеля.

В результате скребковый конвейер имеет более легкую и простую конструкцию.

Погрузчик (см. рисунок 3.103) может оснащаться скребковым конвейером вместо ковшового элеватора и дисковым питателем (рисунок 3.105).

Подгребающие диски 1 имеют ребра 2, которые при вращении захватывают груз и сбрасывают его на скребки 3 конвейера 4.

Роторно-ковшовые погрузчики на колесном (рисунок 3.106), гусеничном или рельсовом ходу используются для забора угля, бокситов, руды и минерально-строительных грузов и погрузки в подвижной состав.

Роторное колесо 3, смонтированное на поворотной стреле приемного конвейера 2, несет симметрично расположенные зубчатые ковши (6...12), обращенные режущей кромкой в сторону зачерпывания. Параллельно плоскости колеса расположен приемный конвейер. При вращении колеса ковши, внедряясь в штабель, заполняются грузом, а поднимаясь вверх, освобождаются от него. Высыпавшийся из ковшей груз по лотку направляется на приемный конвейер и далее на отгрузочный 1. Роторный питатель развивает большие усилия при зачерпывании. Он может работать с любым грузом и при погрузке груза из естественных пластов. Питатель надежен в работе, так как износу подвержены в основном режущие, легко заменяемые кромки ковшей.

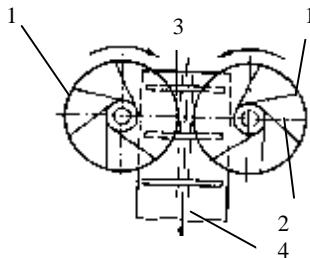


Рисунок 3.105

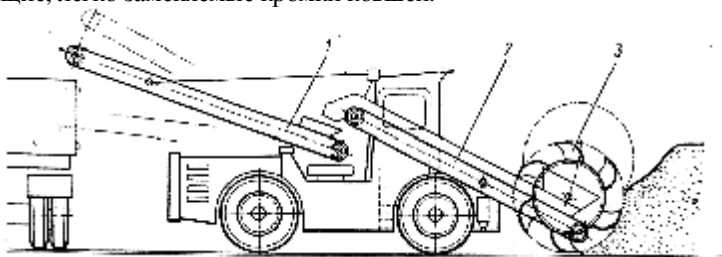


Рисунок 3.106

Стрела с отгрузочным контейнером может изменять положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Производительность 200...1000 м<sup>3</sup>/ч.

Производительность роторно-ковшового питателя, т/ч,

$$P = 60 \psi e n Z \gamma, \quad (3.43)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения ковшей;

$e$  – вместимость ковша, м<sup>3</sup>;

$n$  – частота вращения ротора, об/мин;  
 $Z$  – общее число ковшей на роторе;  
 $\gamma$  – объемная масса груза, т/м<sup>3</sup>.

К роторным относится и питатель, представляющий собой шаровую головку с зачерпывающими лопастями (рисунок 3.107).



Рисунок 3.107

Его головка – фреза – выполнена из пяти или шести ковшей, смонтированных по кругу на общей основе. В полый части головки размещается загрузочное устройство ленточного конвейера. При вращении опущенной в груз головки находящиеся внизу ковши заполняются грузом, а ковши, находящиеся наверху, освобождаются от груза, высыпая его на конвейер.

Питатель может брать груз на различной высоте со штабеля и хорошо работает на разработке естественных пластов. Этот питатель сложен в изготовлении, дорог и имеет большую металлоемкость. Производительность определяется по формуле (3.43).

Разгрузчики с конвейерно-скребковыми питателями (рисунок 3.108) широко применяются для погрузки зерновых грузов. Питатель – скребковый конвейер – смонтирован на подъемной стреле 2. Во время работы конвейерная стрела опускается на штабель, скребками перемещает груз и передает его на отгрузочный ленточный конвейер 1, который может изменять положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Питатель может забирать груз в значительных количествах без частых передвижений, обладает высокой производительностью (до 100 т/ч), надежностью, прост в эксплуатации, имеет небольшую массу и сравнительно низкую стоимость. Производительность машины определяется производительностью скребкового конвейера.

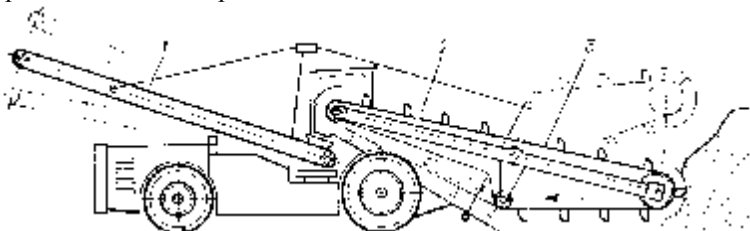


Рисунок 3.108

При погрузке мелко- и среднекусковых материалов, преимущественно малоабразивных, можно применять погрузочные машины с питателем в виде лап. Погрузчик имеет самоходные шасси на пневмоходу и гусеничном (рисунок 3.109).

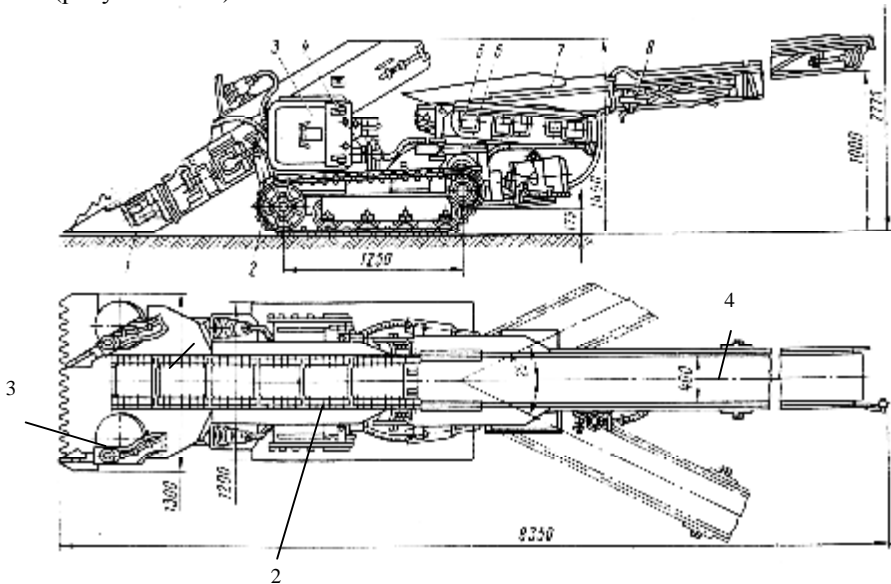


Рисунок 3.109

Питатель 1 погрузчика работает по способу подгребания лапами 3 груза из штабеля на скребковый конвейер 2, откуда груз поступает на отвальный конвейер 4. Нижняя часть рамы конвейера и плита могут быть опущены на 100 мм ниже уровня опорной поверхности или приподняты на 700 мм (транспортное положение). Высота разгрузки груза – от 2450 до 3600 мм. Производительность достигает 300 т/ч.

Производительность питателя с подгребающими лапами, т/ч,

$$П = 120 e_{л} n_{л} \gamma, \quad (3.44)$$

где  $e_{л}$  – объем груза, подаваемого каждой лапой за один оборот кривошипного диска, м<sup>3</sup>;

$n_{л}$  – частота вращения диска, об/мин.

Питатель с подгребающими лапами развивает значительные усилия при зачерпывании, благодаря чему может работать на погрузке крупнокусковых и слеживающихся грузов, он отличается высокой производительностью и компактностью. К недостаткам питателя относятся: динамическая неуравновешенность; большое количество деталей, подверженных износу; сложность устройства и высокая стоимость.



Механические конвейерные машины непрерывного действия предназначены для загрузки судов из бункеров и штабелей, имеют высокую производительность до 6000 т/ч.

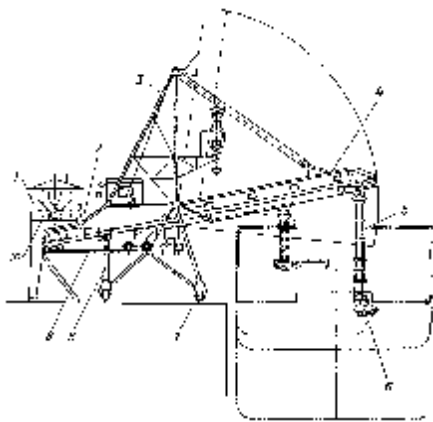


Рисунок 3.110

Схема передвижного погрузчика с подъемной стрелой приведена на рисунке 3.110.

Машина состоит из портала 8 с ходовыми тележками 7. С порталом жестко скреплена башня 3, а к башне шарнирно прикреплена стрела 4 с ленточным конвейером внутри ее. Противовес расположен на консоли 9. На портале установлен приемный конвейер 2. На конце стрелы находится телескопическая противобойная труба 5. К трубе подвешен полноповоротный ленточный метатель 6.

Груз с причального конвейера 10, находящегося в галерее 1, поступает на приемный конвейер машины, передается на стреловой конвейер, с него – в телескопическую трубу и на метатель.

Так как машина не имеет поворотного движения, то для установки метателя в требуемом месте трюма по ширине судна достигается изменением вылета стрелы.

В других конструкциях стрелу 1 выполняют телескопической, состоящей из двух секций, что позволяет ее и конвейер удлинить или укорачивать с ходом до 9 м (рисунок 3.111).

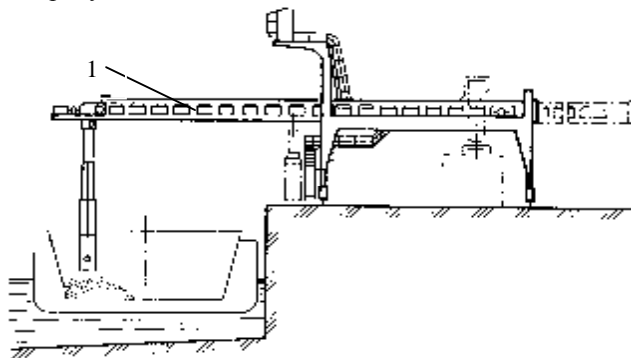


Рисунок 3.111

Используются стационарные машины с поворотной башней 1 и стрелой 2. Стрела цельная, расположена горизонтально, но вдоль ее конвейера передвигается двухбарабанная разгрузочная тележка 3 с подвешенной телескопической трубой 4 и метателем 5 (рисунок 3.112).

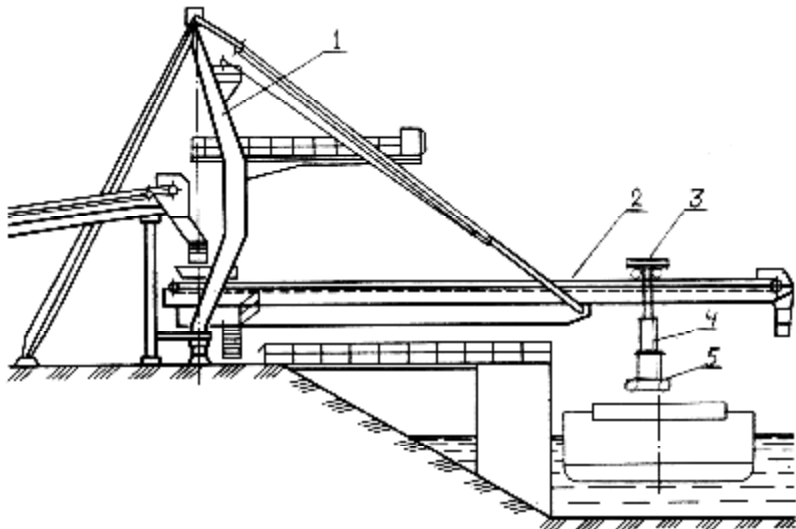


Рисунок 3.112

Элеваторно-конвейерный погрузчик предназначен для забора груза из вагона и загрузки в судно или штабель (рисунок 3.113).

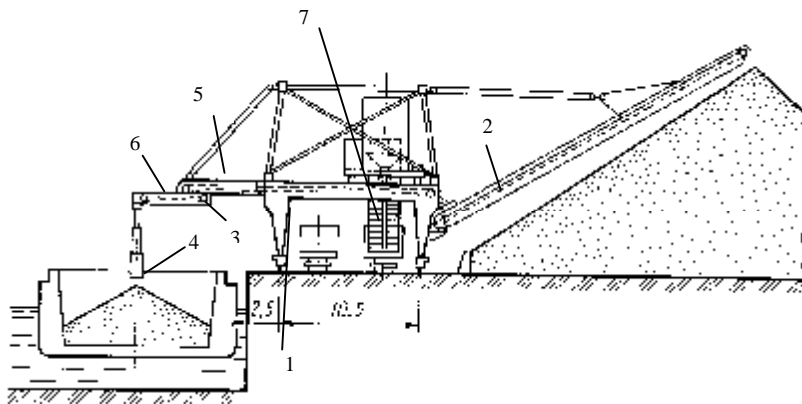


Рисунок 3.113

Погрузчик состоит из портала 1, шарнирно прикрепленной к portalу стрелы с расположенным на ней конвейером 2, выдвижной стрелы 3 и подвешенной к ней телескопической трубы 4. На портале и выдвижной стреле расположены ленточные конвейеры 5, 6. Груз из вагона забирает сдвоенный ковшовый элеватор 7, передает груз на реверсивный конвейер 5, далее на отгрузочный конвейер 2 или при загрузке в судно на конвейер 6 и через телескопическую трубу 4 в трюм.

Штабелепогрузчик (рисунок 3.114) служит для формирования штабелей груза на складе.

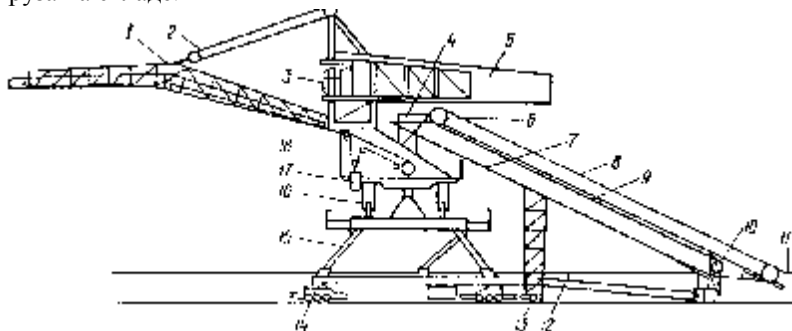


Рисунок 3.114

Штабелепогрузчик состоит из портала 15, опирающегося на ходовые тележки 14 с механизмом передвижения на них.

На портал посредством опорно-поворотного устройства 16 опирается поворотная (180°) часть башенного типа. К башне прикреплена стрела 1 с ленточным конвейером 18 внутри ее. Натяжение ленты создает грузовое натяжное устройство 17. Вылет стрелы изменяется полиспастом 2 и лебедкой. На башне установлена кабина управления 3 и далеко вынесенный противовес 5. С порталом скреплена треугольной формы металлоконструкция 7, причем она опирается на холостые тележки 13 и движется по тем же рельсам, что и машина. Лента 11 складского конвейера переходит в приемный конвейер 8 машины, огибает верхний барабан 6, возвращается по роликоопорам холостой ветви 9 и через отклоняющий барабан 10 вновь попадает на роликоопоры складского конвейера 12.

Груз со складского конвейера 11 поступает на приемный конвейер 8, через перегрузочную воронку 4 пересыпается на стреловой конвейер 18 и с него в штабель.

### 3.6 Механические разгрузчики непрерывного действия

#### 3.6.1 Назначение и классификация разгрузчиков непрерывного действия

Разгрузчики непрерывного действия предназначены для выгрузки из транспортных средств сыпучих кусковых и слеживающихся грузов. Изготавливаются самоходными на гусеничном, железнодорожном и пневмоходу. Классификация разгрузчиков приведена на рисунке 3.115.

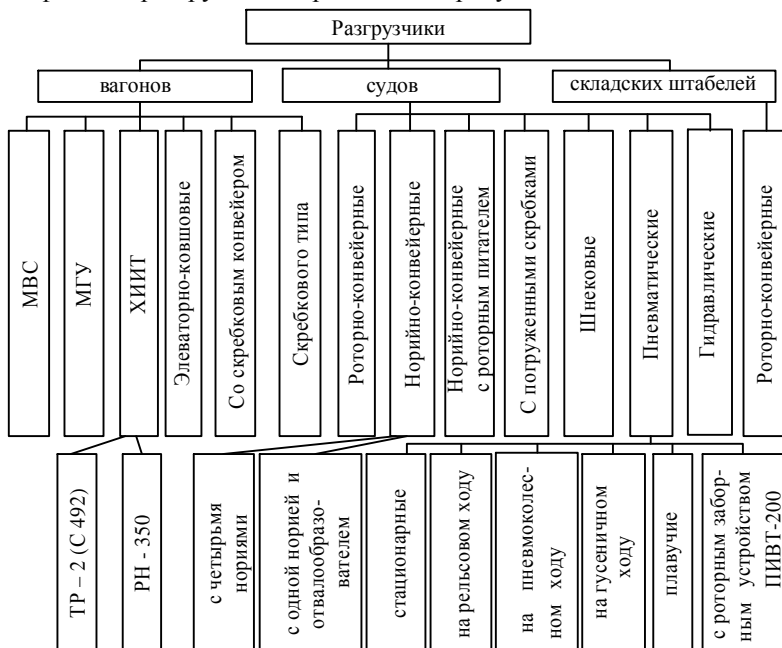


Рисунок 3.115

#### 3.6.2 Устройство, принцип действия, производительность, достоинства и недостатки разгрузчиков непрерывного действия

Машина вагоноразгрузочная самоходная (МВС) предназначена для выгрузки из вагонов слеживающихся насыпных грузов: апатитового концентрата, калийных солей, минеральных удобрений (рисунок 3.116).

Машина состоит из самоходной гусеничной тележки 4, заборного ковшевого элеватора 1, винтового питателя 3, вертикального многошнекового рушителя 2, отвального поворотного ленточного конвейера 5.

При выгрузке груза из крытого вагона машина заходит в него через дверной проем, а затем разворачивается и от середины передвигается к торцовым стенкам вагона, разрыхляя слежавшийся груз шнековым рушите-

лем, а винтовой питатель подгребает груз к приемному устройству ковшевого элеватора. Элеватор поднимает груз и передает его на отгрузочный конвейер.

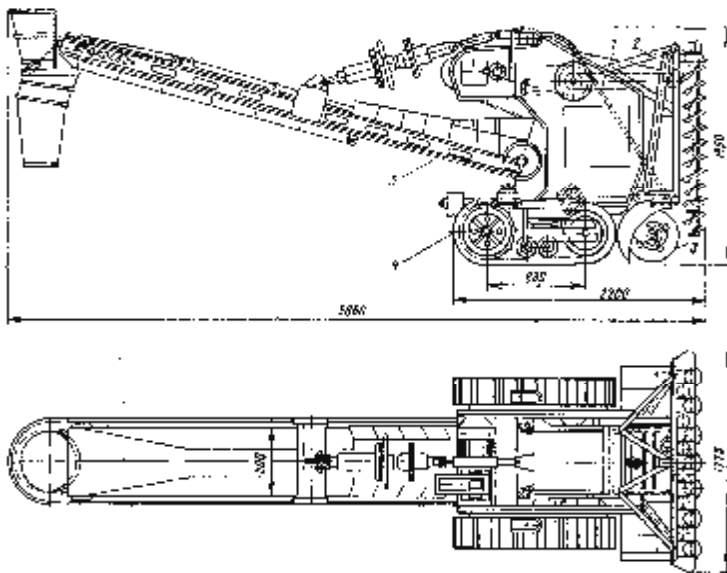


Рисунок 3.116

Машина имеет дистанционное управление, маневренная, обслуживают ее 2–3 человека. Техническая производительность – до  $60 \text{ м}^3/\text{ч}$ , эксплуатационная – до  $30 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Машина компактна, но относительно сложна, имеет значительную массу (3,3 т), поэтому в процессе эксплуатации часто происходят поломки пола и стенок вагона.

Аналогичной по устройству является машина МГУ (рисунок 3.117). Ее отличает горизонтальное расположение шнекового рушителя, более проста по конструкции, техническая производительность  $45 \text{ м}^3/\text{ч}$ , масса 2,02 т.

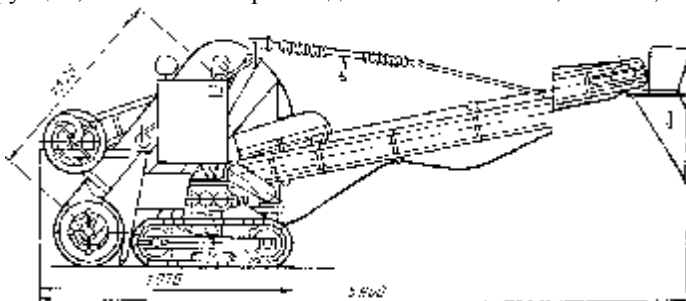


Рисунок 3.117



транспорт и в штабеля на склад. Разгрузчики самоходные на рельсовом ходу работают по принципу зачерпывания груза ковшовыми элеваторами.

Разгрузчик ТР-2 (С-492) (рисунок 3.119) состоит из самоходного портала 1, двух ковшовых элеваторов 2 с приводом 4, передаточного реверсивного ленточного конвейера 3, отвального ленточного конвейера 7. Ковшовые элеваторы и передаточный ленточный конвейер установлены на передвижной раме 6, которая может подниматься и опускаться с помощью лебедки 5. Отвальный ленточный конвейер может устанавливаться под углом 15...20° к горизонту и имеет передвижной плужковый сбрасыватель для сброса материала с любого участка ленты конвейера.

Машина может оборудоваться двумя отвальными ленточными конвейерами.

При разгрузке полувагона рама с ковшовыми элеваторами опускается вниз у торцевой стенки, и элеваторы, зачерпывая материал, погружаются до пола вагона (зазор 50...60 мм). После этого машина передвигается своим ходом вдоль разгружаемого вагона, производя разгрузку за один проход. Зачерпываемый материал подается элеваторами на передаточный конвейер и далее через промежуточный бункер поступает на отвальный конвейер. После выгрузки в кузове вагона остается до 6 % груза.

Техническая производительность разгрузчика – до 450 т/ч, эксплуатационная – до 300 т/ч.

Машина не приспособлена для выгрузки смерзшихся и крупнокусковых грузов.

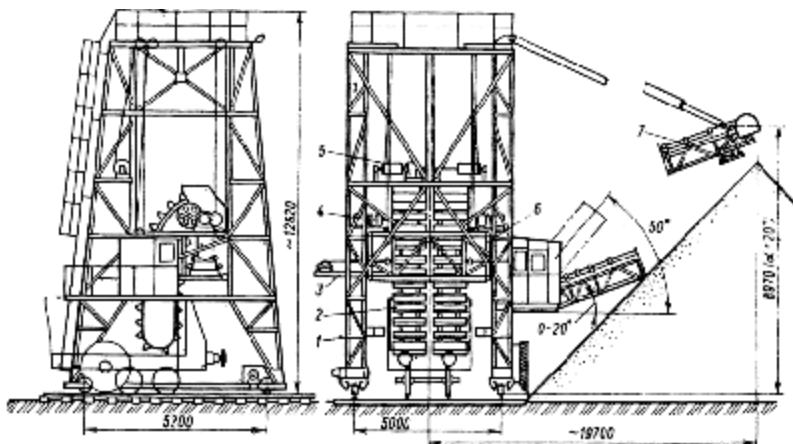


Рисунок 3.119

Разгрузчик РН-350 (рисунок 3.120) в отличие от С-492 выгружает сыпучие и кусковые грузы из полувагонов и платформ не за один проход, а по

слоино, выдавая выгружаемый материал на расстояние до 14,5 м от оси выгрузочного железнодорожного пути.

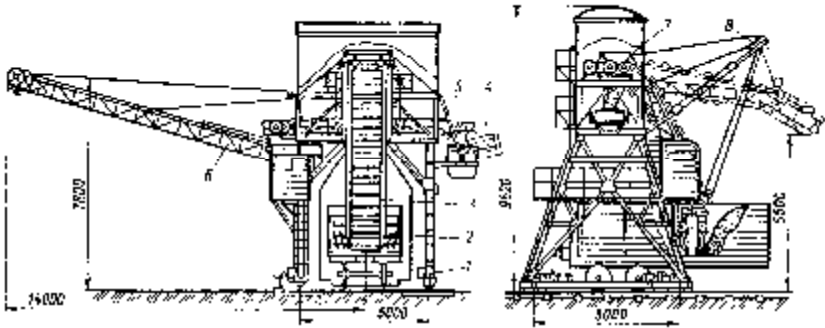


Рисунок 3.120

Разгрузчик состоит из самоходного портала 1, подгребающих шнеков 2, ковшового элеватора 3, передаточного реверсивного ленточного конвейера 5 и отвального ленточного конвейера 4 или 6. Рама элеватора шарнирно подвешена на портале машины. Для подъема и опускания зачерпывающей головки элеватора с подгребающими шнеками служат электрическая лебедка 7 и стрела 8. Ковшовый элеватор, зачерпывая материал из вагона, подает его на передаточный конвейер и далее через бункер на отвальный конвейер.

Остаток груза в вагоне после выгрузки несколько выше, чем у машины С-492.

Для разгрузки навалочных сыпучих грузов с железнодорожных платформ используются машины со скребковым конвейером (рисунок 3.121).

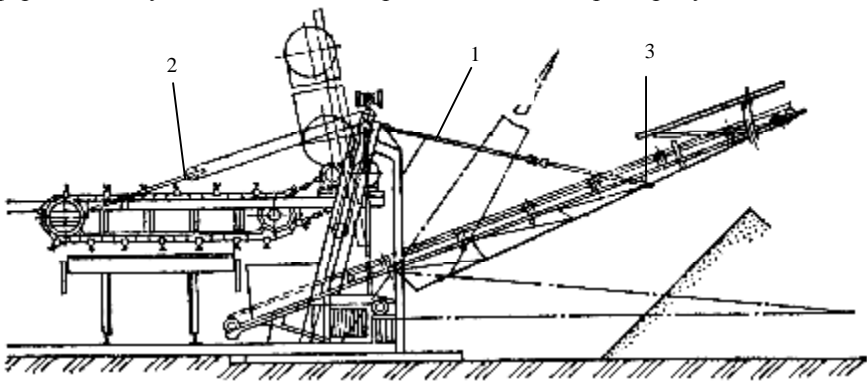


Рисунок 3.121



Состоит машина из передвижного или стационарного остова 1, подъемно-опускного скребкового конвейера 2, отгрузочного ленточного конвейера 3. Если машина стационарная, вагоны продвигаются с помощью маневровых средств. Использование передвижной машины позволяет увеличить количество штабелей груза и вместимость склада. Производительность – до 200 т/ч.

У разгрузочных машин скребкового типа рабочим органом является скребок. Такие машины применяются для выгрузки навалочных грузов с железнодорожных платформ и по характеру работы бывают с неподвижным и подвижным скребком.

При использовании неподвижного скребка перемещаются вагоны, и в зависимости от типа и положения скребка груз выгружается слева, справа или на две стороны.

Для выгрузки с платформ гравия, песка, щебня используется машина с подвижным скребком Т-182А (рисунок 3.122).

Рабочим органом машины является скребок-отвал 3 на рукояти 6, совершающий возвратно-поступательные движения в горизонтальной плоскости в направлении, перпендикулярном оси пути.

Привод горизонтального перемещения 5 расположен на подъемной раме. Подъем и опускание рамы с рукоятью осуществляется приводом 7, установленным на неподвижной раме 4.

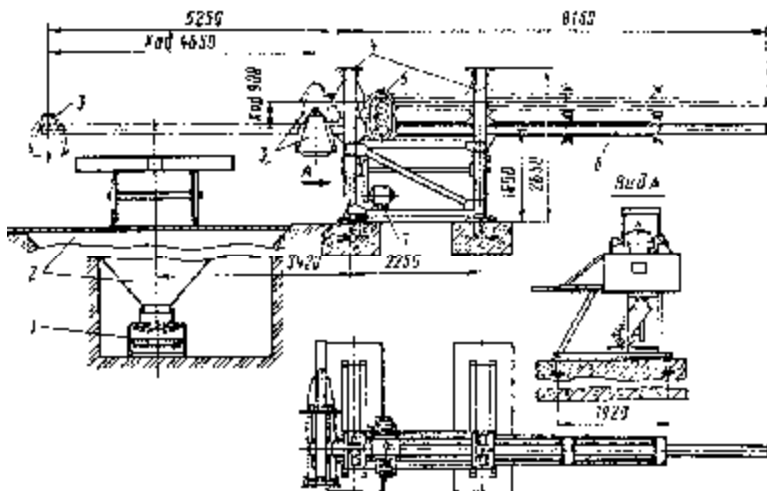


Рисунок 3.122

Машина Т-182А стационарная, поэтому в процессе разгрузки платформы перемещаются локомотивом или маневровой лебедкой со скоростью 2...3 м/мин. Скорость движения скребка 38,5 м/мин.

Груз может сгружаться на одну или две стороны платформы в приемный бункер 2 и конвейером 1 транспортируется по назначению.

Производительность Т-182А достигает 200 т/ч.

Для выгрузки мелкодисперсных слабоабразивных грузов (апатитового концентрата, цемента и т.п.) из судна применяют высокопроизводительный роторно-конвейерный перегружатель непрерывного действия (рисунок 3.123).

Он работает только по варианту судно – прикардонный конвейер.

Роторно-ковшовый питатель 1 производит забор груза из судна, затем передает его на скребковые конвейеры с контурными скребками 2 и 5. Из наклонного конвейера груз попадает в бункер, откуда винтовым питателем 13 подается на прикардонный ленточный конвейер 12.

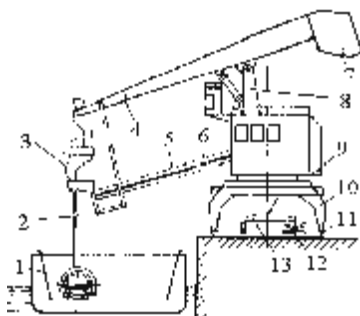


Рисунок 3.123

Вертикальное перемещение транспортирующей системы обеспечивается с помощью четырехзвенного механизма (вертикальная колонна 3, стрела 4 с противовесом 7, подкос 6, колонна 8), имеющего свой привод. В горизонтальной плоскости производится вращение поворотной платформы 9. Поворотная часть опирается на портал 10, перемещающийся вдоль причала с помощью тележек 11.

Достоинства роторно-конвейерного перегружателя: высокая производительность; минимальное количество груза, остающегося в трюме после выгрузки; процесс выгрузки автоматизирован; отсутствие потерь груза и загрязнения окружающей среды. Однако эффективность применения достигается при устойчивом и значительном грузообороте. Производительность – 1200...1500 т/ч.

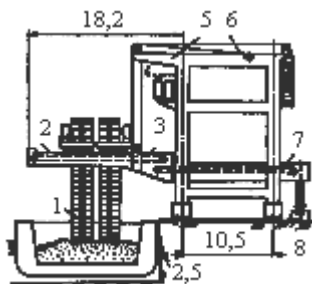


Рисунок 3.124

Норийно-конвейерные разгрузчики используются для выгрузки навалочных грузов из открытых судов при значительных объемах грузопереработки.

Разгрузчик с четырьмя нориями приведен на рисунке 3.124. Состоит из самоходного катучего портала 5 с горизонтальной консолью 2, нависающей над судном, четырех ковшовых элеваторов 1, перемещающихся по консоли, приемного ленточного конвейера 3, конвейера 7, передающего груз на береговой ленточный конвейер 8, механизма 6 для подъема и опускания элеваторов в трюм. Управление осуществляется из кабины 4.

Для разгрузки элеваторы 1 опускают в трюм судна до соприкосновения с грузом. После включения элеватора ковши захватывают груз, поднимают и сбрасывают его на конвейер 3, с которого он поступает на конвейер 7 и далее на береговой конвейер 8. В процессе выгрузки груза из судна перегружатель постоянно перемещается вдоль причала. По ширине трюма груз забирается в результате перемещения элеваторов по консоли. После выгрузки первого слоя элеваторы опускают ниже и производится выгрузка второго слоя. Проектная производительность перегружателя – 1500 т/ч. Такие перегружатели используются для выгрузки из судов с полностью открытыми трюмами, без поперечных переборок и выступов. Необходимы специальные средства механизации для подгребки и зачистки трюмов от остатков грузов.

Схема норийно-конвейерного перегружателя с одной норией 1 и отвалообразователем 2 приведена на рисунке 3.125. Груз с элеватора 1 передается на конвейер 3 и далее может поступать в вагон 4, на конвейер 5, проходящий вдоль причального фронта, или на конвейер отвалообразователя 6. Производительность – 1000 т/ч.

Передвижной поворотный разгрузчик с роторным заборным устройством используется для выгрузки из судов порошкообразных материалов (рисунок 3.126).

Груз из ротора 1 поступает на ковшовый элеватор 2, далее на ленточный конвейер 3, а с него сбрасывается через трубу на прикардонные ленточные конвейеры 4. Техническая производительность – 400...600 т/ч.

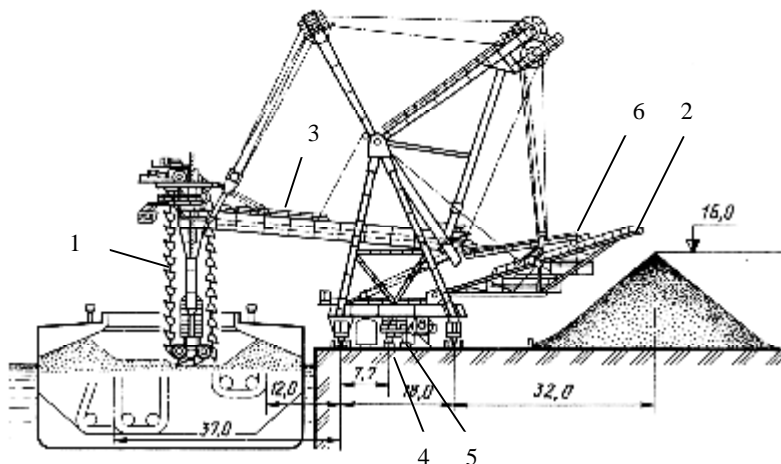


Рисунок 3.125

Разгрузчик с погруженными скребками (рисунок 3.127) используется для выгрузки из судов пылевидных и мелкозернистых грузов. Непригоден для выгрузки налипающих грузов.

Груз из трюма судна забирается подгребающим скребковым конвейером 1, поступает на вертикальный конвейер с погруженными скребками 2, который передает груз на наклонный качающийся конвейер с погруженными скребками 6 и поступает по трубопроводу 10 с использованием питателя 11 на береговой приемный конвейер 12.

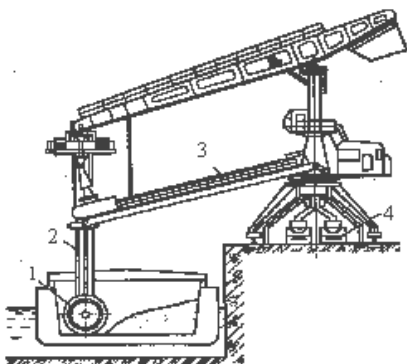


Рисунок 3.126

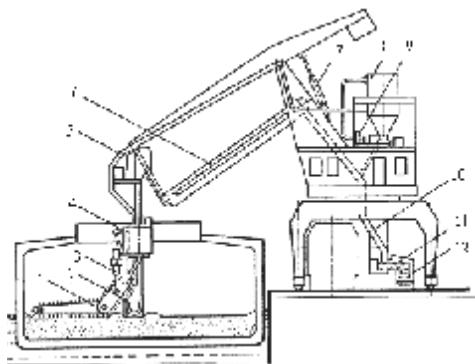


Рисунок 3.127

Перегрузчик оснащен аспирационной системой. Пыль отсасывается вакуумным насосом 9 по трубопроводу 5 и поступает в отделитель 8 и далее в трубопровод 10. Для подъема конвейера 1 используется гидравлическая система 3, а для изменения положения укосины – гидропривод 7.

Производительность – 260...390 т/ч.

Для выгрузки из судов порошкообразных и мелкозернистых грузов (цемент, фосфат, удобрения в гранулах и др.) используется шнековый разгрузчик (рисунок 3.128).

Разгрузчик смонтирован на самоходном портале, имеет вертикальный шнековый конвейер 2, подвешенный к консольной стреле с горизонтальным шнеком 3. Вертикальный шнек и стрела могут с помощью лебедки подниматься над судном и опускаться в трюм. Приемное устройство вертикального шнека имеет специальный питатель в виде вращающегося патрубка

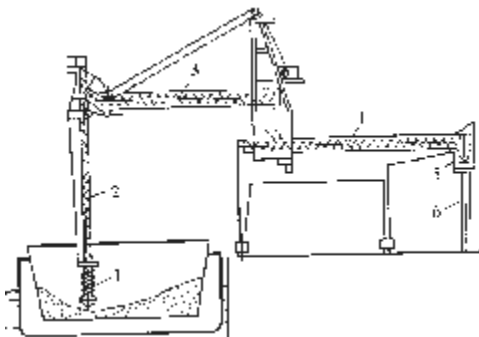


Рисунок 3.128

с лопастями 1. Для перегрузки слеживающихся материалов на внешней стороне натрубка могут крепиться рыхлительные приспособления.

Груз, захваченный питающим устройством, подается на вертикальный (винтовой) конвейер 2, затем на конвейер 3, ссыпается по трубе в приемное устройство горизонтального винтового конвейера 5, установленного на портале, и далее передается на ленточный конвейер 4, расположенный в галерее на эстакаде 6. Производительность разгрузчика в зависимости от рода груза составляет 150...1000 т/ч. При толщине слоя груза менее 0,4 м требуются операции по подгребанию и зачистке трюма с использованием трюмных машин.

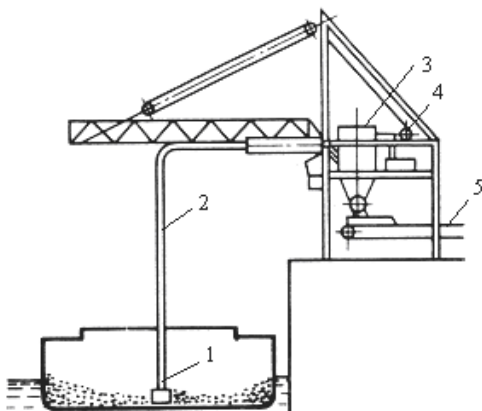


Рисунок 3.129

В речных портах для выгрузки из судов зерна, цемента широко используются плавучие и береговые (стационарные и передвижные) пневматические разгрузчики.

Береговые стационарные пневматические разгрузчики выполняют всасывающего и всасывающе-нагнетательного действия (рисунок 3.129).

Груз засасывается через сопло 1 и, перемещаясь по трубопроводу 2, попадает в осадительную камеру 3, откуда через шлюзную затвор 4 направляется в загрузочное устройство конвейера 5.

Производительность перегружателя при выгрузке зерна – 300 т/ч, цемента – 200 т/ч.

Береговые передвижные пневматические разгрузчики конструктивно выполняются всасывающе-нагнетательного и нагнетательного действия.

Всасывающе-нагнетательный передвижной разгрузчик на пневмоколесном ходу монтируют на самоходном портале 1 (рисунок 3.130) или на раме четырехколесного несамоходного шасси (рисунок 3.131).

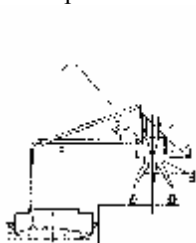


Рисунок 3.130

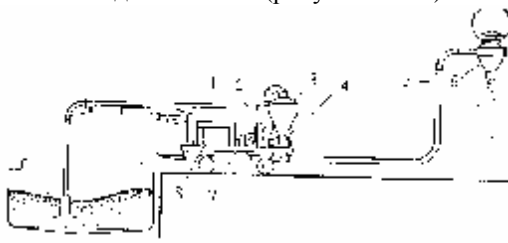


Рисунок 3.131

Смесь разряженного воздуха и транспортируемого груза через сопло по всасывающему трубопроводу 1 попадает в отделитель 3. После отделителя воздух проходит через насос 2 и под давлением попадает в нагнетательный трубопровод 5, куда через шлюзовой затвор 4 вводится груз. В конце нагнетательного трубопровода в месте приема груза расположен разгрузчик 6. Производительность разгрузчика составляет 100...115 т/ч при расстоянии транспортировки до 25 м и 50...60 т/ч – при расстоянии до 300 м. Применяют для выгрузки зерна из судов и погрузки в вагоны, автотранспорт или на склад.

Нагнетательный передвижной перегружатель (рисунок 3.132) опирается на ленту 25 подгребающих дисков 9 и два ходовых колеса 24, имеющих индивидуальный привод от реверсивных электродвигателей 14, через редуктор 15.

Процесс работы перегружателя складывается из сочетания механического забора груза из штабеля (с помощью штыревого рыхлителя 10, двух подгребающих дисков 9 и двух заборных винтовых питателей 11, приводимых во вращение от электродвигателя 17) и пневматического его транспортирования.

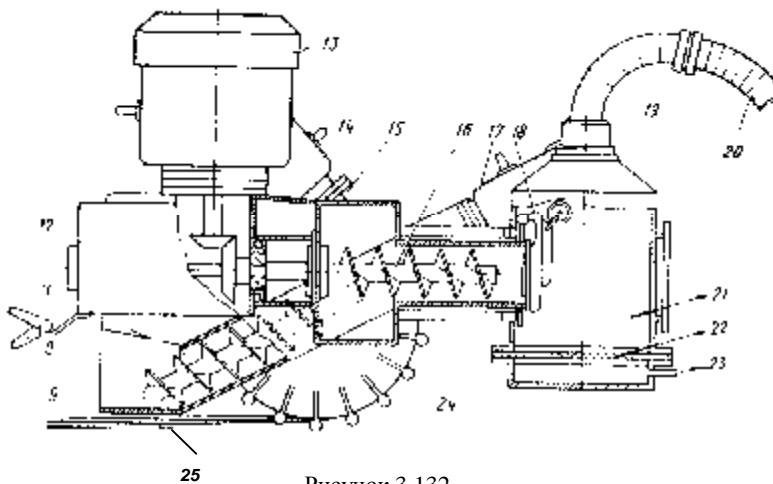


Рисунок 3.132

Груз, поданный в смесительную камеру 21, с помощью винтового питателя 16, приводимого во вращение электродвигателем 13 через редуктор 12, аэрируется на микропористой перегородке 22 сжатым воздухом, подводимым через патрубок 23 от компрессора. Для предотвращения прорывов сжатого воздуха через винтовые питатели в смесительной камере установ-

лен обратный клапан 18. Под действием напора смесь из груза и воздуха нагнетается из смесительной камеры через натрубок 19 в трубопровод 20, по которому транспортируется к месту разгрузки, где установлены разгрузчик и фильтр.

Применяют разгрузчик для выгрузки цемента из судов и вагонов, а также подачи груза со склада в транспортные средства. Однако из-за пылеобразования в зоне забора и низкой производительности эта установка не находит широкого распространения.

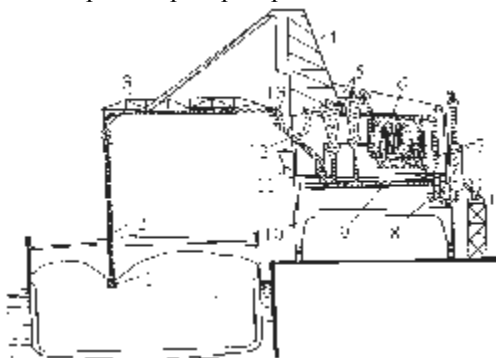


Рисунок 3.133

Пневматический разгрузчик на рельсовом ходу (рисунок 3.133) состоит из двух всасывающих пневмоустановок, размещенных на портале 10. Груз засасывается через сопло 1 и по всасывающему трубопроводу 2 перемещается до разгрузителя 12. Этот трубопровод с жесткими и гибкими участками поддерживается стрелой 3, а шарнирное устройство 13 позволяет изменять угол наклона. В нерабочем положении стрелу поднимают и прикрепляют к башне 4 портала. Из разгрузителя через шлюзовой затвор груз подается на конвейерный питатель 9 и далее на стационарный конвейер, в бункеры, вагоны, на автотранспорт. Пыльный воздух очищается в последовательно установленных циклонах 5 и в рукавном фильтре 6. Вакуум-насос 8, его трубопровод 7 и кабина управления 11 расположены на портале.

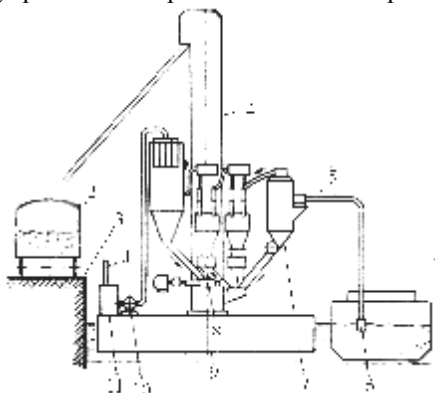


Рисунок 3.134

Плавающий пневматический разгрузчик (рисунок 3.134) всасывающего действия предназначен для выгрузки из судов цемента. Производительность – 100 т/ч.

Разгрузчик смонтирован на несамоходном пантоне 9. Три вакуум-насоса 10 создают разрежение, под действием которого смесь воздуха и цемента засасывается через сопло 6 в трубопровод 5 и далее в разгрузитель 7, откуда через шлюзовой затвор цемент поступает в приемную часть ковшового элеватора 4. Эле-

ватор поднимает цемент на высоту, необходимую для подачи его самотеком в накопительный бункер или вагон 2. Запыленный воздух из разгрузителя, пройдя батарейные циклоны 8 и рукавный фильтр 3, поступает в насосы, откуда через глушитель 11 и выпускную трубу 1 выбрасывается в атмосферу.

Пыль выводится из циклонов с помощью шлюзовых затворов, а из фильтров – с помощью винтового питателя. Разгрузчик обеспечивает полностью механизированную разгрузку и зачистку судов от остатков цемента.

Для выгрузки из судов пылевидных материалов может использоваться пневмомеханический разгрузчик на гусеничном ходу (рисунок 3.135).

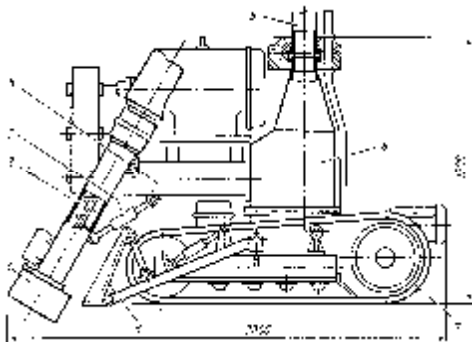


Рисунок 3.135

Он имеет большую массу, но может самостоятельно передвигаться по поверхности груза, обладает высокой маневренностью. Спуск и подъем из трюма осуществляются краном.

В качестве заборного устройства в разгрузчике может использоваться роторное ковшовое колесо или шаровая головка 1 с наклонным шнеком 2.

Заборное устройство и наклонный шнек с помощью гидроцилиндра 3 могут изменять свое положение в вертикальной плоскости. Груз забирается питателем 1, транспортируется винтовыми конвейерами 2 и 4 в смесительную камеру 6, а оттуда в азрированном виде в напорный трубопровод 5 и далее в вагоны, на склад. Разгрузчик имеет подгребающий плужок 8. Расстояние перемещения груза по горизонтали – до 20 м, по вертикали – 35 м, производительность – около 80 т/ч. После выгрузки требуется зачистка трюмов (остается слой толщиной 6...40 см).

Береговой передвижной пневмомеханический разгрузчик с роторным заборным устройством, предназначенный для выгрузки цемента из судов, приведен на рисунке 3.136.

Материал захватывается ротором 1 и подается в приемную часть пневмо-винтового насоса, откуда двумя шнеками с переменным шагом выгалькивается в смесительную камеру и под напором воздуха перемещается по



трубопроводу 2 в отделительную камеру 3, установленную на тележке, которая перемещается поперек портала. Из отделителя материал по двум сочлененным аэрожелобам 4 передается в приемные устройства 5 прикардонного конвейера или на береговой транспорт.

Горизонтальное перемещение вдоль судна осуществляется движением портала, а поперек судна – за счет движения тележки по portalу. Вертикальное перемещение заборного органа производится путем изменения наклона стрелы. Производительность разгрузчика – 200 т/ч.

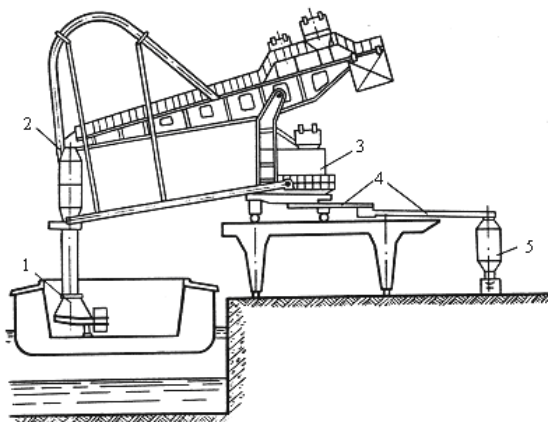


Рисунок 3.136

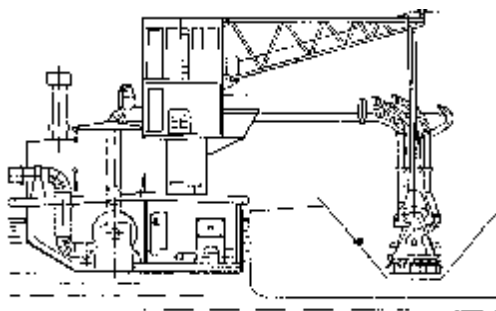


Рисунок 3.137

Для добычи из русел рек и перегрузки песка, песчано-гравийной смеси и гравия в речных портах применяют береговые и плавучие гидрперегрузатели (рисунок 3.137).

Они обеспечивают полную механизацию всех перегрузочных операций, высокую производительность (до 2000 т/ч), большую длину транспортирования, возможность автоматизации управления и совмещения добычи и перегрузки с обогащением и разделением добываемого материала на отдельные фракции. Однако они допускают перемещение лишь ограниченной номенклатуры грузов, требуют значительного расхода энергии и воды, не могут работать при низких температурах, вызывают затруднения с отводом отработанной воды. Для перемещения груза используются пульпоносоы, эжекторные установки 1, эрлифты. Эжекторные снаряды обеспечивают добычу материала с глубины до 25...30 м, земленасосы – до 15...17 м.

Штабелеразгрузчики служат для расформирования штабелей и подачи их на отгрузочный конвейер. Штабелеразгрузчик (рисунок 3.138) состоит

из портала 11, снабженного ходовыми тележками 12 с механизмом передвижения на них. В центре портала установлена перегрузочная воронка 10. На портал опирается полноповоротная башенная часть посредством опорно-поворотного устройства 9. К башне шарнирно крепится стрела 15 со стреловым конвейером 16, имеющим грузовое натяжное устройство 14. На головке башни находится качающийся двуплечный балансир 3. К одному плечу прикреплены канатные ванты 2, которые удерживают стрелу. На втором плече находится уравновешивающий противовес 5, там же размещена обойма подвижных блоков 4 канатного полиспаста 6, а обойма неподвижных блоков 7 находится на поворотной части. Вылет стрелы изменяется лебедкой 8 через указанный полиспаст. На конце стрелы расположено роторное колесо 1.

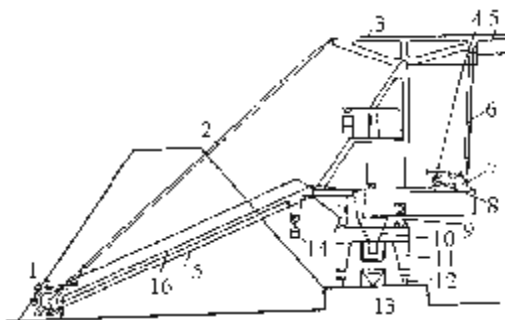


Рисунок 3.138

При расформировании штабеля ковши вращающегося роторного колеса внедряются в груз. Зачерпнутый груз движется в ковше до его опрокидывания, а затем высыпается на ленту стрелового конвейера, с него через перегрузочную воронку – на отгрузочный конвейер 13.

Машина расформировывает штабель груза послойно по всей длине в результате возвратно-поступательного передвижения вдоль штабеля, непрерывного поворота стрелы и опускания ее по мере снятия слоев груза.

## 4 МАШИНЫ ЦИКЛИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ

### 4.1 Краны

#### 4.1.1 Назначение и общие сведения о кранах

Одним из наиболее распространенных средств механизации погрузочно-разгрузочных работ на промышленных предприятиях, строительных площадках, в речных и морских портах, на автомобильном и железнодорожном транспорте являются грузоподъемные краны.

Краны – универсальные грузоподъемные машины прерывного действия, состоящие из остова и смонтированных на нем механизмов, при помощи которых перемещают грузы в вертикальном и горизонтальном направлениях на небольшие расстояния.

Краны применяются для погрузки, выгрузки и выполнения складских операций с грузами в пакетах, контейнерах, машин, металлических и сборных железобетонных конструкций, сыпучих и кусковых грузов, леса.

Краны состоят из механизмов:

- подъема груза в виде лебедки в сочетании с полиспастом и устройством для захвата груза;
- передвижения, посредством которого осуществляется перемещение остова крана или какой либо его части;
- изменения положения грузового захвата относительно остова;
- вращения поворотной части остова крана.

Каждый механизм может иметь отдельный привод или подсоединен к общему групповому приводу.

В качестве двигателя используются двигатели внутреннего сгорания (дизельные и карбюраторные) и электродвигатели (постоянного и переменного тока).

Двигатели постоянного тока обладают большой перегрузочной способностью, позволяют осуществлять рекуперацию, регулирование скорости в широких пределах и могут использоваться с большой частотой включений в час. Однако их применение требует наличия специальных устройств для преобразования тока. Поэтому применяются в основном асинхронные двигатели переменного тока.

#### 4.1.2 Классификация кранов

Грузоподъемные краны разделяют по назначению, области применения, конструктивным признакам, эксплуатационным параметрам и другим особенностям:

- *по конструктивному исполнению* – на краны мостового типа (мостовые, козловые, полукозловые и мостовые перегружатели), стрелового типа и краны-штабелеры;

- *по возможности передвижения* – на передвижные и стационарные;

- *по способу передвижения* – с приводными ходовыми колесами и с не-приводными ходовыми колесами;

- *по конструкции ходового устройства* – рельсовые, пневмоколесные, гусеничные, шагающие, плавучие;

- *по способу установки* – на опорные (опирающиеся сверху на рельсовый крановый путь) и подвесные (прикрепленные к крановому пути снизу);

- *по роду привода механизмов* – на ручные и машинные (электрический привод, гидравлический, пневматический, двигатель внутреннего сгорания, паровой, комбинированный);

- *по возможности и степени поворота стрелы* – полноповоротные, неполноповоротные и неповоротные;

- *по конструкции грузозахватного органа* – крюковые, предназначенные для работы с различными штучными грузами, магнитные – для транспортирования стальных и чугунных грузов, грейферные – для работы с сыпучими материалами, клещевые – для работы с грузами, затаренными в ящики, бочки или мешки, траверсные, автоматические захваты;

- *по способу управления* – на управляемые из кабины, с пола, дистанционно и автоматически;

- *по назначению* – на краны общего назначения, оснащенные преимущественно крюком и специального назначения.

Классификация кранов приведена на рисунке 4.1.



Рисунок 4.1

#### 4.1.3 Основные параметры кранов

Краны характеризуются следующими основными параметрами: грузоподъемностью; скоростью подъема груза, передвижения остова крана или его частей, поворота; пролетом, колеей; вылетом консолей; вылетом стрелы; высотой подъема груза; глубиной опускания; диапазоном подъема; режимами работы; массой; мощностью двигателей.

Грузоподъемностью крана называют массу номинального (максимального) рабочего груза, на подъем которого рассчитана машина.

Грузоподъемность кранов, т, принимается из номинального ряда грузоподъемностей:

0,025	0,050	0,100	0,160	0,200	0,250	0,320	0,400	0,500	0,630
0,800	1,000	1,250	2,000	2,500	3,200	4,000	5,000	6,300	8,000
10,0	12,5	16,0	25,000	32,000	40,0	50,0	63,0	80,0	100,0
125,0	140,0	160,0	225,0	250,0	280,0	320,0	360,0	400,0	450,0
500,0	560,0	630,0	800,0	900,0	1000,0				

Скорости движения различных механизмов выбирают в зависимости от требований технологического процесса, характера работы, типа машины и ее потребной производительности.

При малой протяженности пути перемещения высокие скорости нецелесообразны, так как механизм может не достичь значения установившейся скорости и будет работать только в пусковом и тормозном режимах.

Номинальные скорости рабочих движений грузоподъемных кранов принимаются из следующих рядов:

– линейные скорости, м/с:

0,100	0,125	0,160	0,200	0,250	0,320
0,400	0,500	0,630	0,800	1,000	1,250
1,600	2,000	2,500	3,200	4,000	5,000
6,300	8,000	10,000	12,500		

– частота вращения, с<sup>-1</sup>:

0,0032	0,0040	0,0050	0,0630	0,0080	0,0100
0,0125	0,0160	0,0200	0,0250	0,0320	0,0400
0,0500	0,0630	0,0800	0,1000	0,1250	0,1600
0,2000	0,2500	0,3200			

Пролет крана  $L$  – расстояние по горизонтали между осями рельсов кранового пути (рисунок 4.2).

Колея  $B_1$  – расстояние между продольными осями, проходящими через середину опорных поверхностей ходового устройства. Возможно употребление термина “поперечная база”.

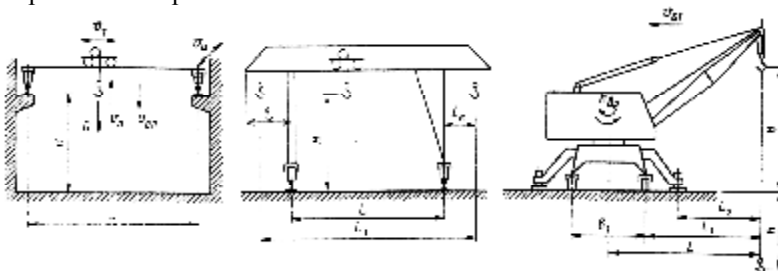


Рисунок 4.2

Вылет консоли  $l$  – расстояние от оси опоры остова до конца консоли.

Рабочий вылет консоли  $l_k$  – расстояние от оси опоры остова до крайнего положения крюка.

Вылет стрелы  $L_c$  – расстояние по горизонтали от оси вращения крана до вертикальной линии, проходящей через точку подвеса груза.

Высота подъема  $H$  – расстояние от уровня пола до верхнего положения грузозахватного устройства.

Глубина опускания  $h$  – расстояние от уровня кранового пути до грузозахватного органа, находящегося в нижнем допустимом положении.

Диапазон подъема ( $H + h$ ) – расстояние по вертикали между верхним и нижним рабочими положениями грузозахватного органа.

Краны характеризуются работой при повторно-кратковременных включениях, при котором грузозахватное устройство и груз совершают периодические возвратно-поступательные движения, а механизмы последовательно изменяют направление движения. Так, работа механизма подъема состоит из процессов подъема и опускания груза, подъема и опускания грузозахватного устройства без груза, а работа механизмов поворота и передвижения – из движений в одну и другую сторону с грузом и без него. Каждый цикл характеризуется чередованием периодов работы и технологических пауз.

В периоды пауз электродвигатель не включен и механизм не работает. Это время используется для загрузки и разгрузки грузозахватного устройства и для подготовки проведения следующего процесса работы механизма.

Каждый процесс движения можно разделить на период неустановившегося движения, в течение которого происходит разгон (период пуска) или замедление (период торможения) поступательно движущихся и вращающихся масс груза и механизма, а также на период движения с постоянной скоростью (период установившегося движения).

Время разгона и ускорения движения кранов и крановых тележек можно определить из таблицы 4.1.

Продолжительность цикла работы механизма крана складывается из времени пуска  $\Sigma t_n$ , времени движения с установившейся скоростью  $\Sigma t_y$ , времени торможения  $\Sigma t_t$  и времени пауз  $\Sigma t_0$ :

$$t_{\text{ц}} = \Sigma t_n + \Sigma t_y + \Sigma t_t + \Sigma t_0. \quad (4.1)$$

Отношение времени  $t_{\text{в}}$  работы механизма в течение цикла к продолжительности цикла  $t_{\text{ц}}$  характеризует интенсивность использования механизма. Это отношение называют относительной продолжительностью включения

$$ПВ = \frac{t_{\text{в}}}{t_{\text{ц}}} \cdot 100 \%. \quad (4.2)$$

Номинальные мощности в каталогах приводятся для  $ПВ = 15; 25; 40; 60 \%$ .

**Таблица 4.1**

Кран	Назначение	Условия использования	Механизм	Наибольшее время разгона, с	Расчетное ускорение, м/с <sup>2</sup>
Мостовой	Общего назначения 3К 5К	В помещении	Мост	5	0,20
				5	0,30
	Грейферный 7К...8К	В помещении	Мост Тележка	6	0,35
				3	0,30
		На открытом воздухе	Мост Тележка	6	0,20
	4			0,30	
Технологический	На открытом воздухе	Мост Тележка	5 3	0,50 0,30	
Козловой	Общего назначения 3К...5К	На открытом воздухе	Мост Тележка	6	0,20
				3	0,25
	Контейнерный 5К...7К	На открытом воздухе	Мост Тележка	6 3	0,20 0,30
Портальный	Монтажный 3К...5К	На открытом воздухе	Поворот Стрела	4	0,40
				3	0,30
	Перегрузочный 7К...8К	На открытом воздухе	Поворот Стрела	5 3	0,50 0,40
Кран-штабелер	6К...7К	В помещении	Мост	6	0,3

В зависимости от условий использования краны разделяют на восемь групп режима работы. Режим работы определяется в зависимости от класса использования и класса нагружения.

Класс использования крана (таблица 4.2), отражающий интенсивность использования крана при эксплуатации, характеризуется числом циклов работы, которое кран должен совершить за срок службы.

*Таблица 4.2*

Класс использования	Общее число циклов крана за срок его службы
С 0	До $1,6 \times 10^4$
С 1	От $1,6 \times 10^4$ до $3,2 \times 10^4$
С 2	От $3,2 \times 10^4$ до $6,3 \times 10^4$
С 3	От $6,3 \times 10^4$ до $1,25 \times 10^5$
С 4	От $1,25 \times 10^5$ до $2,5 \times 10^5$
С 5	От $2,5 \times 10^5$ до $5,0 \times 10^5$
С 6	От $5,0 \times 10^5$ до $1,0 \times 10^6$
С 7	От $1,0 \times 10^6$ до $2,0 \times 10^6$
С 8	От $2,0 \times 10^6$ до $4,0 \times 10^6$
С 9	Более $4 \times 10^6$

Срок службы крана – 15...25 лет.

Цикл работы крана включает перемещение грузозахватного устройства к грузу, подъем и перемещение груза, освобождение грузозахватного устройства и возвращение его в исходное положение.

Класс нагружения крана определяется распределением массы перемещаемых краном грузов относительно номинальной грузоподъемности  $Q_{ном}$

крана за срок его службы. Масса грузозахватного устройства включается в значение массы перемещаемого краном груза. Класс нагружения характеризуется коэффициентом нагружения, отражающим влияние нагружения на выносливость элементов конструкции.

Коэффициент нагружения

$$K_p = \sum \frac{N_i}{N_T} \left( \frac{Q_i}{Q_{\text{НОМ}}} \right)^3, \quad (4.3)$$

где  $N_i$  – число циклов работы крана за срок его службы с грузом массой  $Q_i$ ;  
 $N_T = \sum N_i$  – общее число циклов работы крана за срок его службы.

Характеристика классов нагружения кранов в зависимости от коэффициента нагружения приведена в таблице 4.3.

**Таблица 4.3**

Класс нагружения		Q 0	Q 1	Q 2	Q 3	Q 4
Коэффициент нагружения $K_p$	Более	-	0,063	0,125	0,250	0,500
	До	0,063	0,125	0,250	0,500	1,000

В тех случаях, когда трудно подсчитать число циклов, для определения классов использования можно воспользоваться ориентировочными данными из таблицы 4.4.

**Таблица 4.4**

Класс использования	Качественная характеристика работы крана	Срок службы, год
C0	Редкая (эпизодическая)	-
C1	Редкая в одну смену	-
C2	Относительно регулярная в одну смену	15
C3	Относительно регулярная в одну смену	20
C4	Малоинтенсивная в одну смену	20
C5	Малоинтенсивная в две смены	20
C6	Среднеинтенсивная в две смены	20
C7	Интенсивная в две смены или среднеинтенсивная в три смены	20
C8	Интенсивная в три смены	30
C9	Весьма интенсивная в три смены	30

Когда отсутствуют исходные данные для расчета  $K_p$ , класс нагружения определяют по данным, приведенным в таблице 4.5.

**Таблица 4.5**

Класс нагружения	Качественная характеристика классов нагружения кранов
Q 0	Работа с грузами массой, существенно меньшей номинальной, и очень редко с грузами номинальной массы
Q 1	Работа с грузами массой, преимущественно меньшей номинальной, средней и редко номинальной
Q 2	Работа с грузами массой, близкой к средней, и реже – номинальной
Q 3	Работа с грузами массой выше средней (в основном близкой к номинальной)
Q 4	Постоянная работа с грузами массой, близкой к номинальной



Группу режима работы кранов в зависимости от класса использования и класса нагружения определяют по данным таблицы 4.6.

Таблица 4.6

Класс нагружения	Класс использования									
	С 0	С 1	С 2	С 3	С 4	С 5	С 6	С 7	С 8	С 9
Q 0	-	-	1 К	1 К	2 К	3 К	4 К	5 К	6 К	7 К
Q 1	-	1 К	1 К	2 К	3 К	4 К	5 К	6 К	7 К	8 К
Q 2	1 К	1 К	2 К	3 К	4 К	5 К	6 К	7 К	8 К	8 К
Q 3	1 К	2 К	3 К	4 К	5 К	6 К	7 К	8 К	8 К	-
Q 4	2 К	3 К	4 К	5 К	6 К	7 К	8 К	8 К	-	-

При транспортировании грузов, нагретых до температуры более 300 °С, расплавленного металла, шлака, ядовитых и взрывчатых веществ и других опасных грузов, группу режима работы крана принимают не менее 6 К; исключение составляют самоходные стреловые краны, группа режима работы которых для транспортирования указанных грузов должна быть 3 К.

Примерное распределение грузоподъемных кранов по группам режима работы следующее.

Г р у п п а 1 К – краны с ручным приводом всех или части рабочих механизмов, обслуживающие насосные и компрессорные станции, машинные залы электростанций, ремонтные краны, вспомогательные краны механических цехов, приводные ремонтные краны мостового типа с приводными подвесными таями, редко используемые погрузочные краны, стреловые самоходные краны для монтажа промышленного оборудования.

Г р у п п а 2 К – ручные краны, часто используемые для установки заготовок на обрабатывающие станки; приводные краны мостового типа с приводными подвесными таями, применяемые для перегрузочных работ ограниченной интенсивности; вспомогательные мостовые краны механических цехов и краны, интенсивно используемые только при монтаже оборудования; мостовые краны с лебедочными грузовыми тележками для машинных залов, электростанций и ремонтных работ.

Г р у п п а 3 К – приводные краны мостового типа с приводными подвесными таями, используемые на перегрузочных работах средней интенсивности, а также краны для транспортных и монтажных работ в механических цехах; краны с лебедочными грузовыми тележками для перегрузочных работ ограниченной интенсивности и интенсивно используемые только при монтаже оборудования; башенные строительные краны для монтажа промышленных зданий, сооружений и оборудования; стреловые самоходные краны для погрузочных и монтажно-строительных работ.

Г р у п п а 4 К – башенные строительные краны, используемые на складах и полигонах заводов железобетонных изделий; передвижные консольные краны и краны на колонне для перегрузочных и вспомогательных работ.

Г р у п п а 5 К – приводные краны мостового типа с лебедочными грузовыми тележками, используемые на перегрузочных работах средней интенсивности; краны для технологических работ в механических цехах, на складах готовых изделий предприятий строительных материалов и складах металлолома, контейнерные краны на железнодорожных станциях, складах промышленных предприятий, занятые на перегрузке различных грузов, в том числе и контейнеров; мостовые и стеллажные краны-штабелеры с управлением с пола на складах тарных грузов.

Г р у п п а 6 К – грейферные, магнитные и магнитно-грейферные приводные краны мостового типа, работающие на складах с разнообразными грузами, преимущественно при сезонном использовании; контейнерные краны для перегрузки только контейнеров; мостовые и стеллажные краны-штабелеры с управлением из кабины и автоматического действия на складах тарных грузов; крюковые перегрузочные порталные краны на транспортных складских объектах; грейферные порталные краны на складах промышленных предприятий и в портах при сезонной работе; краны порталные – лесопогрузчики с приводным грейфером на складах круглого леса; консольные передвижные краны в литейных цехах.

Г р у п п а 7 К – приводные краны мостового типа с лебедочными грузовыми тележками при круглосуточной работе; краны с двухканатными грейферами и магнитно-грейферные, работающие на складах насыпных грузов и металлолома с однородными грузами при некруглосуточном использовании; закалочные, ковочные, литейные краны цехов металлургического производства; башенные строительные краны, обслуживающие гидротехническое строительство.

Г р у п п а 8 К – приводные краны типа: магнитные, используемые в цехах и на складах металлургических предприятий и металлолома при работе с однородными грузами, а также траверсные, мультимагнитные, мультотрейферные, мультозавалочные, копровые, ваграночные, шихтовые, колдцевые и для раздевания слитков в цехах металлургических предприятий; грейферные краны-перегрузатели на складах насыпных грузов; порталные грейферные краны складов и портов при круглосуточной и круглогодичной работе.

#### **4.1.4 Выбор типа кранов**

Краны мостового типа нецелесообразно применять при нерегулярной работе и ограниченной интенсивности, а также тогда, когда по планировочным условиям возможно использование напольных грузоподъемных средств (преимущественно на открытых площадках), на складах штучных и тарных грузов в случае возможности использования кранов штабелеров.

Применение козловых кранов допускается в следующих случаях: при невозможности или экономической нецелесообразности выполнения перегрузочных работ с помощью напольных средств механизации (погрузчиков,

стреловых кранов и др.), например, вследствие необходимости увеличения площади складов при установке крановых путей, невозможности обеспечения требуемой производительности, при возможной организации движения без пересечения крановых путей рельсовыми или безрельсовыми транспортными средствами.

Установка мостовых кранов на эстакадах открытых площадок допускается в следующих случаях: при отсутствии козловых кранов необходимой грузоподъемности и группы режима; при наличии стесненных условий для регулярного движения наземных транспортных средств с пересечением крановых путей.

Мостовые краны следует устанавливать внутри здания тогда, когда невозможно использование менее дорогостоящего и не требующего увеличения размеров и стоимости строительной части здания грузоподъемных средств, например, талей, переставных кранов и др.

При установке мостовых кранов внутри здания должны быть учтены следующие факторы:

- при ограниченной работе и средней интенсивности (группы режима крана 1К...3К), массе грузов 1...5 т и пролетах крана до 35 м следует устанавливать подвесные электрические краны;

- применение опорных однобалочных кранов группы режима 1К...3К и грузоподъемностью 1...5 т допускается только в тех случаях, когда установка подвесных кранов невозможна или связана со значительным повышением стоимости здания, а также при необходимости управления краном из кабины;

- применение двухбалочных электрических кранов всех групп режима и грузоподъемности 1...5 т допускается только при выполнении установочных операций на пониженных скоростях и отсутствии однобалочных кранов с соответствующими скоростными характеристиками, а также при ограничении высоты крана;

- ручные краны следует применять при эпизодически проводящихся монтажных и ремонтных работах, невозможности подвода электропитания и обеспечения беспрепятственного доступа к цепям привода кранов.

При выборе системы управления краном необходимо руководствоваться следующим:

- дистанционное управление с помощью подвесного кнопочного пульта следует принять при скоростях передвижения кранов до 0,83 м/с, возможности беспрепятственного и безопасного перемещения оператора и крана, отсутствии повышенных требований к точности установки груза;

- дистанционное управление с проводным или радиоканалом следует применять для кранов всех групп режима, а также при невозможности обеспечения необходимых условий комфортности работы оператора или при нахождении оператора в непосредственной близости от груза;

- в случаях, не указанных выше, допускается применять управление из кабины, расположенной на мосту крана.

Рекомендуется избегать применения кранов с механизмами главного и вспомогательного подъема; такие краны следует устанавливать только при необходимости использования механизма вспомогательного подъема для технологических операций, например, для кантования грузов; использования механизма главного подъема только для эпизодической работы (монтажные, ремонтные и другие операции).

Полукозловые и консольные краны используют преимущественно для вспомогательных работ и устанавливают в качестве дополнительных средств к мостовым кранам.

В некоторых случаях при эпизодическом использовании кранов допускается увеличивать грузоподъемность кранов путем установки на мост крана дополнительных лебедок, оснащения моста разгрузочными полиспастами.

#### **4.1.5 Мостовые краны**

*Назначение и классификация мостовых кранов.* Мостовым краном называется подъемно-транспортная машина, передвигающаяся по рельсовому пути на определенной высоте от пола и способная перемещать грузы в трех взаимно перпендикулярных направлениях. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы и не занимает ее полезную площадь. Используется на открытых площадках и в крытых складах для погрузки, выгрузки грузов из транспортных средств и для внутрискладского перемещения грузов.

Схема классификации мостовых кранов приведена на рисунке 4.3.

Мостовые краны состоят из двух основных узлов: моста, крановой тележки или тали, передвигающейся по мосту.

В зависимости от конструкции моста краны подразделяются на однобалочные и двухбалочные. Однобалочный мост состоит из главной балки, соединенной с двумя концевыми балками. Двухбалочный имеет две главные балки, соединенные с двумя концевыми балками.

По способу опирания на крановый путь различают мостовые краны опорные и подвесные. У опорного ходовые колеса перемещаются по рельсам, уложенным на балках эстакады или на колоннах, кронштейнах, выступающих в стенах здания. У подвесных кранов ходовые колеса опираются на нижние полки двуглавых балок, подвешенных к потолочным конструкциям.

В зависимости от назначения мостовые краны подразделяются на общего назначения (используется в основном грузовой крюк) и специальные (грейферные, магнитные, контейнерные, металлургические).

*Устройство, принципиальные схемы, принцип действия, основные параметры мостовых кранов.* Однобалочные мостовые краны (кран-балки) применяют при небольших пролетах (5...17 м) малой грузоподъемности (1...5 т) и легких условиях работы. Мост крана – двуглавая балка, по которой перемещается таль (электрическая или ручная). Для придания жесткости при малых пролетах устраивают ферму в горизонтальной плоскости,

а при больших пролетах – устраивается ферма и в вертикальной плоскости. Двутавровая балка соединена с двумя концевыми балками, на которых расположены ходовые колеса.

Для повышения жесткости концевые балки соединяются с мостом подкосами (при пролетах 7...9 м).

Схема мостового однобалочного опорного крана приведена на рисунке 4.4.

Кран представляет собой двутавровую ездовую балку 1, которая опирается на поперечные концевые балки 5. В качестве подъемного механизма и перемещения вдоль балки служит электроталь (тельфер) 3 или ручная таль. Ходовые колеса концевых балок приводятся в движение от общего вала, центрального привода, если пролет до 11 м, или имеют отдельные приводы при больших пролетах. Управление кранами может осуществляться из кабины (рисунок 4.5) или дистанционно (рисунок 4.6).

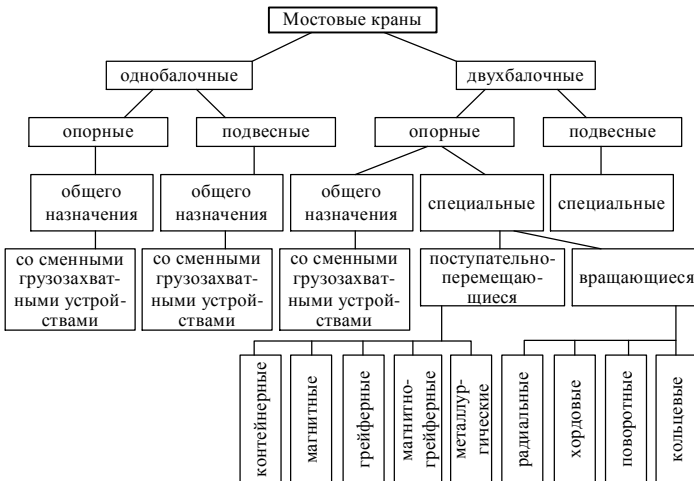


Рисунок 4.3

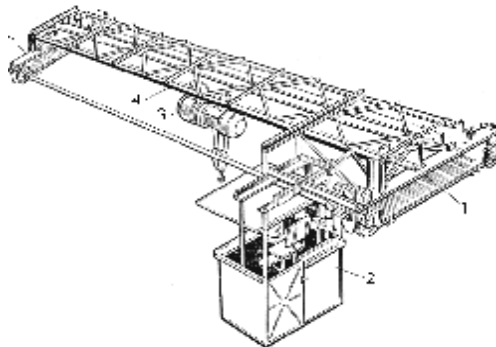


Рисунок 4.4



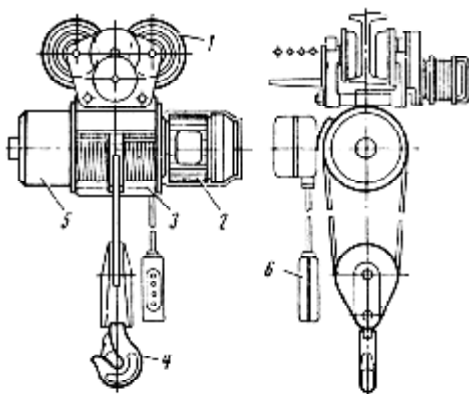


Рисунок 4.7

Соотношение между длиной базы крана  $K$  и пролетом крана  $L_k$   
 $K = L_k (1/6 \dots 1/5)$ . (4.4)

Мостовые опорные однобалочные краны имеют следующие значения параметров:

грузоподъемность . . . . .	1...5 т;
пролет . . . . .	4,5...28,5 м;
высота подъема . . . . .	6,12,18 м;
скорость, м/с:	
подъема груза . . . . .	0,13;
передвижения тали . . . . .	0,33 и 0,53;
передвижения крана . . . . .	0,4 и 0,63 (управление с пола);
	0,63 и 1,0 (управление с кабины).

Для кранов, управляемых с пола, масса ниже на 10...25 %.

Однобалочный подвесной кран (рисунок 4.8) представляет собой конструкцию, у которой ездовая балка 1 с тельфером 2 укреплена к ходовым кареткам 3, передвигающимся по двутавровым путям 4, прикрепленным к строительным фермам или балкам перекрытия. Кран характеризуется пролетом ( $L_{п} = 4,5...28,5$ ), вылетом консоли  $l$ , длиной базы  $B$ .

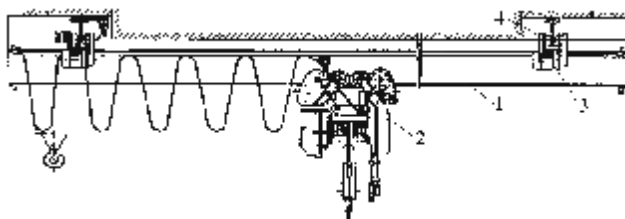


Рисунок 4.8

У подвесных однобалочных кранов длины консолей принимают кратными 0,3 м в пределах 0,3...1,5 м, высота подъема 6...32 м, скорость подъема 0,125 и

0,130 м/с, передвижения тали 0,33 и 0,40 м/с, передвижения крана 0,5 м/с. Изготавливаются одно-, двух- и многопролетные. Длина крана: однопролетного от 3,6 до 18 м, двухпролетного – от 16,2 до 27 м и многопролетного может достигать 100 м. Схема трехпролетного крана приведена на рисунке 4.9.

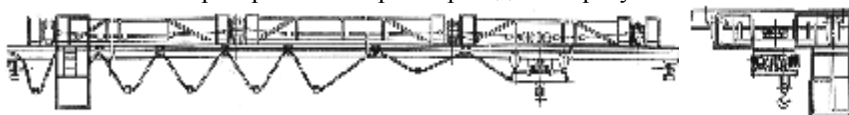


Рисунок 4.9

Применение подвесных кранов позволяет осуществить передачу грузов из одного пролета в другой пролет склада или на консоли при выдаче груза с крытого склада или приема в склад. Это достигается путем стыкования несущих балок двух подвесных кранов, расположенных в соседних пролетах или путем стыкования несущей балки крана с балкой консоли.

Ручные подвесные краны, как правило, комплектуются червячными или шестеренчатыми ручными талями.

Однобалочные мостовые краны обеспечивают снижение металлоемкости, особенно при больших пролетах (25...30 м). Используются при ограниченной интенсивности использования. Группа режима работы 1К...3К.

Мостовые двухбалочные опорные краны общего назначения имеют электрический привод, грузоподъемность 5...50 т, скорость подъема груза 0,05...0,32 м/с, скорость передвижения тележки 0,32...0,63 м/с, скорость передвижения крана 0,40...2,50 м/с, высота подъема 8...16 м, пролет 7,5...34,5 м, группы режима работы 3К...7К.

На рисунке 4.10 приведена схема двухбалочного мостового крана опорного типа с основным и вспомогательным механизмами подъема груза.

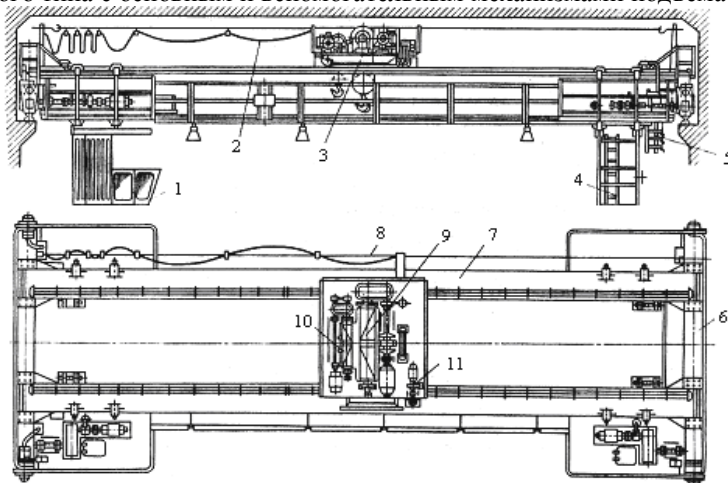


Рисунок 4.10



Мост крана состоит из двух главных 7 и двух концевых 6 балок. Мост опирается ходовыми колесами на рельсы. По рельсам, уложенным на главных балках, передвигается грузоподъемная тележка 3 опорного типа, оснащенная основным 9 и вспомогательным 10 механизмами подъема. Тележка самоходная и приводится в движение от электропривода 11. К мосту крана прикреплена кабина управления 1. Электроэнергия к электродвигателям подается с помощью токопроводящих шин (троллеев). Для осмотра троллеев имеется кабина 4. Электроэнергия от троллеев к электродвигателям подается с помощью гибкого кабеля 2.

Главный и вспомогательные механизмы подъема имеют краны с грузоподъемностью свыше 10 т, что позволяет поднимать тяжелые грузы главным механизмом подъема с меньшей скоростью, а менее тяжелые с большей скоростью – вспомогательным. Грузозахватные приспособления выбираются в зависимости от массы, формы груза, типа тары.

Специальные мостовые краны имеют двухбалочный мост, опорную грузовую тележку. Их изготавливают на базе крюковых мостовых кранов.

К особенностям специальных кранов, отличающих их от кранов общего назначения, можно отнести следующие: большее число механизмов, а следовательно, возможность выполнения значительного числа рабочих движений (4...7); ограниченное применение в зависимости от вида перемещаемого груза и технологического процесса, оснащение специальными грузозахватными устройствами, лебедками и другими механизмами.

Контейнерные краны оснащаются специальными грузозахватными устройствами, обеспечивающими автоматический захват за римы и фитинги контейнеров и освобождение. Грузовые тележки оборудуются поворотными платформами, позволяющими производить поворот контейнера в горизонтальной плоскости.

Магнитные краны предназначены для подъема и транспортирования ферромагнитных материалов. Эти краны снабжены грузовыми электромагнитами, подвешенными на крюковой подвеске или траверсе. Отличается от мостовых кранов общего назначения более тяжелой конструкцией и наличием оборудования, необходимого для работы электромагнита (размещается на мосту крана). Механизмы передвижения этих кранов и их тележек не имеют отличий по сравнению с механизмами мостовых кранов общего назначения.

Грейферные краны предназначены для подъема и транспортирования сыпучих и кусковых материалов. В качестве грузозахватного устройства эти краны имеют грейферы различного исполнения.

Грейферные краны имеют грейферную лебедку с двумя барабанами, один из которых предназначен для наматывания замыкающего каната при закрытии челюстей грейфера (замыкающий), а другой – для наматывания поддерживающего каната (подъемный). Подъемный барабан работает со-

вместно с замыкающим при подъеме и опускании грейфера.

Магнитно-грейферные краны предназначены для перегрузки ферромагнитных грузов, а также сыпучих и кусковых грузов. Для захвата ферромагнитных грузов используется ферромагнит, а для сыпучих и кусковых – двухчелюстной грейфер. В зависимости от назначения их выполняют с двумя тележками: магнитной и грейферной или с одной тележкой, оборудованной магнитной и грейферной лебедками.

В качестве магнитно-грейферных кранов могут быть использованы мостовые краны общего назначения тяжелого режима работы.

К металлургическим кранам, используемым в мартеновских цехах металлургических заводов, относятся литейные краны, напольно-завалочные, для разведения мартеновских слитков. В прокатных цехах применяют колдцевые, напольно-крышечные, посадочные краны с лапами.

В сталеплавильных цехах машиностроительных заводов находят применение мульдо-транспортные краны, завалочные и разливочные краны, а в кузнечно-прессовых цехах – ковочные краны, в термических цехах – закалочные краны.

В отличие от обычного мостового крана, обслуживаемого крановщиком и стропальщиком, металлургический кран управляется только машинистом. Отсутствие стропальщика требует полной механизации работы захватных органов крана. Большинство захватных органов имеют жесткую подвеску, благодаря которой облегчается механизация управления подъемно-транспортными операциями крана из кабины машиниста.

Радиальный кран, вращающийся относительно одной из своих опор, имеет длину пролета, равную радиусу  $R$  кольцевой рабочей площадки, которую он обслуживает (рисунок 4.11, а).

Ось вращения моста 3 закреплена на опоре 1, смонтированной в центральной части рабочей площадки, и прикреплена к потолку здания. Тележка 2 предназначена для обслуживания той площади кольца, которая меньше площади кольца радиусом  $R$  с учетом тех расстояний, на которые тележка не может подходить к ходовой ведущей тележке 4, перемещающейся по кольцевому рельсу 5, и к опоре 1.

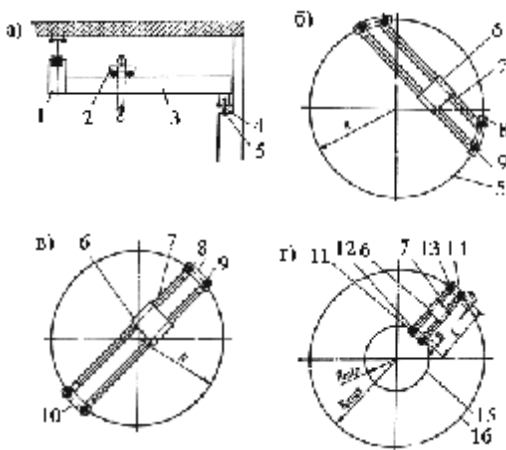


Рисунок 4.11

Хордовый кран (рисунок 4.11, б) так же, как и радиальный, перемещается по одному кольцевому рельсу 5. Ходовые колеса 9 закреплены на ходовых тележках 8, несимметрично расположенных относительно балок 7 моста. Тележка 6 моста предназначена для обслуживания меньшей площади кольца при том же радиусе  $R$ , как у радиального крана.

Поворотный мостовой кран (рисунок 4.11, в) имеет длину моста крана, равную  $2R$  – диаметру кольцевого рельса. Тележка 6, перемещаясь на балках 7 моста, обслуживает большую площадь, чем радиальный кран, так как может поднимать груз в центре рабочей площадки. В этом кране ходовые тележки 8 и 10 перемещаются в противоположные стороны при повороте моста относительно центра окружности кольцевого рельса. Оси ходовых колес ориентированы по радиусу кольцевой рабочей площадки.

Схема кольцевого крана, перемещаемого по двум кольцевым рельсам 15 и 16 с радиусами  $R_{\min}$  и  $R_{\max}$ , показана на рисунке 4.11, г. Пролет моста 7 крана  $L = R_{\max} \dots R_{\min}$ .

Для обеспечения движения колес наружной 13 и внутренней 12 ходовых тележек без скольжения ходовые колеса выполняются с разными диаметрами или частотой вращения, пропорциональной радиусам  $R_{\max}$  и  $R_{\min}$ .

Площадь, обслуживаемая краном,

$$F = \pi [(R_{\max} - b^2 - (R_{\min} + a)^2], \quad (4.5)$$

где  $a$  и  $b$  – расстояния грузозахватного устройства в граничных положениях по пролету до осей рельсов.

Мостовые подвесные двухбалочные краны выпускают по индивидуальным заказам небольшими партиями. Применяются на предприятиях самолетостроения. Грузоподъемность 100...120 т, многопролетные с двумя и большим числом грузовых тележек. Мост крана состоит из шарнирно соединенных звеньев, которые можно разъединять и использовать в качестве отдельных мостов. Общая длина моста может составлять 90...120 м, а скорость передвижения крана 1,5...1,8 м/с.

К недостаткам мостовых кранов относится значительная стоимость эстакады, устанавливаемой вдоль всей площади, на которой выполняются погрузочно-разгрузочные операции.

Масса двухбалочных кранов выше массы однобалочных кранов, однако двухбалочные имеют следующие достоинства:

- используется устойчивая двухрельсовая тележка, позволяющая монтировать на нее разнообразное рабочее оборудование;
- строительная высота минимальна и равна высоте механизма подъема;
- меньше подходы грузового крюка;
- более надежна работа механизма передвижения тележки;
- более удобное обслуживание механизма подъема груза;
- благодаря жесткой в горизонтальной плоскости конструкции моста краны могут иметь скорость передвижения 1,5...2 м/с и более.

#### 4.1.6 Козловые краны

*Назначение и классификация козловых кранов.* Козловые краны представляют собой разновидность мостовых кранов. Их отличие состоит в том, что мост крана устанавливается на высоких опорах-ногах, присоединяемых к мосту жестко или шарнирно. Каждая опора состоит из двух стоек, нижними концами закрепленных на ходовых балках крана, снабженных ходовыми колесами. Такое устройство исключает необходимость в сооружении эстакад, подкрановые пути укладываются на уровне земли. Этим объясняется преимущественное распространение козловых кранов на открытых складах.

Козловые краны получили широкое применение на перегрузке контейнеров, тяжеловесов, металла, лесных и строительных материалов, навалочных грузов и др.

В козловых кранах, так же, как и в мостовых, реализуются три самостоятельные операции: подъем – опускание груза на требуемую высоту, перемещение груза по мосту крана поперек обслуживаемой площадки и перемещение груза краном вдоль обслуживаемой площадки. Выполнение этих операций позволяет перемещать грузы в любые точки склада прямоугольной формы.

В козловых кранах в качестве привода используются в основном электродвигатели. Грузоподъемные устройства монтируются на тележках, аналогичных мостовым кранам, или используются электротельферы.

В качестве грузозахватных устройств используются крюки, электромагниты, рейферы, автостропы и другие устройства.

Козловые электрические краны по назначению разделяют на перегрузочные, строительно-монтажные и специального назначения.

Перегрузочные краны эксплуатируют на открытых складах, обслуживаемых средствами наземного рельсового и безрельсового транспорта. Грузоподъемность кранов 3,2...50 т, пролеты 10...40 м, высота подъема груза 7...16 м, скорость подъема 5...10 м/мин, передвижения тележки 20...40 м/мин, передвижения крана 20...60 м/мин. На их базе выпускают строительно-монтажные и специальные краны.

Грузоподъемность строительно-монтажных кранов 300...400 т, пролет 60...80 м, высота подъема 20...30 м; скорость подъема 0,1...0,5 м/мин, передвижения тележки 0,6...1,0 м/мин, передвижения крана 0,24...1,5 м/мин.

Перегрузочные козловые краны предназначены для перегрузки штучных и сыпучих грузов на складах, в портах, на железнодорожных станциях. Монтажно-строительные краны используют при монтаже различного оборудования, энергетических установок и сборных транспортных сооружений. Краны специального назначения обслуживают гидротехнические сооружения.

По количеству балок моста краны бывают однобалочные и двухбалочные.

В зависимости от взаимного расположения моста и его опор различают краны бесконсольные, одно- и двухконсольные. При одной и той же длине мост двухконсольного крана значительно легче, чем мост крана бесконсольного, за счет меньшего расстояния между опорами пролета крана.

Классификация козловых кранов приведена на рисунке 4.12.

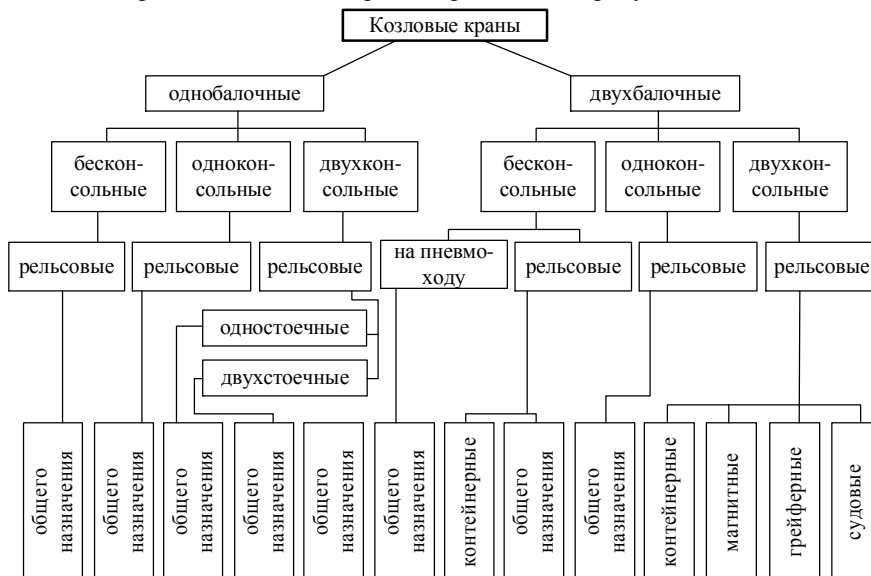


Рисунок 4.12

Простота конструкции, управления и обслуживания, относительно низкая стоимость изготовления кранов и их эксплуатации обусловили их широкое внедрение. Затраты на эксплуатацию козловых кранов незначительно превышают те же затраты на эксплуатацию мостовых кранов с аналогичными параметрами. К недостаткам кранов следует отнести малую высоту подъема груза (в сравнении со стреловыми кранами), ограниченную площадь рабочей зоны.

*Устройство, принципиальные схемы, принцип действия, основные параметры козловых кранов.* К основным параметрам козловых кранов относятся: грузоподъемность, пролет, вылеты консолей, рабочие вылеты консолей, высота подъема захватного органа над уровнем головок подкрановых рельсов, скорости рабочих движений, расстояние от грузовой подвески до передней грани опорной стойки.

Для устойчивого передвижения кранов по крановым путям должно быть обеспечено определенное (обычно 1:5...1:7) отношение пролета к колесной базе. Ширина ходовых тележек и нижних частей крана определяет

возможные пределы приближения к подкрановым путям штабелей груза, транспортных средств, сооружений и наземного оборудования. Имеет значение также и уровень расположения выступающих элементов ходовой части. Вертикальные нагрузки на ходовые колеса крана, в значительной мере определяющие расходы на сооружение и эксплуатацию подкрановых путей, также должны быть включены в число основных параметров козловых кранов.

При производстве строительного-монтажных работ (и иногда на погрузочно-разгрузочных работах), как правило, применяют бесконсольные краны, схема которого приведена на рисунке 4.13.

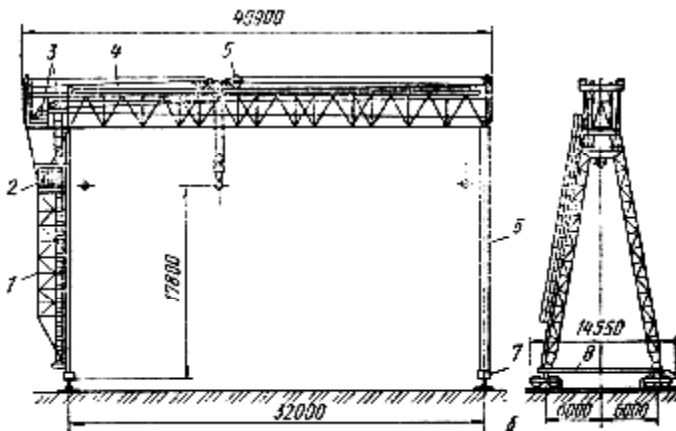


Рисунок 4.13

Козловый бесконсольный кран состоит из моста 4 балочной или решетчатой конструкции, опертго на две пары стоек 1 и 6. По мосту крана передвигается грузовая тележка 5. Краны грузоподъемностью до 5 т обычно имеют мост в форме двутавра, по которому передвигается электроталь. Козловые краны различают по виду соединения моста со стойками: жесткое или шарнирное. При больших пролетах козлового крана одну пару стоек соединяют с мостом жестко (стойки 1), а другую – шарнирно, что исключает опасность возникновения значительных напряжений в металлоконструкции крана при воздействии переменных температур или отклонения размера колеи кранового пути от номинального значения.

Стойки крана опираются на четыре ходовые тележки 7. Две ходовые тележки (по одной с каждой стороны крана) – приводные для передвижения крана вдоль рельсового пути. Для обеспечения устойчивости крана стойки попарно (в плоскости движения крана) связаны жесткими тягами 8. Кабину управления 2 обычно размещают на стойке крана, жестко связанной с мостом. На специальной платформе над этой стойкой размещают механизмы подъема груза и передвижения грузовой тележки 3, если они не установлены на раме самой тележки. Для обслуживания металлоконструкций и меха-

низмов грузоподъемных кранов устанавливают лестницы и ограждения.

Устройство однобалочного, одноконсольного козлового крана – аналогично приведенному на рисунке 4.13 бесконсольному с отличием в том, что имеется одна консоль (рисунк 4.14).

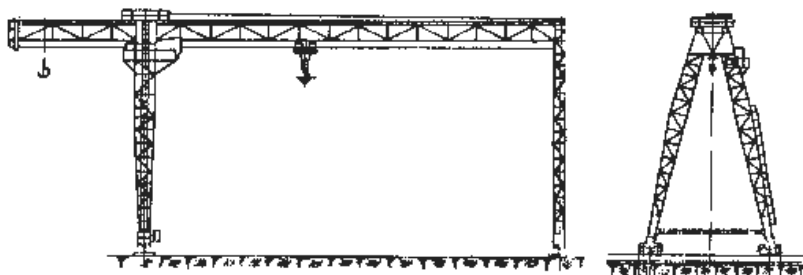


Рисунок 4.14

Схема однобалочного двухконсольного крана приведена на рисунке 4.15.

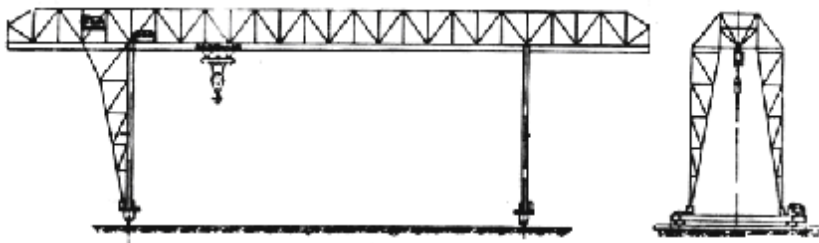


Рисунок 4.15

Кран оборудован монорельсовой тележкой, перемещающейся с помощью тягового каната. Лебедки механизмов подъема груза и перемещения тележки смонтированы на мосту над жесткой опорой. В грейферном исполнении кран оборудуется дополнительной лебедкой для замыкания и размыкания челюстей грейфера. Устанавливается лебедка на мосту крана.

Электротали применяются в козловых кранах легкого и среднего режимов работы и соответствующей грузоподъемности. Однако следует иметь в виду, что технические характеристики и эксплуатационные качества электроталей не полностью удовлетворяют условиям работы на козловых кранах. Тали недостаточно защищены от атмосферных осадков, поэтому на мосту крана следует предусматривать специальный стояночный участок, оборудованный щитом, предотвращающим попадание осадков на корпус электротали.

Серийно выпускаемые тали имеют одну скорость подъема груза (0,13 м/с) и передвижения (0,33 м/с), что не всегда удовлетворяет условиям работы. Отсутствует тормоз механизма передвижения. Это резко снижает точность установки тали и не гарантирует ее от самопроизвольного пере-

мещения вдоль моста при действии случайных нагрузок. Крюковая обойма, подвешенная на двух ветвях, слабо сопротивляется закручиванию, неизбежному при навеске на крюк поворотного захватного органа.

Козловые краны однобалочные с одностоечными 1 опорами (рисунок 4.16) имеют мост 2 прямоугольной коробчатой конструкции, по которому перемещается консольная крановая тележка опорного типа 3. Для транспортировки и перегрузки длинномерных и крупногабаритных грузов используют одновременно два таких крана. Это позволяет развернуть длинномерные грузы на  $90^\circ$  около стоек опор. Такие краны могут обслуживать пересекающиеся подкрановые пути, конвейеры. По сравнению с двухстоечными козловыми кранами одностоечные имеют повышенную на 10...15 % металлоемкость, сложны в изготовлении и монтаже.

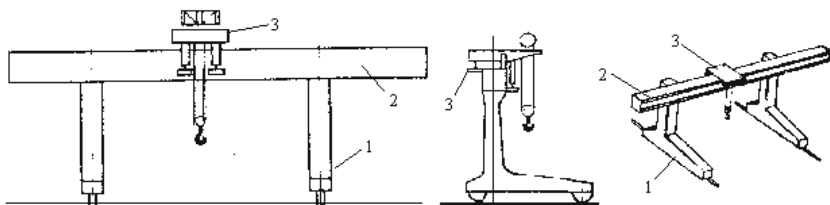


Рисунок 4.16

В консольных тележках (рисунок 4.17) механизм подъема груза обычно расположен на консольной части рамы. Для уменьшения нагрузок на удерживающие колеса вылет крюка (от опорного рельса) обычно ограничивают 0,8...2,0 м. Рама тележки имеет две консольные балки 1, несущие электроталь 2. Посередине рамы предусмотрена поперечина 3, к которой прикреплен свободный конец грузового каната. Мотор-редуктор 4 механизма передвижения тележки приводит в движение опорные ходовые колеса 5, перекатывающиеся по подтележечному рельсу 6. Кронштейн тележки образован двумя парами стоек 7 и подкосов 8, концы которых прикреплены к нижней балке, снабженной передними упорными роликами, взаимодействующими с нижней горизонтальной направляющей.

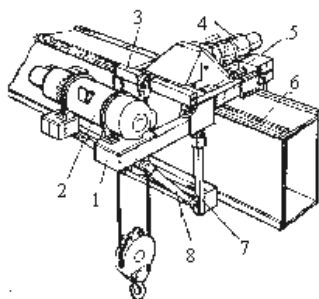


Рисунок 4.17

Тыльные упорные ролики укреплены на кронштейне с противоположной стороны рамы тележки.

Для повышения мобильности козловые краны изготавливают на пневмоколесном ходу (рисунок 4.18).

Кран состоит из двух мостов 1, опирающихся на четыре опоры 3, со-



единенных сварными поперечными балками 7. Они, в свою очередь опираются на две тележки со спаренными колесами на пневмошинах 6, которые могут поворачиваться на  $90^\circ$ , что обеспечивает передвижение крана вдоль и поперек площадки. На одной из поперечных балок расположена дизель-генераторная установка 5 и кабина оператора 4. Каждый мост крана имеет механизм подъема, смонтированный на двух тележках передвижения 2, оборудованных электроприводом. Механизмы могут работать независимо или синхронно. Грузоподъемность – до 40 т. Рабочие скорости передвижения крана, тележки, подъема груза значительно ниже, чем у козловых кранов на рельсовом ходу.

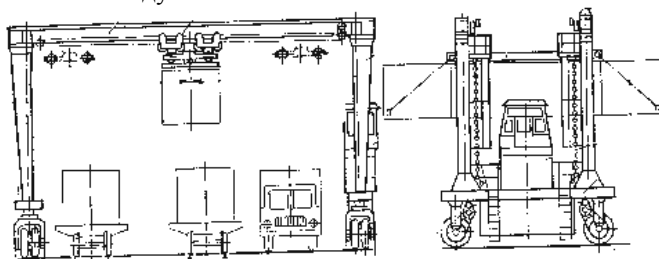


Рисунок 4.18

Схема козлового двухбалочного двухконсольного крана приведена на рисунке 4.19.

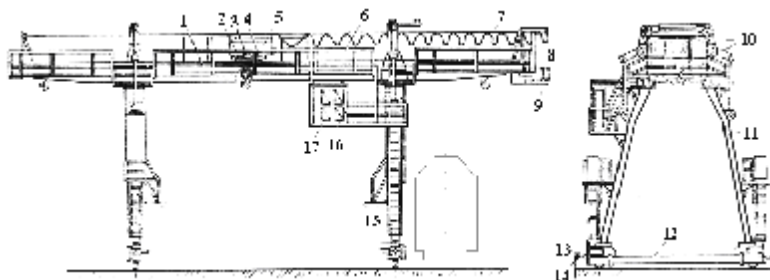


Рисунок 4.19

Кран состоит из двухбалочного моста 1, шарнирно смонтированного на двух опорах. На верхних поясах главных балок уложены рельсы, по которым перемещается грузовая тележка 5. Токопровод к ее исполнительным механизмам осуществляется посредством гибкого кабеля 7, скользящего на штормной подвеске по натянутой вдоль моста струне. Каждая опора состоит из двух стоек 11, шарнирно связанных с мостом. Стойки опор соединены друг с другом внизу стяжками 12, а сверху – специальными шарнирно-тросовыми уравнивательными механизмами 10. Стяжки 12 устанавливаются после перевода крана в рабочее положение при монтаже. Уравнивательный механизм обеспечивает син-

хронный подъем стоек, выбирая возможные перекосы. Стойки жестко крепятся к рамам ходовых тележек 13, опирающихся своими ходовыми колесами на два подкрановых рельса 19. Приводными выполняются две или четыре тележки. Питание крана электроэнергией осуществляется от главных троллей 9 посредством токосъемников 8. Управление краном происходит из кабины 17, жестко закрепленной на нижнем поясе моста. Для входа в кабину смонтирована лестница 15. Мост оборудован металлическими настилами с ограждениями 6 для прохода по крану и его обслуживания.

Козловые контейнерные краны предназначены для перегрузки контейнеров массой брутто 10...30 т. Мост крана (рисунок 4.20) представляет собой прямоугольную сварную раму из двух широко расставленных главных балок 1, жестко связанных с двумя концевыми балками 9 посредством угловых коробок 10. Главные и концевые балки имеют коробчатую форму.

По рельсам, уложенным на верхних поясах главных балок, перемещается посредством четырех приводных колес грузовая тележка 4, на сварной раме которой смонтированы механизм подъема, поворота грузозахватного устройства, аппаратные кабины, вспомогательный кран 3 и кабина управления 2. К грузовой тележке через механизм подъема подвешен автоматический захват (спредер) с помощью пространственного полиспаста.

Вспомогательный кран предназначен для обслуживания механизмов козлового крана при монтаже, профилактике и ремонте. Кран выполнен консольным стреловым, поворотным на колонне.

Главные балки жестко связаны с четырьмя стойками 8, опирающимися на коробки 11 ходовых частей крана, связанные растяжками 6.

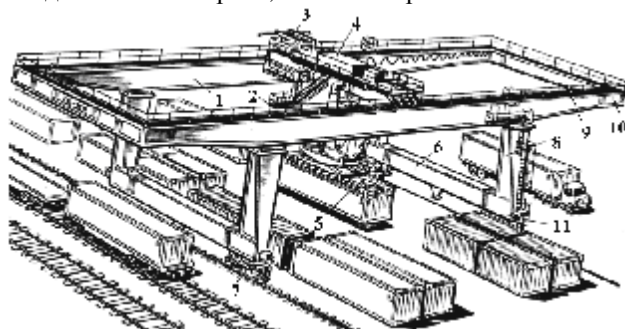


Рисунок 4.20

Кран оснащен всеми устройствами безопасной эксплуатации. В их числе – ограничитель высоты подъема, ограничитель грузоподъемности, автоматические рельсовые захваты, сигнализаторы скорости ветра, приборы звуковой сигнализации. Ограничитель грузоподъемности обеспечивает ав-

томатическое отключение механизма подъема, если масса контейнера брутто превышает номинальную грузоподъемность на 10 % или если центр тяжести номинального груза в контейнере смещен относительно геометрического центра тяжести более чем на 1200 мм по длине и на 300 мм по ширине. Все крайние положения рабочих органов исполнительных механизмов крана обеспечены ограничителями хода. При открытых дверях кабины срабатывает блокировка, исключающая возможность передвижения крана и тележки.

Большие собственные массы козловых кранов для перегрузки крупнотоннажных контейнеров, массы брутто последних, а также большие скорости и ускорения рабочих органов кранов являются причиной высокой инерционности в периоды неустановившихся движений. Это существенно усложняет процесс управления исполнительными механизмами кранов, препятствуя, например, точной подводке спредера на контейнер или контейнера на транспортное средство. В этих условиях качественное выполнение погрузочно-разгрузочных операций обеспечивается возможностью работы исполнительных механизмов на основных рабочих скоростях и на скоростях доводочных.

Козловые краны используются и для работы с электромагнитами и грейферами. В этом случае на мосту и тележке крана устанавливаются дополнительные устройства, аналогичные, как у мостовых кранов.

Полукозловые краны изготавливают по индивидуальным заказам или ограниченными партиями с использованием узлов одно- и двухбалочных мостовых кранов. Краны, как правило, имеют бесконсольные мосты и предназначены для установки в помещении. Грузоподъемность этих кранов 1...20 т, пролет 8...20 м, скорости, как у мостовых кранов. Схема полукозлового крана приведена на рисунке 4.21.

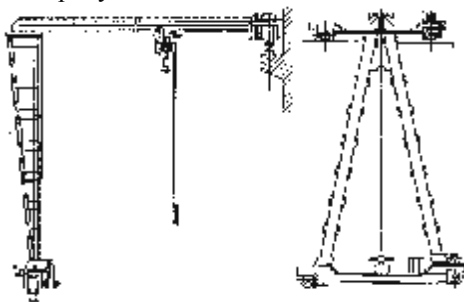


Рисунок 4.21

Судовые краны позволяют выполнять перегрузочные операции с морских судов на речные и обратно, выполняют грузовые операции в портах в том случае, когда портовые погрузочно-разгрузочные машины имеют недостаточный вылет для обеспечения этих операций.

Козловые судовые краны передвигаются по рельсовым путям, проло-

женным на палубе над крышками трюмных люков. Главные балки моста жестко прикреплены к опорам. Стойки каждой из опор соединены между собой стяжками. Консоли крана выполняются выдвигаемыми или складными, так как они создают большое аэродинамическое сопротивление и мешают маневрированию судна (особенно в порту).

Судовой козловой кран с выдвигающейся рамой (рисунок 4.22) передвигается по рельсам, уложенным на корпусе судна 1, и состоит из опоры 2, моста 3, тележки 4, выдвигающей рамы 5, роликов 6. Между двумя главными балками крана в направляющих роликах перемещается рама, длина которой равна длине главных балок. Эта рама, будучи выдвинута на правый или левый борт судна, образует консоль. Грузовая тележка движется внутри рамы, к которой прикреплена кабина крановщика.

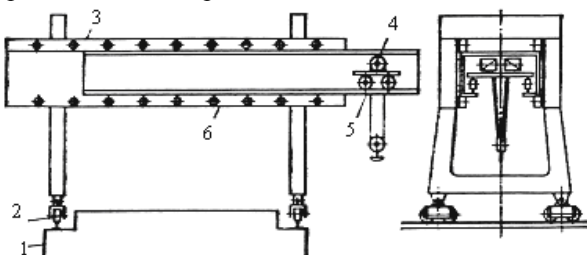


Рисунок 4.22

На рисунке 4.23 приведена схема судового козлового грейферного крана.

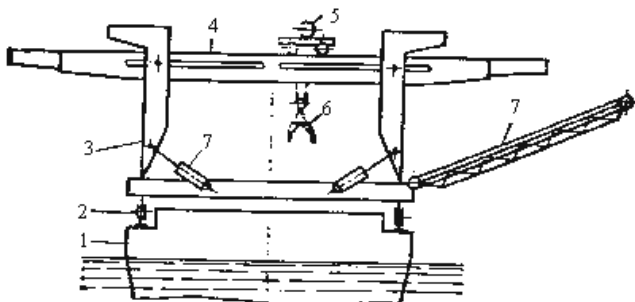


Рисунок 4.23

Особенностью этого крана являются опоры 3, имеющие Г-образную форму, перемещающиеся на тележках 2 по рельсам, уложенным на палубе 1, опоры перемещаются в вертикальное и наклонное положение с помощью гидроцилиндров 7. Пролетное строение 4 имеет прорезы, в которые входят штыри, соединяющие его с опорами. При наклоне опор в исходное положение высота конструкции уменьшается. Кран оборудован ленточным конвейером 8. По мосту крана передвигается тележка 5, оснащенная грузозахватными устройствами 6.



Разворот груза на весу, даже при наличии приводного поворотного устройства, увеличивает длительность рабочего цикла крана. Для ручного разворота длинномерных грузов массой более 5 т необходимо не менее двух человек. Чтобы избежать разворота грузов над железнодорожными платформами и в особенности полувагонами, расстояние между стойками должно быть достаточным для перемещения при необходимой высоте поперечно расположенного груза (рисунок 4.25).

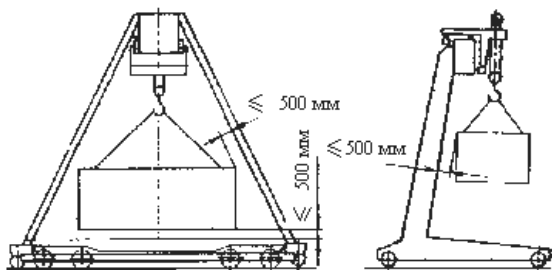


Рисунок 4.25

Груз, подвешенный на свободно вращающемся крюке, при проходе через опору может самопроизвольно развернуться. Поэтому для интенсивно эксплуатируемых кранов расстояние между стойками необходимо назначать исходя из наибольшего размера груза (например, диагонали пакета или контейнера). Зазор между грузом и стойками опор должен быть не менее 500 мм. Это же относится и к тем случаям, когда приходится разворачивать груз в пролете или под консолями.

Практика показывает, что для кранов грузоподъемностью 3,2...5,0 т универсального назначения при колесной базе  $B = 6,5...7,5$  м удастся обеспечить практически беспрепятственное транспортирование груза через опоры; у кранов большей грузоподъемности этот размер должен быть 9...11 м.

При  $B > (1,2...1,5)H$  конструкция и условия работы стоек опор и узлов их примыкания к мосту усложняются. В то же время с увеличением опорной базы удлиняются подкрановые пути. Поэтому в ряде случаев для увеличения расстояния между стойками на заданной высоте их выполняют Г-образной формы или укрепляют мост дополнительными поперечными кронштейнами. Аналогично обеспечивают и наименьшее допустимое расстояние между грузовой подвеской и передней гранью опорной стойки у крана с одностоечными опорами (рисунок 4.25).

#### 4.1.7 Мостовые перегружатели, кабельные краны

*Классификация, устройство, назначение мостовых перегружателей.* Мостовые перегружатели предназначены для выполнения перегрузочных операций массовыми грузами при устойчивых грузопотоках (в портах, на металлургических заводах, на теплоэлектростанциях).

Мостовые перегружатели (рисунок 4.26) состоят из моста 2, установленного на высоких опорах 3 и 5, грузовой тележки или поворотного стрелового крана 4.

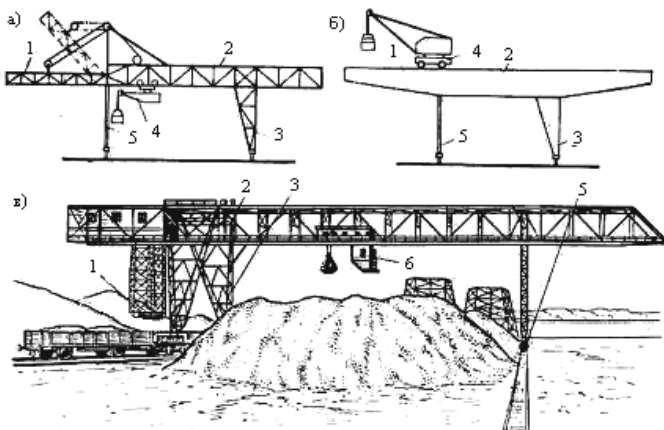


Рисунок 4.26

Перегружатели могут быть оснащены консолями 1. Надводную консоль часто делают подъемной для пропуска судов. Длина пролета моста достигает 120 м, консоли – 50 м. Масса – 600...2000 т. Грузоподъемность достигает 60 т, производительность – 2000 т/ч, скорость подъема – 30...100 м/мин, передвижения тележки – 50...60 м/мин, передвижения моста – 9...30 м/мин.

Конструктивно мостовые перегружатели делят на две группы: с нижним (рисунок 4.26, а) и верхним (рисунок 4.26, б) катанием тележки. При верхнем катании перегружатель оснащают стреловым поворотным краном с вылетом 15...20 м. Вылет стрелы постоянный, скорость механизма передвижения – 1...3 м/с, а подъема грейфера – 1...4 м/с. При нижнем катании тележки часто оснащают короткой (5...6 м) поворотной стрелой.

Мостовые перегружатели различаются между собой числом консолей, а также способом их крепления к мосту и длиной. Крепление опор к мосту может быть жесткое и шарнирное, опоры разной длины.

Для обслуживания складов секторной формы предназначены радиальные перегрузочные мосты, одна из опор которых закреплена в центре склада и выполнена с возможностью поворота вокруг вертикальной оси, а другая с возможностью перемещения по круговому рельсовому пути.

Некоторые мостовые перегружатели наряду с грузовыми тележками оборудуются конвейерами (рисунок 4.26, в). Такие мостовые перегружатели используются на карьерах.

Тележки мостовых перегружателей обычно автономные, но находят применение тележки с канатной тягой. Тележки перемещаются в основном по верхнему поясу моста, реже – по нижнему. Применение вместо тележки стрелового крана позволяет увеличить ширину полосы отсыпки груза.

Мостовые перегружатели передвигаются по нескольким рельсам (до 8 шт.). Расстояние между рельсами под одной опорой – от 500 до 2000 мм. Общее число ходовых колес – до 96.

*Классификация, устройство, назначение кабельных кранов.* Кабельные краны применяют в тех случаях, когда возникает необходимость обслуживать перегрузочными операциями открытые склады больших размеров, при которых перегрузочные мосты оказываются весьма тяжелыми и дорогостоящими (при строительстве гидростанций, на открытых горных разработках, на лесных и угольных складах, на переправах через реки и ущелья).

Кабельные башенные краны имеют грузоподъемность 3...25 т (реже – до 150 т), пролеты 300...600 м (реже до 1000 м), высота башен 25...40 м (реже – до 70 м), высота подъема груза до 250 м, скорость подъема 1,5...2,5 м/с, передвижения башен 0,08...0,4 м/с, грузовой тележки 3,3...6,0 (реже – до 10) м/с.

Классификации кабельных кранов приведена на рисунке 4.27.

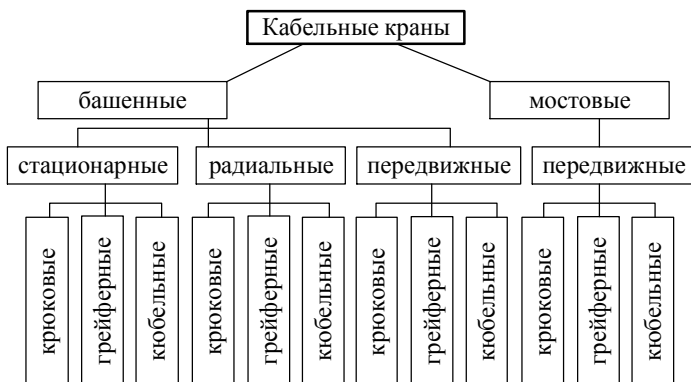


Рисунок 4.27



Кабельный башенный кран (рисунок 4.28) представляет собой специальную грузоподъемную машину, у которой тележка 10 с грузом, подвешенным к крюковой подвеске 11, перемещается по гибкому пути – несущему канату 7, подъем груза производится подъемным канатом 8, а передвижение тележки – тяговым канатом 9 (рисунок 4.29).

Несущий, подъемный и тяговый канаты, объединенные поддержками 12, составляют систему канатов. Некоторые кабельные краны имеют и верхнюю систему канатов, включающую неподвижный канат 16, закрепленный на опорах 5 и 13. К неподвижному канату прикреплены поддержки 18, на рамки которых опирается обратная ветвь 15 тягового каната. К опоркам подвешиваются электрокабели 17. Для обслуживания верхней канатной системы и проведения ремонтных работ на нижней канатной системе используют ремонтную тележку 19, перемещаемую канатом 20.

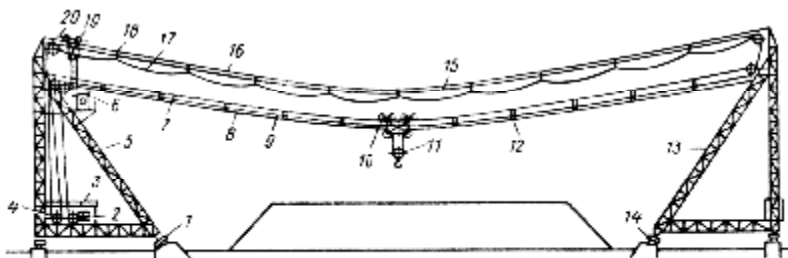


Рисунок 4.28

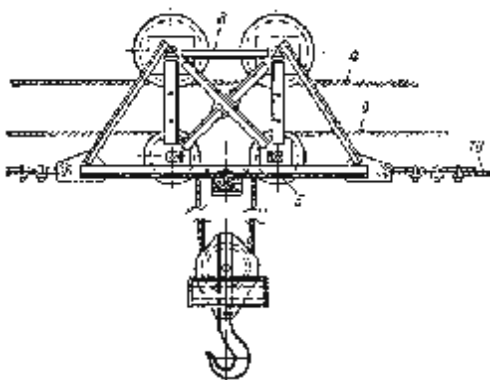


Рисунок 4.29

Несущий канат закрепляется на концевых опорах 5 и 13, а подъемный и тяговый направляющими блоками отводятся в машинное отделение 3 и закрепляются на барабанах лебедок подъема 2 и передвижения 4, которыми они приводятся в движение. На противоположной опоре подъемный канат закрепляется, а тяговый канат, огибая блоки, проходит через пролет, направляющим блоком на машинной опоре направляется в машинное отделение и закрепляется на барабане лебедки передвижения 4.

Несущий канат закрепляется на концевых опорах 5 и 13, а подъемный и тяговый направляющими блоками отводятся в машинное отделение 3 и закрепляются на барабанах лебедок подъема 2 и передвижения 4, которыми они приводятся в движение. На противоположной опоре подъемный канат закрепляется, а тяговый канат, огибая блоки, проходит через пролет, направляющим блоком на машинной опоре направляется в машинное отделение и закрепляется на барабане лебедки передвижения 4.

Опоры могут быть стационарными (рисунок 4.30, а), передвижными (рисунок 4.30, б) и с одной стационарной опорой, а второй радиально передвижной (рисунок 4.30, в).

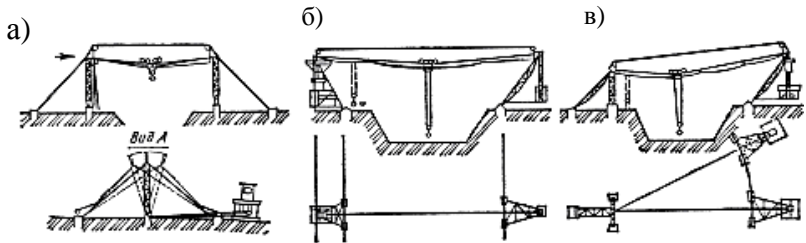


Рисунок 4.30

Управление кабельными башенными кранами производят из кабины, которую устанавливают на машинной башне на высоте 20...25 м. На пульте управления должно быть табло, указывающее положение грузовой тележки и башен. При плохой видимости между крановщиком и рабочим-стропальщиком на складе применяют двустороннюю радиосвязь. Возможно дистанционное управление кабельным краном с помощью переносного пульта.

В зависимости от рода перегружаемого материала кабельные краны оборудуют крюком, грейфером, бадьями или специальными захватами.

Грейферные краны по сравнению с крюковыми имеют важное преимущество: в их рабочем цикле нет ручных операций. Грейфер подвешен на двух подъемных канатах – поддерживающем и замыкающем, каждый из которых приводится в действие своей лебедкой.

Кабельные краны – краны с раскрывающимся ковшом-кюбелем – применяют на открытых разработках, когда грузоподъемный сосуд загружается экскаватором. В системе подъема имеется два параллельных каната: замыкающий, который удерживает кюбель в закрытом состоянии при подъеме (опускании) груза и передвижении грузовой тележки, и поддерживающий.

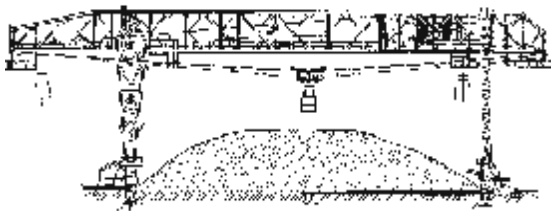


Рисунок 4.31

Мостокабельный кран отличается от кабельного башенного тем, что несущий канат подвешивают к консолям фермы козлового крана (рисунок 4.31).

#### 4.1.8 Стреловые краны

*Назначение, область применения и классификация стреловых кранов.* Кранами стрелового типа называют краны, у которых грузозахватный орган подвешен к стреле или грузовой тележке, перемещающейся по стреле. Используются на погрузочно-разгрузочных работах, при монтаже крупного промышленного оборудования, а также в промышленном и гражданском строительстве.

Стреловые краны разделяют на стационарные и передвижные.

Стационарные краны предназначены для обслуживания отдельных рабочих мест на производственных участках и в цехах, при производстве строительного-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ при нестабильных и малых объемах работы.

Самоходные краны способны быстро перебазироваться с одного объекта на другой и сразу приступить к работе, что обеспечило их широкое внедрение на рассредоточенных объектах с небольшими объемами работы.

Классификация стреловых кранов приведена на рисунке 4.32.

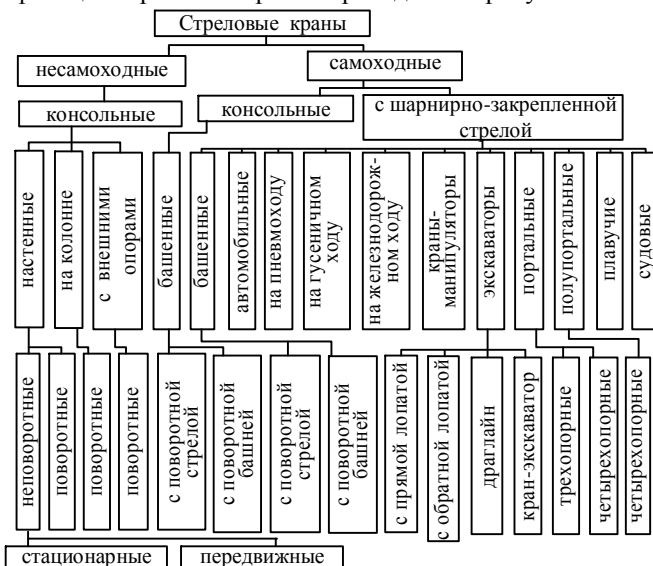


Рисунок 4.32

Термином "самоходные краны" определяется большая группа стреловых кранов, характеризующихся высокой транспортной маневренностью, независимым энергоснабжением и разнообразным рабочим оборудованием.

Маневренность достигается применением ходового оборудования, приспособленного для перемещения по дорогам с твердым покрытием, грунтовыми и территориям строительных площадок.

Независимое энергоснабжение обеспечивается применением в качестве базового силового агрегата двигателей внутреннего сгорания (карбюраторных и дизелей).

В качестве рабочего оборудования используются разнообразные стрелы и грузозахватные устройства.

По ходовому оборудованию краны классифицируются на пневмоколесные, гусеничные и на железнодорожном ходу.

Пневмоколесное оборудование более маневренное, допускает движение с большой скоростью по дорогам с твердым покрытием.

Краны с пневмоколесным ходовым оборудованием классифицируют на три группы: автомобильные – монтируемые на шасси стандартных грузовых автомобилей с крановыми механизмами, приводимыми от двигателя автомобиля непосредственно через вторичные (электрические, гидравлические) агрегаты; пневмоколесные со специализированным шассе с общим двигателем, приводящим в движение автомобиль и крановые механизмы непосредственно через вторичные двигатели; краны на специальном многоосном шасси и автомобильного типа с двумя двигателями, из которых один (большей мощности) используется для передвижения крана, второй (меньшей мощности) – установлен на поворотной части крана и приводит (непосредственно или через вторичные двигатели) механизмы крана, управление которыми осуществляется из кабины, находящейся на его поворотной части.

*Устройство, принцип действия, основные параметры стреловых консольных самоходных кранов.* Консольный кран – грузоподъемная машина, имеющая стрелу (консоль). Стрела консольного крана прикреплена к металлоконструкции консольно. По горизонтальной стреле балочного типа передвигается грузовая тележка (электрическая таль), с помощью которой производится подъем и впускание груза. Может использоваться стрела, у которой на головке установлен неподвижный блок канатного полиспаста механизма подъема.

Основными параметрами таких кранов являются: грузоподъемность, скорость подъема и опускания груза, скорость передвижения тележки и поворота крана, вылет стрелы, высота подъема, угол поворота, размеры. Схемы настенных стационарных поворотных кранов с постоянным и переменным вылетом стрелы приведены на рисунках 4.33 и 4.34.

Кран состоит из поворотной колонны, прикрепленной к стенке склада 1, стрелы 2, непод-

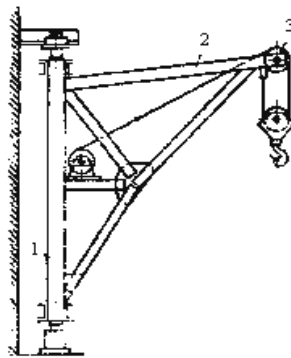


Рисунок 4.33

вижного отклоняющего блока механизма подъема 3.

Кран, приведенный на рисунке 4.33, позволяет производить подъем, опускание груза на высоту  $H_{\max}$  и перемещать груз по дуге сектора с радиусом, равным вылету стрелы, а кран с переменным вылетом стрелы обслуживает площадь сектора с радиусом, равным  $l$ . Подъем груза осуществляется на высоту  $h$  (см. рисунок 4.34).

Схема настенного консольного передвижного неповоротного крана приведена на рисунке 4.35.

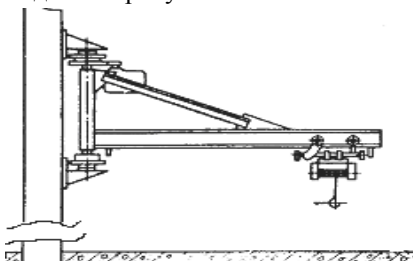


Рисунок 4.34

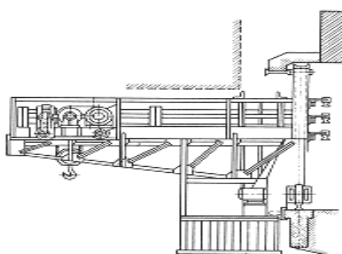


Рисунок 4.35

Кран состоит из вертикальной рамы 2 решетчатого типа, консоли 5, состоящей из двух балок, по которым передвигается грузовая тележка 1, приводных ходовых колес 4. Устойчивость крана обеспечивают верхние и нижние горизонтальные ролики 3. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы. Настенный консольный передвижной поворотный кран приведен на рисунке 4.36.

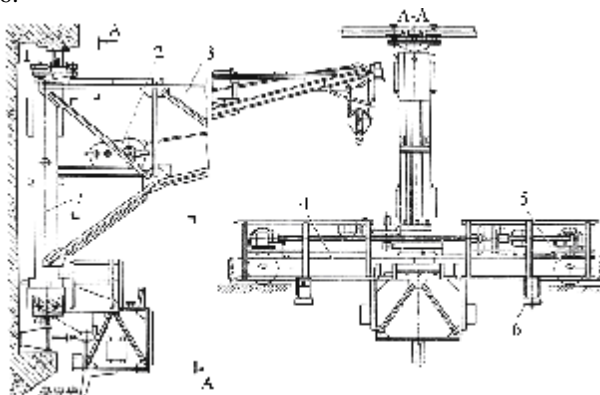


Рисунок 4.36

В тележке крана 4 жестко установлена колонна 7, относительно которой поворачивается консоль крана 3. Механизм подъема груза 2 расположен на консоли. Оба ходовых колеса 5 являются ведущими. Верхние 1 и нижняя 6

горизонтальные ролики удерживают кран от опрокидывания. Кран обслуживает площадь прямоугольной формы.

У настенных кранов грузоподъемность составляет 0,5... 1,0 т при вылете консоли 2,5...6,3 м, а при грузоподъемности 2,0...3,2 т – вылет 2,5...5,0 м. Высота подъема до 4 м.

Краны на колонне бывают свободно стоящие на колонне (рисунок 4.37) и на колонне с верхней и нижней опорами (рисунок 4.38).

У свободно стоящих кранов относительно небольшой грузоподъемности находит применение опорно-поворотное устройство с вращающейся цапфой (рисунок 4.39). Краны обслуживают площадь круга с радиусом  $l$ . Грузоподъемность 0,5... 3,2 т, вылет стрелы 2,5...5,0 м, высота подъема 2...4 м.

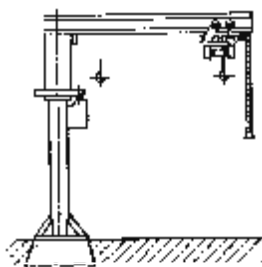


Рисунок 4.37

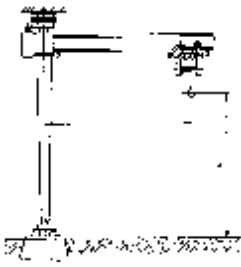


Рисунок 4.38

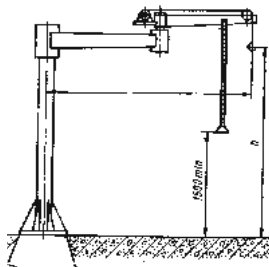


Рисунок 4.39

Наиболее распространенными стационарными кранами являются поворотные с внешними опорами (рисунок 4.40).

Верхняя опора крана 1 воспринимает горизонтальные нагрузки, а нижняя 7 – горизонтальные и вертикальные. Кран имеет металлоконструкцию 3, на которой расположены механизмы подъема груза 6, механизм передвижения тележки 5, механизм поворота крана 2 и тележки 4, которая перемещается по верхней балке с помощью каната, наматываемого на барабан механизма передвижения тележки.

Краны этого типа обслуживают площадь сектора с радиусом, равным максимальному вылету стрелы.

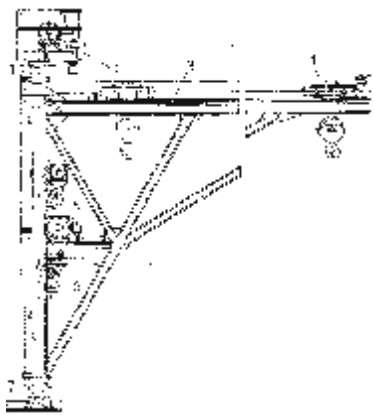


Рисунок 4.40

*Устройство, принцип действия, основные параметры стреловых самоходных кранов.* Башенными кранами называют самоходные полноповоротные краны со стрелой, шарнирно или консольно закрепленной в верхней части вертикально расположенной башни. Эти краны предназначены для механизации строительно-монтажных и погрузочно-разгрузочных работ.

Различают краны с неповоротной башней, снабженной поворотным оголовком, и с поворотной башней, имеющей опорно-поворотное устройство на ходовой раме или портале. Подъемная или балочная стрела закреплена в верхней части башни. Башенные краны имеют ходовые устройства всех известных типов, но наибольшее распространение получили рельсовые башенные краны, что упрощает их эксплуатацию и повышает безопасность работы.

Башенные краны-погрузчики (рисунок 4.41) имеют четырехстоечный портал 8, укороченную башню 7, горизонтальную стрелу балочного типа 4. Для восприятия грузового момента предназначен противовес 2, установленный на консоли 1. Башня прямоугольного поперечного сечения установлена на опорно-поворотном устройстве 6, закрепленном в верхней части портала 8. Портал через ходовые тележки 9 опирается на рельсовый путь. Передвижение крана по рельсам осуществляет механизм передвижения 10. Кабина управления 5 размещена на поворотной части крана и вращается вместе с ним, что улучшает условия работы машиниста.

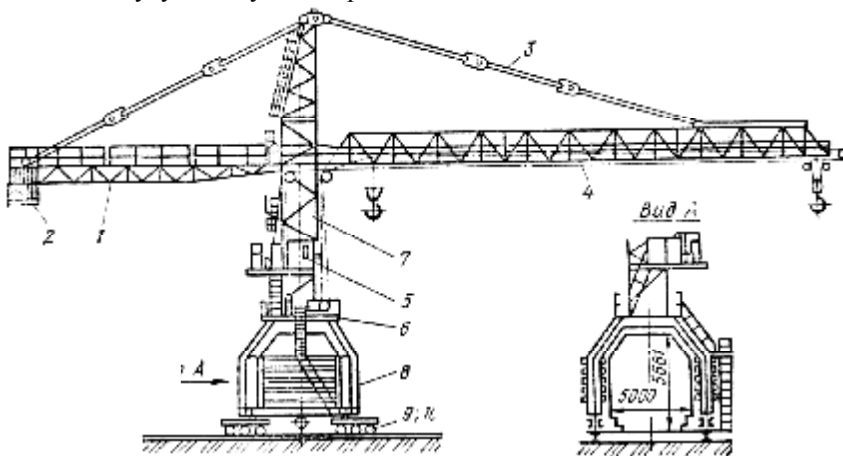


Рисунок 4.41

Высота подъема груза 12,0...12,5 м, при вылете стрелы 4..30 м, грузоподъемность 10 т. Портал крана обеспечивает проезд под ним железнодорожных вагонов.

Схема башенного крана с шарнирно закрепленной стрелой приведена на рисунке 4.42. Грузоподъемность кранов этого типа 10...90 т, высота подъема до 90 м.

Среди стреловых самоходных кранов широко распространены автомобильные краны, у которых функцию ходового устройства выполняет шасси грузового автомобиля. Преимущество автокранов – высокая мобильность, позволяющая легко перебазировать их с одного объекта на другой.

Двигатель автомобиля кроме своих основных функций выполняет функции привода механизмов крана. В современных кранах групповой механический привод заменяется индивидуальным – электрическим или гидравлическим. Автомобильные краны устанавливаются на всех грузовых автомобилях и имеют грузоподъемность 4...25 т, высота подъема груза – 6...12 м (иногда 24 м), длина стрелы – до 18 м. Скорость подъема 5...30 м/мин, частота вращения поворотной части 0,5... 4,0 об/мин, скорость передвижения 20... 50 км/ч. С номинальным грузом автомобильные краны могут работать только при установке на выносные опоры (аутригеры).

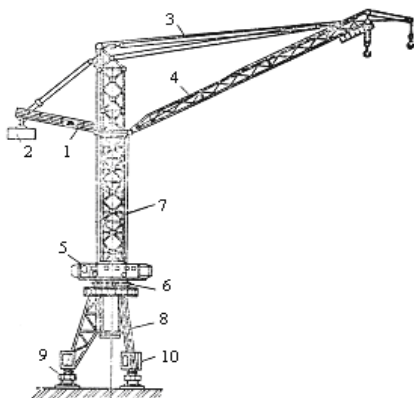


Рисунок 4.42

Автомобильные краны (рисунок 4.43) выполняют в виде оборудованной выносными опорами накладной рамы, закрепляемой на шасси автомобиля вместо кузова. На раме установлено опорно-поворотное устройство роликового типа, а на нем – поворотная часть крана со стрелой, механизмами и кабиной управления. В кранах с электроприводом механизмов стрелы выполняют решетчатой канатно-подвесной (рисунок 4.43, а), в кранах с гидравлическим приводом – жестко опертой телескопически раздвижной, управляемой гидрочилиндром (рисунок 4.43, б, в).

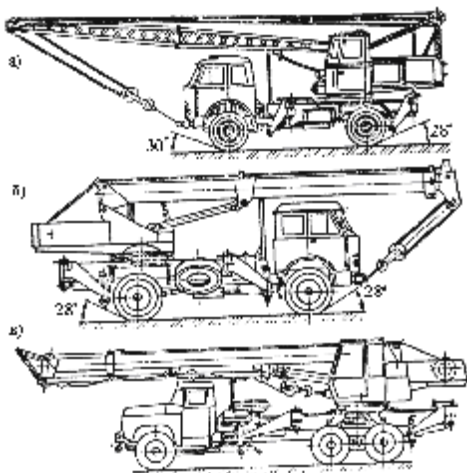


Рисунок 4.43

При гидравлическом приводе механизмы поворотной части крана резко упрощаются и сама поворотная часть становится более компактной. Применение гидравлического привода упрощает и передвижение крана с транспортной скоростью из-за меньшей длины стрелы, выступающей за габариты автомобиля. Решетчатые стрелы автомобильных кранов выполняют удлиненными (рисунок 4.44, а), башенно-стреловыми (рисунок 4.44, б) и с гуськами (рисунок 4.44, в).



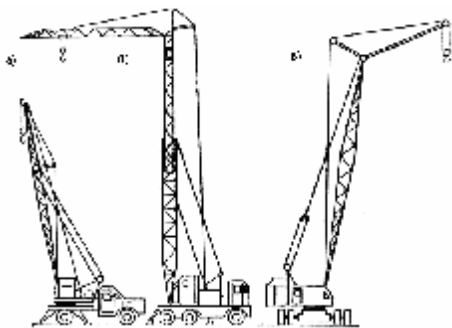


Рисунок 4.44

Основная область использования автомобильных кранов – это погрузочно-разгрузочные работы и вспомогательные операции на монтажных работах.

Положительной особенностью автомобильных кранов являются их высокая маневренность и передвижение по дорогам с высокими транспортными скоростями. При наличии механизма вспомогательного подъема краны могут работать и с двухканатным грейфером и успешно использоваться при перегрузке сыпучих грузов.

В связи с лучшими технико-экономическими показателями краны с гидроприводом и телескопическими стрелами находят более широкое применение, чем краны с электроприводом и решетчатыми стрелами.

Если автомобильные краны не удовлетворяют условиям эксплуатации по грузоподъемности, применяют стреловые краны на специально проектируемых и изготавливаемых шасси, так называемые пневмоколесные краны (рисунок 4.45).

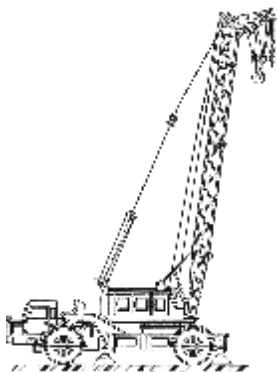


Рисунок 4.45

Если автомобильные краны не удовлетворяют условиям эксплуатации по грузоподъемности, применяют стреловые краны на специально проектируемых и изготавливаемых шасси, так называемые пневмоколесные краны (рисунок 4.45).

Грузоподъемность пневмоколесных кранов –

до 100 т, оборудуются стрелами длиной 10... 25 м, иногда имеющими "гусек". Высота подъема достигает 46 м, вылет стрелы 20...24 м. Привод всех механизмов пневмоколесных кранов, как правило, индивидуальный с двигателем постоянного тока. Эти краны имеют генераторные установки, приводимые от дизельных двигателей, но могут питаться и от внешней сети. По маневренности пневмоколесные краны уступают автомобильным.

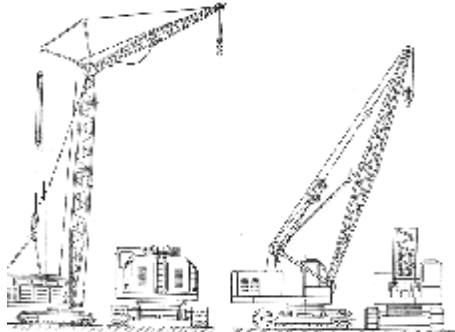


Рисунок 4.46

Гусеничные краны (рисунок 4.46) используются на монтажных площадках. Они не требуют подготовки специального основания для работы, так как имеют наименьшее удельное давление на грунт по сравнению с другими стреловыми

кранами и обладают высокой маневренностью, что позволяет им работать в естественных условиях. Грузоподъемность этих кранов составляет 40... 250 т. Эти краны могут быть снабжены прямыми стрелами с "гуськом" или башенно-стреловым оборудованием. Высота башен достигает 45 м, длина стрелы – 40 м.

К недостаткам гусеничных кранов следует отнести большую собственную массу и высокую стоимость, низкие транспортные скорости и малый ресурс механизмов передвижения.

Железнодорожные краны предназначены для перегрузки тяжелых штучных и сыпучих грузов, монтажа и ликвидации аварий на железных дорогах. Их используют также и в промышленности при монтаже и погрузочно-разгрузочных работах.

Железнодорожный кран (рисунок 4.47) состоит из неповоротной платформы 1, смонтированной на двух двухосных тележках 2 на железнодорожном ходу, из которых две оси являются приводными. Платформа оборудована автосцепкой 5. На каждом буферном брусе над рельсами укреплено по два захвата 4, которыми схватывают головки рельсов на случай перегрузки крана. По концам рамы платформы смонтированы выносные опоры с домкратами (аутригеры) 3, предусмотренные для повышения устойчивости крана при подъеме груза. Рама неповоротной платформы поддрессорена, для увеличения жесткости крана в рабочем состоянии предусмотрены выключатели рессор.

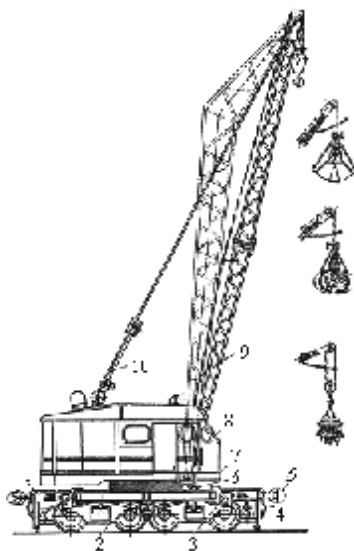


Рисунок 4.47

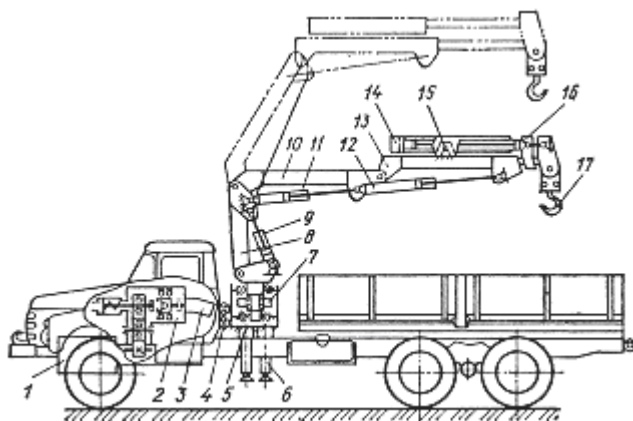
По опорному кругу 6, укрепленному на неподвижной платформе, перекачиваются опорные катки поворотной платформы 7. На поворотной платформе смонтированы дизель-генераторная установка, питающая электроэнергией электродвигатели механизмов подъема груза, подъема и опускания стрелы (изменения вылета) и механизма вращения поворотной платформы, к которой шарнирно прикреплена грузоподъемная стрела 9, верхняя часть которой удерживается полиспастом 10. Механизм передвижения крана состоит из электродвигателя, подвешенного к неповоротной платформе, и зубчатой передачи движения на оси колес.

Кроме дизелей, на кранах применяют и карбюраторные двигатели внутреннего сгорания, но с устройством группового привода механизма крана.

Стрела в транспортном положении укладывается на другую платформу, входящую в комплект оборудования крана.

Грузоподъемность легких и средних железнодорожных кранов 20... 30 т, тяжелых – 80...250 т. Вылет изменяется в пределах 4...28 м. Грузоподъемность этих кранов при расположении стрел вдоль пути приблизительно в 2 раза больше, чем при поперечном направлении при одинаковых запасах устойчивости. Скорость подъема 1,15...32 м/мин, передвижения крана 60...100 км/ч, частота вращения до 0,5 об/мин для кранов большой грузоподъемности и 1,5 об/мин для более легких кранов. Предусмотрена доводочная частота вращения 0,05...0,1 об/мин. Минимальный вылет составляет 4...8 м, максимальный – 22...28 м. Время изменения вылета 1...6 мин.

Краны-манипуляторы применяются на погрузочно-разгрузочных и строительных работах. Они выполняются обычно самоходными, не копирующими, шарнирно-рычажными, телескопическими, гидромеханическими. Состоят из полноповоротной колонны, к которой шарнирно прикреплено двухзвенное рабочее оборудование с выдвигаемым телескопическим звеном, несущим на свободном конце грузозахватный орган, выполненный для обычных погрузочно-разгрузочных работ в виде крюка, а для специальных погрузочно-разгрузочных работ – с дистанционно управляемым грузозахватом. Схема крана-манипулятора, установленного на автомобиле, приведена на рисунке 4.48.



1 – автомобиль; 2 – коробка отбора мощности; 3 – гидронасос; 4 – пульт управления; 5 – опорная рама; 6 – выносная опора; 7 – механизм вращения крана; 8 – стойка манипулятора; 9, 11, 12, 14 – гидроцилиндры; 10 – рукоять; 13 – кватровая секция; 15 – шарнир гидроцилиндра; 16 – хватовик; 17 – крюк

Рисунок 4.48

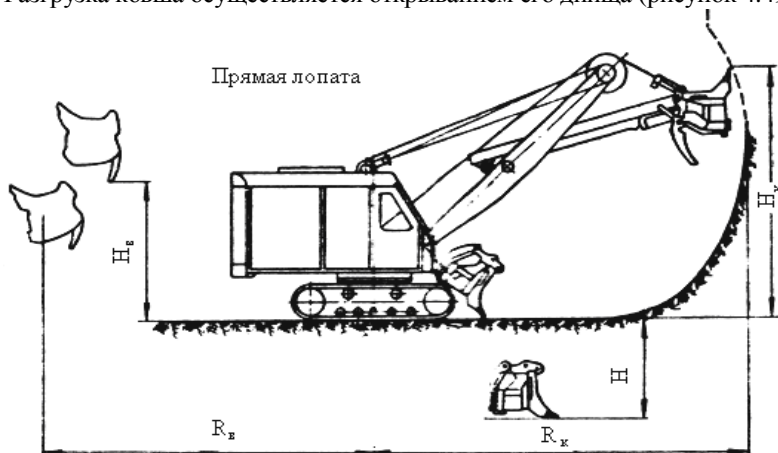
Такой кран-манипулятор, установленный на автомобиле, имеет грузоподъемность 5 т. При выдвигании удлинителя и соответствующей установке секций стрелы его вылет может достигать 12 м. Грузоподъемность при этом снижается до 0,5 т. Высота подъема – до 10 м. Стрела в плане может быть повернута в каждую сторону от продольной оси на  $200^{\circ}$ .

Экскаватор представляет собой самоходную землеройную машину, имеющую рабочее оборудование для механического отрыва (экскавации) и перемещения грунта или породы. Основное назначение экскаваторов – разработка карьеров, выполнение вскрытых работ, проходка траншей, котлованов, выполнение земляных работ в строительстве. Вместе с тем большинство экскаваторов являются высокопроизводительными и совершенными средствами механизации погрузочных работ при вывозе грунта или породы автомобильным транспортом.

Одноковшовые экскаваторы по типу ходового устройства бывают пневмоколесные, гусеничные, шагающие, а по типу двигателя – электрические, дизельные и дизель-электрические. В зависимости от способа закрепления ковша на стреле экскаваторы бывают с прямой лопатой, обратной лопатой, драглайн, оборудованные грейфером.

Прямая лопата устанавливается на экскаваторах всевозможных моделей. Она состоит из стрелы, шарнирно соединенной с поворотной рамой экскаватора, рукоятки с жестко закрепленным ковшом и напорного механизма. Ковш прямой лопаты разрабатывает забой или карьер снизу вверх (от экскаватора).

Разгрузка ковша осуществляется открыванием его днища (рисунок 4.49).



$R_k$  – наибольший радиус копания;  $H_k$  – наибольшая высота копания;  $H$  – глубина копания ниже уровня стоянки;  $R_b$  – наибольший радиус выгрузки;  $H_e$  – наибольшая высота выгрузки

Рисунок 4.49

Обратная лопата устанавливается на универсальных экскаваторах с ковшами небольшого объема (0,15...1,0 м). Ковш обратной лопаты опускается на забой и затем для заполнения подтягиваются к экскаватору с одновременным подъемом или опусканием стрелы. Экскаваторы с обратной лопатой используют для разработки котлованов, проходки траншей и дренажных канав (рисунок 4.50).

Драглайн состоит из стрелы, ковша, свободно подвешенного на стреле, тягового каната, предназначенного для подтягивания опущенного на забой ковша, и подъемного каната, предназначенного для подъема и опускания ковша на забой. Объем ковша драглайна может быть 0,15...35,0 м<sup>3</sup> (рисунок 4.51).

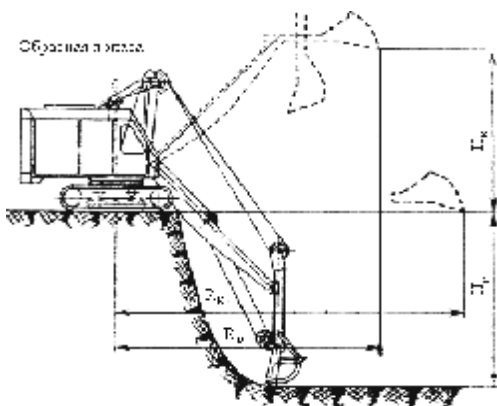
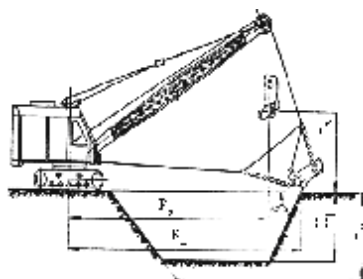


Рисунок 4.50



$H_k$  – наибольшая глубина копания;  
 $R_k$  – наибольший радиус копания;  
 $R_3$  – наименьший радиус копания;  
 $H_B$  – наибольшая высота выгрузки

Рисунок 4.51

Экскаваторы с крановой стрелой и крюком применяют для погрузочно-разгрузочных работ со штучными грузами. Их называют кран-экскаваторами. Такие экскаваторы могут быть оборудованы также грейфером (рисунок 4.52).

Продолжительность цикла одноковшовых экскаваторов с объемом ковша до 3 м<sup>3</sup>, как правило, не превышает 15...20 с; экскаваторы, оборудованные ковшами объемом свыше 4 м<sup>3</sup>, имеют продолжительность цикла 45...70 с.

Портальные краны представляют собой полноповоротные стреловые краны, поворотная часть которых установлена на портале, передвигающемся по рельсам, проложенным по земле или эстакаде. Их чаще всего применяют при перегрузке навалочных и штучных грузов в портах, а также на строительно-монтажных работах при гидротехническом строительстве, на судоремонтных и судостроительных заводах.

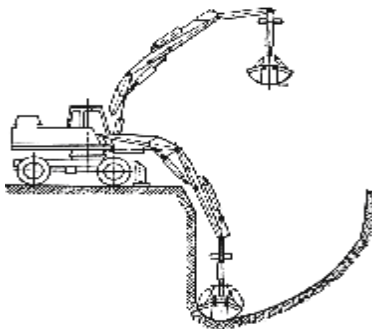


Рисунок 4.52



Плавающие краны устанавливаются на пантоне и предназначены для перегрузки навалочных и штучных грузов, добычи минерально-строительных материалов из-под воды и очистки акватории. Достоинством этих кранов является возможность их использования для выполнения перегрузочных работ на рейде и у неблагоустроенного берега. Плавающие краны по назначению делят на краны, предназначенные для погрузочно-разгрузочных работ в портах, и краны, предназначенные для монтажных работ.

Грузоподъемность перегрузочных плавучих кранов составляет 5,16 и 25 т, максимальный вылет – 30 м, минимальный 9 ... 11 м, высота подъема крюка над уровнем воды 18,5 – 25 м, глубина опускания ниже уровня воды (в трюме судна) – не менее 11...20 м, скорость подъема 0,75...1,17 м/с, скорость изменения вылета стрелы 0,75...1,0 м/с, частота вращения 0,02...0,03 с<sup>-1</sup> (1,2 ... 1,75 об/мин).

Плавающие монтажные краны используют на судостроительных и судоремонтных заводах. Грузоподъемность кранов – до 1600 т, вылет основного подъема – 12 м, вспомогательного – 28,5 м.

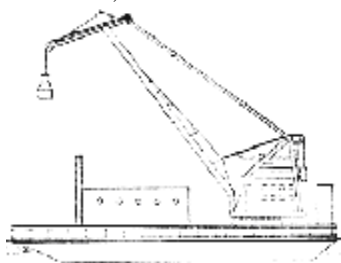


Рисунок 4.55

Схема плавучего крана приведена на рисунке 4.55. Кран оснащен шарнирносочлененной стреловой системой с прямым хоботом 1 и жесткой оттяжкой 2. Вылет стрелы 3 изменяют при помощи винтового механизма 4. Опорно-поворотное устройство выполнено в виде многокатковой системы с центральной цапфой 5, закрепленной в опорном барабане 6.

Судовые стреловые краны бывают с неподвижной колонной 1 (рисунок 4.56) и с поворотной платформой (рисунок 4.57). Кран позволяет брать груз в любой точке трюма или погрузочной площадки порта в зоне действия крана. Кран имеет механизмы: подъема груза 1, изменения вылета 2, поворота и передвижения крана 3 (рисунок 4.57). На больших судах устанавливают несколько таких кранов. Привод кранов обычно электрический, переменного или постоянного тока от бортовых электростанций судна. Краны могут быть крюковыми или грейферными.

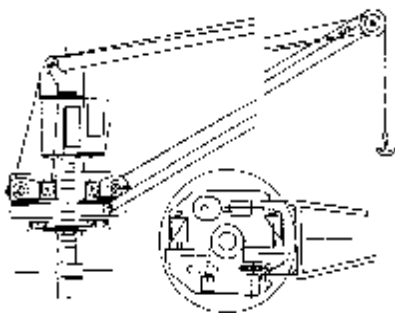


Рисунок 4.56

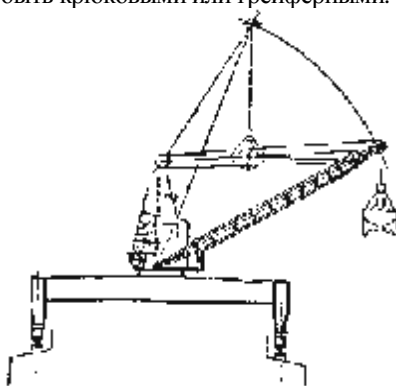


Рисунок 4.57

#### 4.1.9 Краны-штабелеры

*Назначение и классификация кранов-штабелеров.* Краны-штабелеры используют для установки стандартных пакетов и длинномерных грузов на стеллажи и сьема их со стеллажей в высокомеханизированных складах с многоярусным складированием.

Краны-штабелеры применяют в самых различных отраслях промышленности, но особенно эффективно – на транспорте, в машиностроении, металлургической промышленности, материально-техническом снабжении.

Кран-штабелер представляет собой грузоподъемную машину циклического действия, передвигающуюся по рельсовым путям и оборудованную вертикальной колонной, по которой перемещается захват или специальная платформа.

Схема классификации кранов-штабелеров в зависимости от функционального назначения, условий применения, конструктивных особенностей приведена на рисунке 4.58.



Рисунок 4.58

Краны-штабелеры имеют следующие обозначения: ОП – мостовой опорный, управляемый с пола; ОК – мостовой опорный, управляемый из кабины; ОКД – мостовой опорный для длинномерных грузов; СА – стеллажный автоматический опорный; САД – стеллажный автоматический для длинномерных грузов; СК – стеллажный комплектовочный опорный.

*Устройство, принцип действия, область применения, основные параметры кранов-штабелеров.* К основным параметрам кранов-штабелеров относятся: грузоподъемность, высота склада, высота подъема груза, размеры, скорости механизмов, пролет (мостовые).

Грузоподъемность может быть от 0,1 до 30 т, высота подъема б...40 м, скорость подъема грузозахватного органа 0,125...0,500 м/с, скорость передвижения крана 0,4...2,5 м/с, скорость передвижения грузовой тележки 0,125...0,630 м/с, скорость выдвигания грузозахватного органа 0,125...0,250 м/с.



Краны-штабелеры грузоподъемностью 0,125...1,000 т (как мостовые, так и стеллажные) применяют на небольших складах инструментов, технологической оснастки, запасных частей, комплектующих изделий на предприятиях машиностроения, радиоэлектроники, торговли, сферы обслуживания.

На крупных складах предприятий транспорта, машиностроения, материально-технического снабжения преобладают краны-штабелеры грузоподъемностью 1,0...2,0 т. Краны-штабелеры грузоподъемностью от 3,2 до 12,5 т применяются в основном на предприятиях тяжелого машиностроения, черной металлургии и на складах металла системы материально-технического снабжения. Мостовые и стеллажные грузоподъемностью до 40 т используют в основном на складах рулонов стальной ленты металлургических заводов и заводов автомобильной и тракторной промышленности.

Минимальная высота склада, при которой могут быть эффективно использованы краны-штабелеры, составляет 6 м. Стеллажные краны-штабелеры применяются во всем диапазоне высот складов (6...40 м).

Мостовые краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной подвесные (рисунок 4.59, а) и опорные (рисунок 4.59, б) имеют мост 10,3, перекрывающий весь пролет склада. На концевых балках моста установлены механизмы передвижения 9,4. Мост передвигается вдоль склада по рельсам (двугаврам) 5. Мост может быть в виде двугавра и балок.

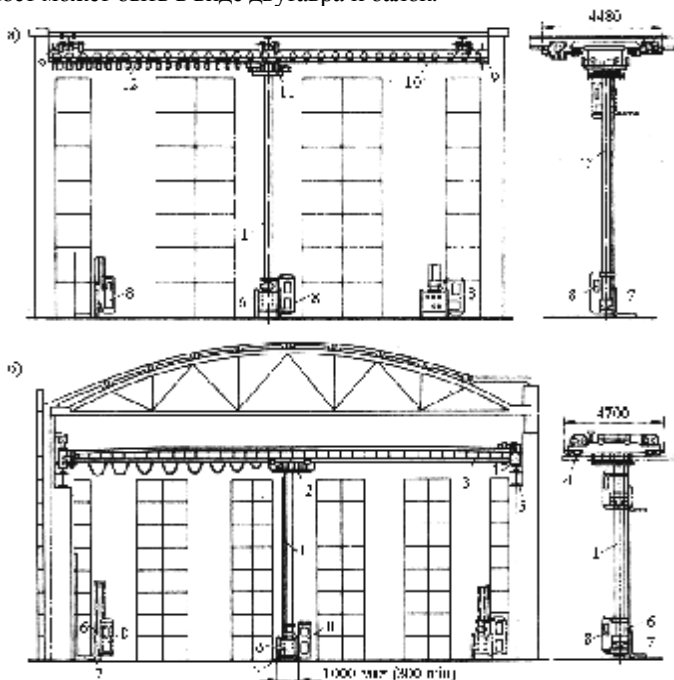


Рисунок 4.59

Вдоль продольных балок моста 10 и 3, передвигается тележка 11,2 с вертикальной поворотной колонной 1, на которой располагается подъемная каретка 6 с грузозахватными вилами 7 и кабиной управления 8. Тележка может быть опорного и подвесного типов. На платформе тележки размещают механизмы подъема каретки с грузозахватными вилами и поворота колонны. Поворот колонны осуществляют на 90, 180 и 360°. Подача электроэнергии ко всем механизмам производится по гибкому кабелю 12.

Мостовые краны-штабелеры имеют грузоподъемность 0,125...12,000 т, пролеты 5,1...28,5 м, высоту подъема грузозахватного органа 4,8...13,2 м, скорости подъема 0,125...0,300 м/с. Поворотные колонны могут быть выполнены жесткими или выдвигными телескопическими. В зависимости от типа перегружаемых грузов вместо грузозахватных вилок применяют вакуумные, магнитные, клещевые и другие виды грузозахватных приспособлений.

Мостовые краны-штабелеры, управляемые с пола, применяют на складах с высотой до 7,2 м (плохой обзор верхних ячеек), а управляемые из кабины с высотой не менее 8,4 м и не более 13,2 м для кранов грузоподъемностью до 5 т и 15,6 м для грузоподъемности до 12,5 т. Это вызвано тем, что для создания требуемой жесткости колонны с грузом и металлоконструкцией моста при увеличении высоты крана-штабелера свыше указанной необходимо увеличить его массу и габариты и, следовательно, ухудшить его экономические показатели.

В многопролетных складах краны-штабелеры подвесного типа обеспечивают возможность передачи грузов из одного пролета в другой. Для этого между пролетами устанавливают неподвижные монорельсовые пути, на которые передвигают тележки с грузом.

Мостовые опорные краны-штабелеры с двумя колоннами используются на складах длинномерных грузов (до 7 м). Грузоподъемность этих кранов до – 5 т. Кран (рисунок 4.60) состоит из моста 1, тележки 2 и грузовой платформы 3, связанной с подъемной кабиной оператора 4.

Стеллажный кран-штабелер с одной грузоподъемной колонной, опирающийся на стеллаж (рисунок 4.61), состоит из тележки 3, опирающейся четырьмя колесами на рельсы 10, уложенные на стеллажи. Тележка снабжена механизмами подъема 1 и передвижения 2.

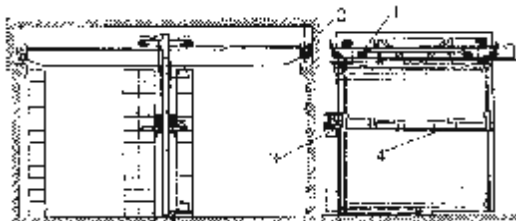


Рисунок 4.60

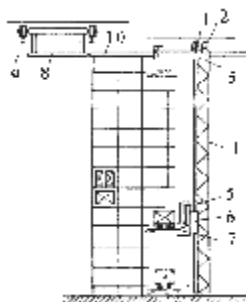


Рисунок 4.61

На тележке закреплена вертикальная ферма 4, по которой с помощью механизма перемещается вверх и вниз подъемная каретка 6. На ней установлена кабина управления 5 и выдвижные или поворотные грузозахватные вилки 7. Выдвижные вилки позволяют устанавливать груз на стеллажи с одной стороны проезда, а поворотные – на обе стороны.

Краны-штабелеры, опирающиеся на стеллажи, имеют меньшую собственную массу, чем краны-штабелеры мостового типа. Однако в их конструкции имеются существенные недостатки: увеличивается нагрузка на стеллажи, не полностью используется высота складского помещения для устройства стеллажей, затруднен доступ для ремонта и технического обслуживания механизмов подъема и передвижения тележки. Для передачи штабелеров этого типа из одного проезда между стеллажами в другой используют специальную передающую тележку 8, которая перемещается поперек склада по рельсам 9. Тележка имеет стыковочные пути для соединения с рельсами 10.

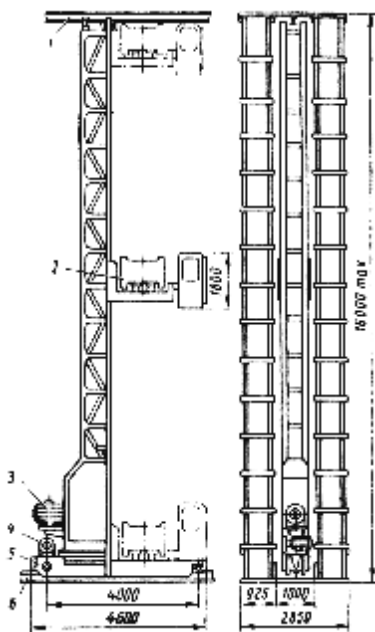


Рисунок 4.62

Стеллажные краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной, опирающиеся на напольный рельс 6 (рисунок 4.62), исключают недостатки предыдущих, поэтому они получили наибольшее распространение на практике. Привод механизмов подъема 3 и передвижения 4 тележки 5 расположен внизу и удобен для ремонта и технического обслуживания. Тележка передвигается по напольному рельсу 6. Вертикальная ферма жестко закреплена на тележке, а сверху поддерживается через ролики направляющим рельсом 1. По вертикальной ферме передвигается подъемная каретка 2 с грузозахватными устройствами и кабиной управления. В кранах-штабелерах в механизмах подъема и передвижения применяют электродвигатели постоянного тока. Это позволяет обеспечить более точную установку грузов в складские ячейки стеллажей. Управление кранами-штабелерами может быть ручное и автоматическое с помощью ЭВМ по заранее разработанной программе.

Схема стеллажного двухколонного крана-штабелера, опирающегося на напольный рельс приведена на рисунке 4.63.

Кран-штабелер обслуживает два стеллажа, в проходе между которыми уложен рельс для перемещения крана. Сверху стеллажи связаны в горизонтальной плоскости металлоконструкциями, к которым прикреплены направляющие рельсы, удерживающие кран в вертикальном положении.

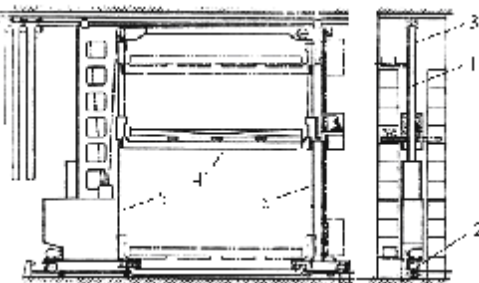


Рисунок 4.63

Основным элементом крана-штабелера является рама 1. На ней смонтированы ходовые 2 и направляющие колеса 3, приводы, грузовая платформа 4. Рама имеет две колонны: первую – усиленную, в виде плоской фермы 5, в нижней части опирающуюся на концевую балку с двумя ходовыми колесами, и вторую – в виде коробчатой балки 6, также опирающуюся на концевую балку с двумя ходовыми колесами. Каждую из колонн устанавливают ходовыми колесами на крановый рельс. Сверху и снизу колонны соединены шарнирными тягами.

*Требования к установке кранов-штабелеров в складе.* Краны-штабелеры должны устанавливаться с соблюдением требований, обеспечивающих безопасную работу как для самих кранов-штабелеров, так и обслуживающего персонала склада.

Ширина прохода, расположенного перед фронтом стеллажей и служащего для перемещения грузовой тележки и разворота колонны с грузом, должна быть не менее суммы двух радиусов вращения, наиболее удаленных от центра вращения элементов крана-штабелера или груза и дополнительного размера. Расстояния между элементами конструкций помещений складов, стеллажами и кранами-штабелерами, обеспечивающие безопасную работу склада, не должны быть меньше значений, приведенных на схемах (рисунок 4.64). Значения величин зазоров приведены в таблице 4.7.

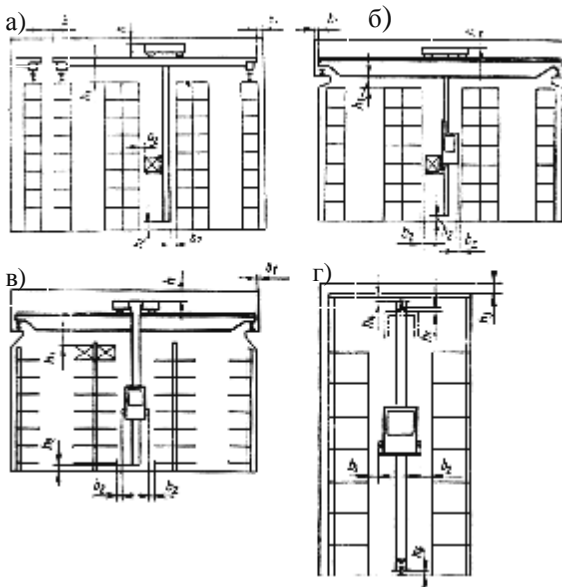


Рисунок 4.64

Таблица 4.7

Тип крана	Рисунок	Значения, мм									
		$\phi$	$\phi_1$	$\phi_2$	$h$	$h_1$	$h_2$	$h_3$	$h_4$	$h_5$	$h_6$
ОП	4.64, а	100	60	75	100	150	100	-	-	-	-
ОК	4.64, б	-	60	150	100	150	100	-	-	-	-
ОКД	4.64, в	-	60	150	100	150	150	-	-	-	-
СА, СК	4.64, г	-	-	50	-	-	-	150	50	100	50
САД	4.64, з	-	-	60	-	-	-	150	50	100	50

Требования к установке стеллажных кранов-штабелеров существенно отличаются от требований к установке мостовых кранов-штабелеров тем, что зоны работы стеллажных кранов-штабелеров должны быть полностью ограждены, и доступ в эту зону разрешается только персоналу склада, осуществляющему техническое обслуживание и ремонт оборудования. Грузы в зону работы стеллажных кранов-штабелеров подают с помощью самых различных устройств: приемных столов, выдвижных тележек, роликовых конвейеров, грузораспределительных линий. Грузы на эти устройства можно укладывать любыми грузоподъемными машинами вне зоны работы стеллажных кранов-штабелеров.

Зазоры в ячейках стеллажей, предназначенных для хранения тарноштучных грузов, должны быть не менее значений, приведенных в таблице 4.8 (рисунок 4.65).

Таблица 4.8

Исполнение кранов-штабелеров	$h$ , мм	$h_1$ , мм	$l$ , мм
ОП – для любой грузоподъемности	90	90	60
ОК – для грузоподъемности 1,0; 3,2 и 5,0 т	110	100	60
СА, СК – для грузоподъемности 0,5 т	120	90	90
СА, СК для грузоподъемности			
	1,0 т	150	90
2,0 т	170	90	90

Размер  $l_1$  должен быть равен сумме удвоенного расстояния от тары до стеллажа плюс не менее 20 мм.

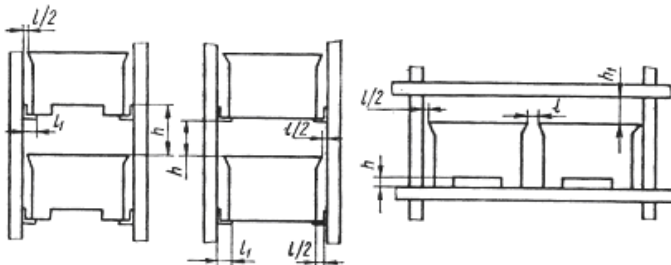


Рисунок 4.65

#### 4.1.10 Устойчивость передвижных кранов и устройства против их опрокидывания и угона ветром

**Общие сведения об устойчивости самоходных грузоподъемных машин против опрокидывания.** Под устойчивостью передвижных кранов следует понимать способность крана противодействовать опрокидывающим его моментам.

Устойчивость передвижного крана характеризуется коэффициентами устойчивости, представляющими собой отношение восстанавливающего момента к опрокидывающему моменту относительно ребра опрокидывания от нагрузок, действующих на кран. За ребро опрокидывания принимают линию, относительно которой проверяют устойчивость крана с учетом конструктивных особенностей ходовой части крана, а для кранов, работающих с выносными опорами, за ребро опрокидывания принимают линию, соединяющую шарниры соответствующих опорных плит аутригеров.

Некоторые краны для работы с грузами номинальной массы, кроме дополнительных опор, имеют ходовую часть, позволяющую крану перемещаться по рабочей площадке при транспортировании грузов меньшей массы. В этих случаях устойчивость крана проверяют для обоих рабочих положений, причем за ребра опрокидывания принимают линии, соответствующие работе крана как на дополнительных опорах, так и на ходовой части в продольном и поперечном направлениях.

Различают грузовую и собственную устойчивость кранов. Проверка грузовой устойчивости позволяет оценить работоспособность крана при работе с грузами номинальной массы. Проверка собственной устойчивости позволяет оценить устойчивость крана в нерабочем состоянии (без груза) под действием ветровой нагрузки нерабочего состояния.

При определении грузовой и собственной устойчивости стреловых кранов не учитывают вес рельсовых захватов, вес нижних ветвей гусеничных лент и других узлов и деталей, не предназначенных для удержания крана от опрокидывания. Топливные баки, баки и котлы с водой, бункеры с топливом, инструментальные ящики и другие емкости крана, масса которых может изменяться при эксплуатации, принимаются полностью заполненными материалом (рабочей жидкостью), если она уменьшает устойчивость. Если перечисленные выше элементы увеличивают устойчивость, то уровень воды в котле принимается минимальным, а баки, бункера, ящики и др. должны быть не заполненные материалом. Дополнительные опоры (аутригеры) и стабилизаторы при расчете собственной устойчивости крана во внимание не принимают.

*Устойчивость стреловых самоходных кранов.* Коэффициентом грузовой устойчивости называется отношение момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого силой тяжести всех частей крана с учетом дополнительных нагрузок к моменту, создаваемому рабочим грузом относительно того же ребра опрокидывания.



$$M_G = G [(b + c) \cos\beta - h_1 \sin\beta], \quad (4.7)$$

где  $G$  – вес крана, т;

$b$  – расстояние от оси вращения до ребра опрокидывания, м;

$c$  – расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести крана, м;

$h_1$  – расстояние от центра тяжести крана до плоскости, проходящей через точки опорного контура, м;

$$M_{гр} = G_1 (a - b), \quad (4.8)$$

где  $a$  – расстояние от плоскости, проходящей через ось вращения крана параллельно ребру опрокидывания, до центра тяжести подвешенного рабочего груза, м;

$$M_B = M_{в.к} + M_{в.гр}, \quad (4.9)$$

где  $M_{в.к}$  – момент относительно ребра опрокидывания, создаваемый ветровой нагрузкой рабочего состояния крана, действующей на подветренную площадь крана;

$$M_{в.к} = F_{в.к} d, \quad (4.10)$$

$F_{в.к}$  – ветровая нагрузка на подветренную площадь крана;

$d$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до центра приложения ветровой нагрузки рабочего состояния на кран;

$M_{в.гр}$  – момент относительно ребра опрокидывания, создаваемый ветровой нагрузкой рабочего состояния, действующей на подветренную площадь груза;

$$M_{в.гр} = F_{в.гр} h, \quad (4.11)$$

$F_{в.гр}$  – ветровая нагрузка на подветренную площадь груза;

$h$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до головки стрелы;

$$\Sigma M_{и} = M_{г.к} + M_{г.с} + M_{ц}, \quad (4.12)$$

где  $M_{г.к}$  – суммарный момент относительно ребра опрокидывания, вызванный инерционными нагрузками от масс груза и элементов крана при работе механизма передвижения крана в неустановившемся режиме;

$M_{г.с}$  – суммарный момент относительно ребра опрокидывания, вызванный инерционными нагрузками от масс груза и стрелы при работе механизма подъема стрелы в неустановившемся режиме;

$M_{ц}$  – момент относительно ребра опрокидывания, вызванный центробежной силой груза при вращении крана;

$$M_{ц} = \frac{G_1 v_1}{g t_1} h + \frac{G v_1}{g t_1} h_1, \quad (4.13)$$

где  $v_1$  – скорость передвижения крана, м/с;

$g$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>;

$t_1$  – время неустановившегося режима работы механизма передвижения крана, с;





$$K_c = \frac{G[(b-c)\cos\beta - h_1 \sin\beta]}{F_{BK} d_1} \geq 1,15. \quad (4.17)$$

**Устойчивость башенных кранов.** Расчет устойчивости против опрокидывания проводится для свободстоящих башенных кранов при следующих условиях: при наличии груза (грузовая устойчивость), при отсутствии груза (собственная устойчивость).

Кран должен быть устойчив при действии опасной комбинации нагрузок относительно ребра опрокидывания, при которой кран по устойчивости приближается к предельному состоянию. При этом за ребро опрокидывания принимают прямые по периметру опорного контура, соединяющие точки приложения равнодействующих усилий на ходовые колеса тележек.

При расчете устойчивости необходимо учитывать наклон  $\alpha$ , рад, кранового пути, который принимается равным  $0,1/B$  ( $B$  – база (колея крана)), а также деформацию конструкции крана и кранового пути от действия нормативных составляющих нагрузок. Деформации учитываются путем введения дополнительного наклона кранового пути  $\phi_1$ , рад, принимаемого:

для пути, уложенного на бетонном основании или эстакаде, –  $0,02/B$ ;  
 пути, уложенного на грунтовом или щебеночном балласте, –  $0,05/B$ .

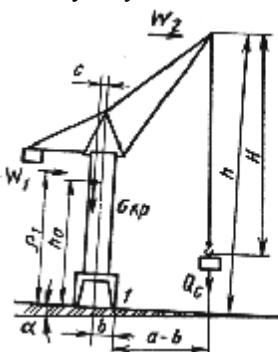
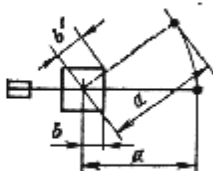


Рисунок 4.68



Расчетная схема для оценки грузовой устойчивости приведена на рисунке 4.68.

Кран стоит на наклонной местности, подвержен действию ветра (по нормам для рабочего состояния) и его поворотная часть вращается, одновременно происходит торможение опускающегося груза. Стрела установлена поперек пути. При установке стрелы вдоль пути может одновременно происходить и

торможение движущегося крана. На кран действует вес груза, силы инерции, возникающие при торможении опускающегося груза и движущегося крана, силы инерции от вращения поворотной части крана, ветровая нагрузка. Расчет устойчивости производится для всех вылетов.

Коэффициент грузовой устойчивости

$$K_{ГР}^{\sigma} = \frac{M_{G_{кр}} - M_j - M_{ц} - M_{в} - M_j^{пер}}{M_{Q_c}} \geq 1,15, \quad (4.18)$$

где  $M_{G_{кр}}$  – момент, создаваемый собственным весом  $G_{кр}$  крана;  
 $M_j$  – момент, создаваемый вертикальными инерционными силами при торможении груза весом  $Q_c$ , опускающегося со скоростью  $v_c$  при времени торможения  $t$ ;  
 $M_{ц}$  – момент, создаваемый центробежными силами, возникающими при вращении поворотной части с частотой  $n$ ;  
 $M_B$  – момент ветровой нагрузки, действующей на кран и груз;  
 $M_j^{пер}$  – момент горизонтальных сил инерций при торможении перемещающихся масс груза и крана со скоростью  $v_n$  при времени торможения  $t_n$ ;  
 $M_{Q_c}$  – момент, создаваемый весом груза;

$$M_{G_{кр}} = G_{кр} [(c + b) \cos \alpha - h_o \sin \alpha], \quad (4.19)$$

где  $c$  – расстояние от центра масс крана до вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения поворотной части крана;  
 $b$  – расстояние от вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения поворотной части крана до вертикальной плоскости, проходящей через ребро опрокидывания;  
 $h_o$  – высота центра тяжести масс крана;

$$M_j = Q_c (a - b) \frac{v_c}{gt}, \quad (4.20)$$

где  $a$  – расстояние от вертикальной плоскости, проходящей через ось вращения поворотной части крана до вертикальной плоскости, проходящей через гибкую подвеску груза;  
 $g$  – ускорение свободного падения;

$$M_{ц} = \frac{Q_c \pi^2 n^2 ah}{900g} \frac{1}{1 - n^2 H / 900}, \quad (4.21)$$

где  $h$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура до головки стрелы;

$\frac{1}{1 - n^2 H / 900}$  – коэффициент, учитывающий увеличение вылета груза, отнесенного под действием центробежных сил от оси вращения;

$$M_B = W_1 \rho_1 + W_2 h, \quad (4.22)$$

где  $W_1, W_2$  – ветровая нагрузка на подветренную площадь крана и груза;  
 $\rho_1$  – расстояние от плоскости, проходящей через точки опорного контура, до центра приложения ветровой нагрузки на кран;

$$M_j^{пер} = \frac{Q_c v_n h}{gt_n} + \frac{G_{кр} v_n h_o}{gt_n}; \quad (4.23)$$

$$M_{Qc} = Q_c (a - b). \quad (4.24)$$

Теми же нормами предусмотрена проверка коэффициента грузовой статической устойчивости, т. е. устойчивости крана, находящегося в статическом состоянии вне ветрового воздействия,

$$K_{гр}^{бс} = \frac{M_{G_{кр}}}{M_{Qc}} \geq 1,4. \quad (4.25)$$

Расчетная схема для оценки собственной устойчивости приведена на рисунке 4.69.

Кран стоит на наклонной местности; стрела установлена вдоль пути, вылет стрелы минимальный. На кран действует только давление ветра (по нормам для нерабочего состояния). Расчет производится только для минимального вылета.

Коэффициент собственной устойчивости башенного крана

$$K_C^Б = \frac{M'_{G_{кр}}}{M'_B} \geq 1,15, \quad (4.26)$$

где  $M'_{G_{кр}}$  – момент, создаваемый весом крана при расчете собственной устойчивости;

$$M'_{G_{кр}} = G_{кр} [(b - c_1) \cos \alpha - h_1 \sin \alpha]; \quad (4.27)$$

$M'_B$  – момент ветровой нагрузки для крана в нерабочем состоянии;

$$M'_B = W \rho. \quad (4.28)$$

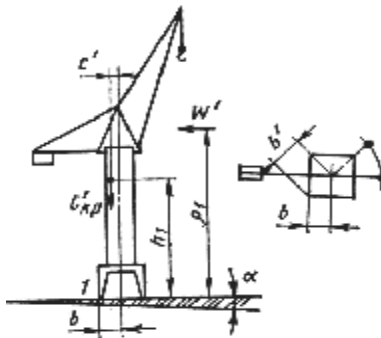


Рисунок 4.69

Возможен еще один вид нагружения крана, который может вызвать его опрокидывание. Это случай экстремального нагружения крана, возникающий, когда в грузе крана при стреле, находящейся в положении наименьшего вылета, произойдет внезапное снятие нагрузки, например, выпадение груза из строп или обрыв строп.

При грузе, подвешенном на крюке, система кран-стрела находится в напряженном состоянии, при котором накоплена потенциальная энергия. При мгновенном снятии нагрузки накопленная потенциальная энергия преобразуется в кинетическую энергию движения крана и стрелы. Стрела при этом подсакивает и, если ее кинетическая энергия достаточна, запрокидывается, что может привести к опрокидыванию крана в сторону противовеса. Для борьбы с запрокидыванием стрелы применяют упоры или гибкие тяги. Наличие упоров или тяг видоизменяет процесс, и опрокидывающий момент создается только ударным импульсом без участия полного статического момента, возникающего при запрокидывании стрелы. Это бывает обычно достаточным для того, чтобы собственная устойчивость крана была обеспечена.

*Устойчивость козловых кранов.* Козловые краны должны обладать достаточным запасом устойчивости, так как имеют большую подветренную площадь и высоко расположенный центр тяжести, что при неустановившихся процессах движения кранов вызывает значительные динамические нагрузки, которые в сочетании с ветровыми могут создавать значительные опрокидывающие моменты. Запас грузовой устойчивости крана на опрокидывание определяют вдоль и поперек подкранового пути перемещения (рисунок 4.70).

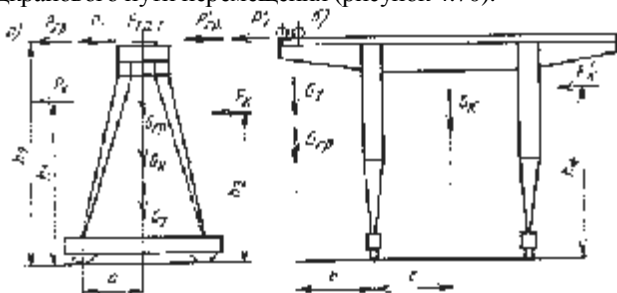


Рисунок 4.70

Коэффициент грузовой устойчивости крана при действии нагрузок на кран в рабочем состоянии в продольном направлении кранового пути (рисунок 4.70, а):

$$K_{гр}^{пр} = \frac{(G_k + G_{гр} + G_t) a}{P_k h_1 + (P_{гр} + P_t) h_2 + F_k h_3 + F_{гр} h_2} \geq 1,15, \quad (4.29)$$

где  $G_k, G_t, G_{гр}$  – вес соответственно крана, тележки и груза;

$P_k, P_t, P_{гр}$  – силы инерции масс соответственно крана, тележки и груза при неустановившемся режиме работы механизма передвижения крана;

$F_k$  – ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии в продольном направлении крановых путей;

$F_{гр.т}$  – ветровая нагрузка на кран в рабочем состоянии, на груз и тележку;

$a, h_1, h_2, h_3$  – плечи действующих нагрузок относительно ребра опрокидывания.

Коэффициент грузовой устойчивости при действии нагрузок на кран в рабочем состоянии в поперечном направлении крановых путей (рисунок 4.70, б)

$$K_{гр}^n = \frac{G_k c - (P'_т + P'_{гр})h_2 - F'_к h_4 - F'_{гр.т} h_2}{(G_{гр} + G_т) b} \geq 1,15, \quad (4.30)$$

где  $P'_т, P'_{гр}$  – силы инерции тележки и груза, вызванные экстренным торможением тележки;

$F'_к$  – ветровая нагрузка на кран в поперечном направлении крановых путей;

$F'_{гр.т}$  – ветровая нагрузка на тележку с грузом в поперечном направлении;

$c, b, h_2, h_4$  – плечи действующих нагрузок относительно ребра опрокидывания.

Проверка грузовой устойчивости не требуется, если длина консолей составляет не более 0,35 длины пролета, а высота подъема груза не превышает 10...13 м.

*Устройства против опрокидывания и угона ветром кранов.* Для исключения возможных аварийных ситуаций от неправильных и непреднамеренных действий обслуживающего персонала в грузоподъемных кранах применяют различные устройства безопасности. К ним относятся ограничители грузоподъемности, высоты подъема, вылета стрелы, перекоса крана, противоугонные устройства, буфера и ограничительные упоры, а также различные концевые выключатели.

Ограничители грузоподъемности исключают перегрузку элементов крана от подъема избыточного груза (более чем на 25 % у кранов мостового типа, стреловых передвижных – 10 %, порталных – 15 %).

Ограничители грузоподъемности на стреловых и порталных кранах должны обеспечивать также защиту их от опрокидывания.

Ограничитель грузоподъемности представляет собой прибор для аварийного отключения привода механизма при подъеме груза, масса которого превышает допустимое значение. В крюковых кранах необходимость применения ограничителей обусловлена тем, что такие краны, как правило, не имеют грузозвешивающих устройств. В магнитных кранах при подъеме холодных магнитных материалов подъемная сила электромагнита может существенно превышать расчетную грузоподъемную силу крана. При рабо-

те грейферных кранов возможно зачерпывание смерзшихся грузов, для отрыва которых механизм зачерпывания должен развивать значительно большее усилие, чем при подъеме заполненного грейфера.

Ограничители грузоподъемности устанавливают на стреловых кранах и кранах мостового типа, лифтах и подъемниках, грузоподъемниках погрузчиков. Основным назначением ограничителей грузоподъемности является защита механизма подъема и несущей конструкции от чрезмерных нагрузок, ведущих к появлению остаточных деформаций и трещин в металлоконструкциях, ускорению изнашивания элементов крана.

Любой ограничитель грузоподъемности состоит из датчика, замеряющего массу поднимаемого груза, и исполнительного устройства, управляющего механизмом подъема. Датчики могут быть пружинные, диафрагменные, торсионные, электрические, гидравлические и комбинированные. Исполнительный механизм воздействует на механизм подъема двумя способами. При первом способе срабатывание ограничителя грузоподъемности приводит к отключению электродвигателя механизма подъема и включения тормоза. При втором способе исполнительное устройство при срабатывании ограничителя грузоподъемности включает на некоторое время электродвигатель на режим опускания груза, а затем включение тормоза. При этом исключает отрыв избыточного груза от опоры и перегрузки элементов крана.

Ограничители высоты подъема бывают рычажного и шпindelного типов. В первом случае при подъеме крюковой подвески в крайнее верхнее положение она взаимодействует с шарнирно закрепленным рычагом, связанным с концевым выключателем механизма подъема. Поворот рычага приводит к отключению электродвигателя и включению тормоза механизма подъема.

Такие ограничители высоты подъема устанавливают на мостовых кранах и электроталях. После срабатывания ограничителя высоты подъема минимальный зазор между грузозахватным органом и выступающим элементом на пути его движения должен быть не менее 200 мм в мостовых кранах и не менее 50 мм в электроталях.

Ограничители высоты подъема шпindelного типа обычно применяют на стреловых передвижных кранах. Они состоят из нарезного шпинделя (винта), гайки и концевого выключателя. Винт барабана механизма подъема или изменения вылета стрелы соединяют со шпindelем. При вращении шпинделя гайка смещается в продольном направлении и взаимодействует с концевым выключателем. Установка двух выключателей позволяет ограничить и величину сматывания каната с барабана при опускании груза.

Машинист, управляющий стреловым краном с переменным вылетом стрелы, для обеспечения нормальной работы должен знать вылет и допустимую при этом вылете грузоподъемность крана.

В башенных кранах с подъемной стрелой (рисунок 4.71, *а*) стрела 1 при помощи тяги 2 с регулировочной муфтой 3 связана с поворотным рычагом 4, ведущим стрелку 5 по шкале 6, градуированной в метрах вылета стрелы. На втулке рычага 4 и стрелки 5 размещены кулачки 8, взаимодействующие с конечными выключателями 7, ограничивающими крайние положения стрелы.

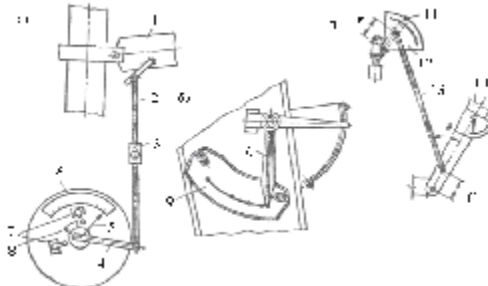


Рисунок 4.71

Самоходные стреловые краны оборудуют указателями вылета стрелы (рисунок 4.70, *б*), выполненными обычно в виде укрепленного на стреле сектора 9 с центральным углом, равным возможному углу поворота (наклона) стрелы, и свободно подвешенной стрелки 10, регистрирующей угол наклона стрелы к вертикали. Сектор можно ввести в кабину, в этом случае диск 12 в кабине свободно вращается на оси и уравнивается грузом; независимо от того, работает ли кран на горизонтальной местности или на уклоне, диск всегда занимает отвесное положение. На той же оси, что и диск, вращается стрелка 11, соединенная тягой 13 со стрелой 14. Диск можно градуировать на показатели как вылета стрелы, так и допустимой грузоподъемности крана.

В качестве ограничителей угла наклона стрелы могут использоваться упоры (рисунок 4.72, *а*) 2 на стреле 1 или на конструкции крана, гибкие тяги (рисунок 4.72, *б*), прикрепленные к стреле и конструкциям крана, и складывающиеся упоры (рисунок 4.72, *в*).

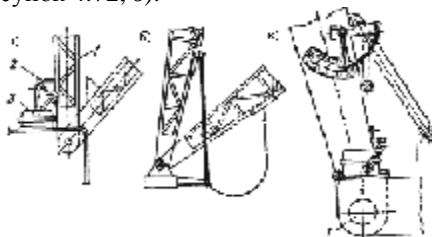


Рисунок 4.72

Передвижение кранов мостового типа, особенно козловых кранов и мостовых перегружателей большого пролета, сопровождается перекосом их пролетных строений вследствие забега одной опоры крана относительно другой.



Основными причинами перекоса пролетного строения являются монтажный перекос ходовых колес в горизонтальной плоскости, неравенство сил сопротивления передвижения опор крана, различие между механическими характеристиками приводных двигателей. Кроме повышенного износа ходовых колес и уровня нагрузок на металлоконструкцию крана и крановые пути, движение крана с перекосом может явиться причиной заклинивания или схода ходовых колес с рельсов.

Козловые краны и мостовые перегружатели любых пролетов должны быть снабжены ограничителями перекоса, которые предназначены для аварийной остановки крана при недопустимом перекосе пролетного строения. Краны пролетом более 100 м снабжают, кроме того, устройствами для визуального контроля перекоса, а также системами автоматической стабилизации движения кранов без перекоса. Перекос не должен превышать 300 ... 400 мм.

Работа ограничителей перекоса основана преимущественно на двух принципах: измерения разности расстояний, пройденных двумя опорами крана, или измерения упругой деформации пролетного строения или опор крана.

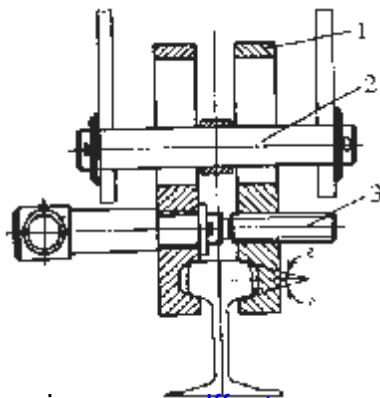
Определение разности путей, проходимых опорами крана, производится измерением углов поворота двух холостых колес противоположных опор крана либо измерением расстояний, проходимых опорами крана от упоров, установленных в конце рельсового пути. Для этого вдоль рельсового пути с двух сторон крана на равных расстояниях друг от друга устанавливают реперы, а на ходовых тележках крана – импульсные датчики перемещения. Перекос определяется по разности импульсов, получаемых с двух сторон крана.

Ограничители перекоса предотвращают работу крана с опасными забегами опор, но не устраняют этот забег. Уменьшить забег опор можно только при использовании системы автоматической стабилизации бесперекосного прямолинейного движения крана, которые применяют на козловых кранах больших пролетов и мостовых перегружателях.

Грузоподъемные краны на рельсовом ходу, работающие на открытом воздухе, снабжены противоугонными средствами, предотвращающими угон крана по рельсовому пути под действием ветровой нагрузки нерабочего состояния крана. Мостовые краны могут быть снабжены противоугонными устройствами, если при действии на кран ветровой нагрузки нерабочего состояния коэффициент запаса удерживающей силы тормозов механизма передвижения равен не менее 1,2.

По принципу действия противоугонные устройства разделяют на ручные, механические и автоматические.

Ручные противоугонные устройства наиболее часто выполняют в виде рель-



совых захватов клещевого типа. Удержание крана от угона ветром осуществляется прижатием рычагов с губками к боковым поверхностям рельсов или зажатием их за головку рельса (рисунок 4.73).

Рычаги захвата 1 имеют профилированные губки, охватывающие головку рельса, зажатие которого осуществляется с помощью винта 3. Захват закреплен на ходовой тележке крана с помощью пальца 2, входящего в овальные прорезы рычагов. В нерабочем положении рычаги отводятся от головки рельса и поворачиваются губками вверх. Захваты установлены на каждой стороне крана.

Механические противоугонные устройства выполняют в виде клещевых захватов с электроприводом либо в виде эксцентриковых самозатягивающихся захватов, которые имеют механический привод, в основном электромагнитный. Зажатие головки рельса механического клещевого захвата осуществляется под действием силы тяжести замыкающего груза, например, тяжелого клина, а освобождение рельса происходит с помощью электрического или электрогидравлического привода (рисунок 4.74).

При нормальной работе крана клин 1 находится в поднятом состоянии, удерживаемый на весу лебедкой, заторможенной электромагнитом; губки 5 рычагов 3 захватов под действием пружины находятся в состоянии, не касающемся рельса. При случайном или преднамеренном включении тока тормоз освобождается и клин 1, опускаясь, нажимает на ролики 2, поворачивает рычаги около осей 4, зажимая рельс губками.

Управление механическими рельсовыми захватами осуществляется крановщиком из кабины крана. Во избежание резкой остановки крана и возникновения при этом недопустимых динамических нагрузок включение рельсовых захватов должно осуществляться после предварительного торможения крана.

Автоматические противоугонные устройства являются наиболее надежными и перспективными для всех типов рельсовых кранов. Они срабатывают при отключении подачи на кран электрической энергии и при скорости ветра, превышающей допустимую. Эти устройства так же, как и механические, выполнены в виде клещевых захватов или в виде эксцентриковых самозатягивающихся рельсовых захватов. Эти устройства отличаются от механических только приводом, обеспечивающим их автоматическое срабатывание.

Для аварийного отключения механизма передвижения крана и введения в действие автоматических захватов при недопустимой скорости ветра используют анемометры, измеряющие скорость ветра в направлении вдоль рельсовых путей – направлении угона крана ветром.

Упоры применяют для ограничения перемещения кранов, крановых тележек по рельсовым путям, а также для ограничения верхнего положения стрел. Краны на рельсовом ходу и грузовые тележки для уменьшения удар-

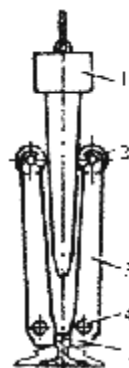


Рисунок 4.74

ных нагрузок при подходе к упорам или друг к другу снабжают буферами. При полностью исправных тормозах и концевой автоматической защите кранов установка буферов позволяет расширить рабочий ход крана или тележки, а при возможной неисправности тормозов и автоматической защиты повысить надежность и безопасность работы кранов.

Если на рельсовом пути работает один кран, то буфера устанавливают на концевых упорах; при работе двух и более кранов на одном пути буфера располагают на кранах по два буфера с каждой стороны. В этом случае буфера прикрепляют к концевым балкам моста или крайним ходовым тележкам. В грузовых тележках используют в основном один буфер двустороннего действия.

В кранах находят применение деревянные, резиновые, пружинные, пружинно-фрикционные и гидравлические буфера. Вместо буферов применяются так называемые тупиковые упоры-отрезки рельсового пути, плавно поднимающиеся вверх. При наезде на тупиковый упор кинетическая энергия крана переходит в потенциальную энергию поднятой массы крана, что предотвращает жесткий удар по упорам.

Деревянные буфера, состоящие из набора брусьев, используют только на кранах с ручным приводом.

Резиновые буфера обладают хорошей поглощающей способностью кинетической энергии. Применяются для кранов грузоподъемностью до 5 т и малых пролетов.

Пружинные буфера просты по конструкции и наиболее часто применяются. Буфера состоят из одной или нескольких винтовых пружин, имеют незначительный коэффициент поглощения. В крупных кранах эти буфера имеют значительные размеры.

Пружинно-фрикционные буфера имеют очень высокий коэффициент поглощения, однако они отличаются сложностью конструкции.

Наиболее совершенными являются гидравлические буфера, имеющие коэффициент поглощения, близкий к единице.

#### 4.1.11 Производительность кранов и выбор грузозахватных устройств

*Определение производительности кранов.* Производительность крана измеряется количеством груза, перемещаемого в единицу времени, обычно в час. В качестве измерителя количества применяют массу груза, объем или число единиц и соответственно вводятся термины: массовая производительность (или просто – производительность) –  $Q$ , т/ч, объемная –  $Q_o$ , м<sup>3</sup>/ч, и штучная –  $Q_{шт}$ , шт/ч.

Теоретическая производительность

$$Q_T = G_H n_{ц} \quad (4.31)$$

техническая

$$Q_{тех} = G_H K_{гр} n_{ц} \quad (4.32)$$

$$Q_{тех} = G_{ф} n_{ц} \quad (4.33)$$

эксплуатационная

$$Q^3 = G_n K_{гр} K_{вр} n_{ц}, \quad (4.34)$$

$$Q^3 = G_{\phi} K_{вр} n_{ц}, \quad (4.35)$$

где  $G_n$  – номинальная грузоподъемность машины;

$n_{ц}$  – количество рабочих циклов машины, выполняемых за единицу времени;

$K_{гр}$  – коэффициент использования машины по грузоподъемности (отношение массы груза, перемещаемой в среднем за один рабочий цикл, к номинальной грузоподъемности);

$G_{\phi}$  – масса груза, перемещаемая машиной в среднем за один цикл;

$K_{вр}$  – средний коэффициент использования машины во времени;

$$n_{ц} = 1 / T_{ц}^c, \quad (4.36)$$

где  $T_{ц}^c$  – продолжительность рабочего цикла машины с учетом совмещения (параллельного выполнения) операций.

Продолжительность цикла складывается из времени машинного, необходимого для выполнения краном отдельных операций с учетом возможного совмещения (одновременного выполнения) некоторых из них, и времени, затрачиваемого на вспомогательные операции.

Продолжительность цикла

$$T_{ц}^c = \phi \sum_{i=1}^n t_i + t_b, \quad (4.37)$$

где  $\phi$  – коэффициент, учитывающий сокращение времени цикла за счет совмещения некоторых операций по времени;

$\sum_{i=1}^n t_i$  – машинное время, затрачиваемое на выполнение операций;

$t_i$  – время на выполнение краном  $i$ -й операции;

$n$  – количество операций, выполняемых краном за цикл;

$t_b$  – время, затрачиваемое на вспомогательные операции при выполнении каждого цикла (застровка и отстропка груза, установка крана на аутригеры и др.).

Машинное время

$$\sum_{i=1}^n (t_1 + t_2 + t_3 + \dots + t_n), \quad (4.38)$$

где  $t_1$  – время, затрачиваемое на подъем (опускание) на высоту  $h$  груза со скоростью  $v_1$

$$t_1 = \frac{h}{v_1} + t_{п.т}; \quad (4.39)$$

где  $t_2$  – время передвижения тележки или крана на расстояние  $l$  со скоростью  $v_2$

$$t_2 = \frac{l}{v_2} + t_{p.т}; \quad (4.40)$$

где  $t_3$  – время, затрачиваемое на поворот крана на угол  $\alpha$  в градусах при скорости вращения поворотной части крана  $n$ ,

$$t_3 = \frac{\alpha}{n} + t_{p.т}; \quad (4.41)$$

где  $t_{p.т}$  – время на разгон и торможение механизма изменения положения крана или отдельных его частей (2...4 с);

$t_n$  – время, затрачиваемое на захват груза грузозахватным устройством и отдачу его.

Время на наводку, захват и освобождение груза приведено в таблице 4.9.

Средние значения коэффициента использования машины по грузоподъемности таковы:  $K_{гр} = 1$  – при перегрузке насыпных грузов грейферами;  $K_{гр} = 0,7$  – при перегрузке насыпных грузов бадьями, другими устройствами;  $K_{гр} = 0,6$  – при перегрузке штучных грузов различной массы и конфигурации;  $K_{гр} = 0,5$  – при производстве строительно-монтажных работ.

Коэффициент  $K_{вр}$  использования машины во времени зависит от системы организации работ на площадке.

*Выбор грузозахватных устройств.* Грузозахватные устройства служат для захвата (застропки), надежного удержания, ориентирования и освобождения (отстропки) грузов при производстве погрузочно-разгрузочных операций с различными грузами.

Время на застропку и отстропку груза составляет от 20 до 80 % общей продолжительности рабочего цикла крана. Поэтому производительность кранов находится в прямой зависимости от конструктивных качеств захватных устройств и правильного из подбора к конкретному грузу и условиям работы с ним.

Таблица 4.9

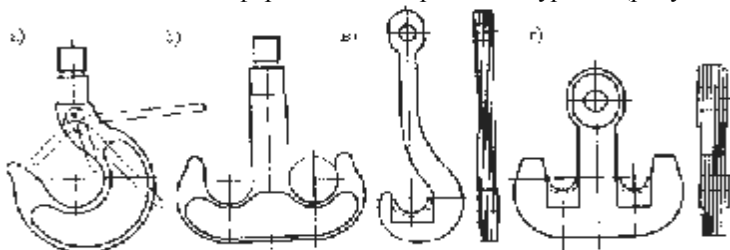
Вид груза	Грузозахватный орган	Затраты времени, с	
		на захват и наводку	на освобождение
Контейнеры массой 3 ... 5 т	Цепной или канатный строп	20 ... 30	10 ... 20
	Приводной захват (автостроп)	10 ... 15	5 ... 10
Контейнер массой 20 т	Канатный строп	80 ... 100	60 ... 80
	Приводной захват (спредер)	10 ... 20	4 ... 8
Пачка круглого леса	Канатный строп	50	40

массой 3 ... 8 т	Радиальный моторный грейфер	80	15
Пакет пиломатериалов массой 2 ... 4 т	Канатный строп	50	15
	Вилочный подхват	40	10
Стеновые панели массой 2 ... 6 т	Канатный строп	50	20
Лестничные марши	- " -	80	30
Бадья с бетоном ( $V = 0,8 \dots 1,6 \text{ м}^3$ )	- " -	20	10
Редукторы, двигатели и другие узлы механизмов массой, т: до 3 3,1 ... 6,0	- " -	60	25
	- " -	93	35
Пакеты кирпича на поддоне массой до 2 т	Специальный захват	25	6

При выборе грузозахватных устройств к ним предъявляются следующие требования:

- простота и прочность конструкции, обеспечивающие надежность и безопасность работы;
- минимальная собственная масса, что связано с производительностью крана и расходом энергии на 1 т перерабатываемого груза;
- минимальная продолжительность захвата и освобождения груза (автоматизация этих операций – передача управления захватными органами в кабину машиниста крана и др.);
- обеспечение сохранности перерабатываемого груза и подвижного состава;
- соответствие требованиям охраны труда и окружающей среды.

Большинство грузоподъемных кранов снабжаются крюками, которые в зависимости от способа изготовления разделяются на кованные (штампованные) и пластинчатые, а по форме – на однорогие и двурогие (рисунок 4.75).



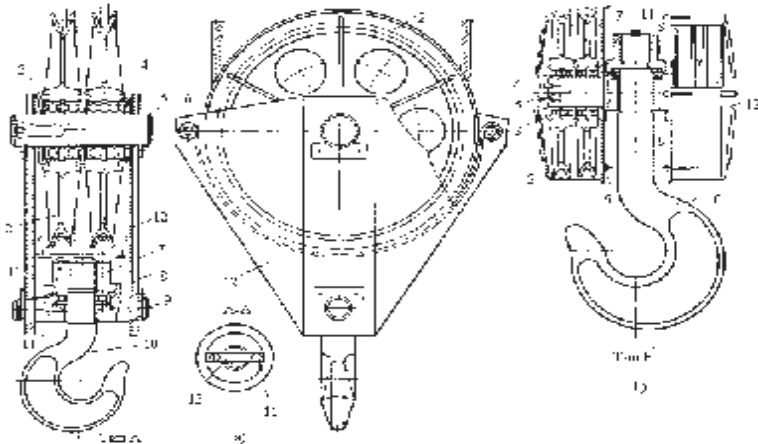
а – однорогий с замком; б – двурогий; в – однорогий пластинчатый; г – двурогий пластинчатый

Рисунок 4.75

Кованные однорогие крюки применяют для грузоподъемных машин при грузоподъемности 0,4 ... 100 т, а двурогие – 5 ... 100 т. Пластинчатые крюки однорогие применяют для литейных кранов грузоподъемностью 40 ... 315 т, а двурогие – для кранов общего назначения грузоподъемностью 80 ... 320 т.

Крюк выбирается в зависимости от грузоподъемности и расчет его не требуется. В эксплуатации износ крюка в его зеве не должен превышать 10 % первоначальной высоты сечения. При большем износе крюк заменяют на новый.

Для соединения крюка с канатом служат крюковые подвески (рисунок 4.76).



а – нормальная подвеска, б – укороченная подвеска: 1 – щека; 2 – блок; 3 – крышка; 4 – подшипник; 5 – ось; 6 – стяжные болты; 7 – гайка хвостовика крюка; 8 – упорный подшипник; 9 – траверса; 10 – крюк; 11 – болт; 12 – кожу; 13 – стопорная планка

Рисунок 4.76

Схема классификации крановых грузозахватных устройств по назначению и принципу действия приведена на рисунке 4.77.



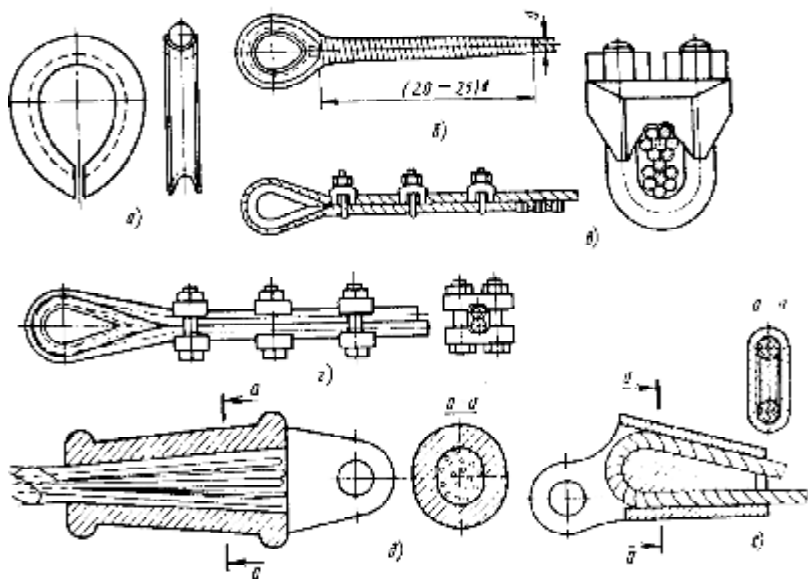
Рисунок 4.77

Номенклатура, типы и размеры тары, геометрическая форма, плотность и другие особенности штучных грузов предопределили применение на погрузочно-разгрузочных работах разнообразных захватных устройств.

Наиболее распространены стропы из растительных, стальных канатов и цепей. Эти универсальные грузозахватные приспособления имеют ряд положительных качеств: незначительные затраты на изготовление и ремонт, простота в эксплуатации и небольшая масса. Крупный же недостаток – руч-







Крепление конца каната: а – коушем; б – вpletением; в – фигурными планками; г – планками с трапециевидной канавкой; д – в стакане с заливкой легкоплавким материалом; е – клиновым зажимом

Рисунок 4.80

Соединение коушем предохраняет канат от резких перегибов, уменьшает напряжение сжатия и защищает канат от истирания об ось. Канат укладывают в желоб коуша и свободный конец соединяют с основной ветвью.

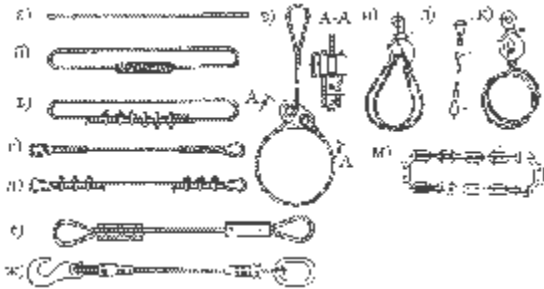
Соединение конца каната может быть осуществлено путем сращивания – вpletения проволок распущенного конца каната в основную ветвь с последующей оплеткой стальной проволокой.

Более распространенным является соединение винтовыми зажимами с фигурной планкой или с двумя планками с трапециевидной канавкой.

Широко распространено соединение каната с помощью стальных конических стаканов. В этом случае канат протискивают через узкий конец втулки, расплетают его, вырезают органический сердечник, каждую проволоку очищают и сгибают в 2 раза, затем канат помещают во втулку и заливают легкоплавким металлом.

Надежным и удобным в эксплуатации является клиновой зажим, состоящий из конической втулки овального сечения и клина.

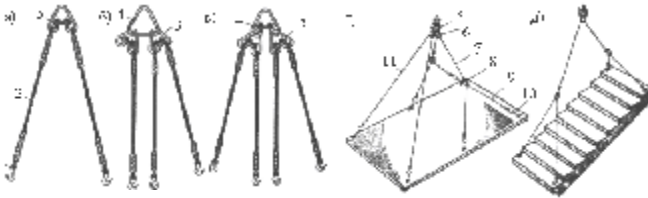
Схемы одноветвевых грузовых строп приведены на рисунке 4.81, многоветвевых канатных – на рисунке 4.82, цепных – на рисунке 4.83, штыревых – на рисунке 4.84.



Одноветвевые стропы и подвески:

а – отрезок каната; б, в – универсальные; г, д, е – с концевыми петлями; ж – с крюком; з – с закладным пальцем; и, к – схемы подвески на крюк универсальных стропов; л – цепная с концевыми петлями; м – цепная универсальная

Рисунок 4.81



Многоветвевые стропы: а – двухветвевая; б – трехветвевая; в – четырехветвевая; г, д – уравнивающиеся (балансирные)

Рисунок 4.82

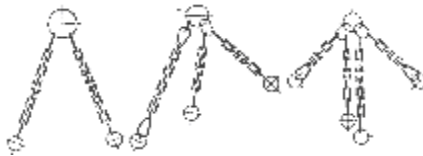


Рисунок 4.83

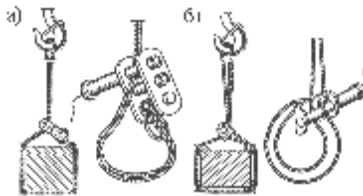


Рисунок 4.84

Схема классификации грузозахватных устройств для контейнеров приведена на рисунке 4.85.

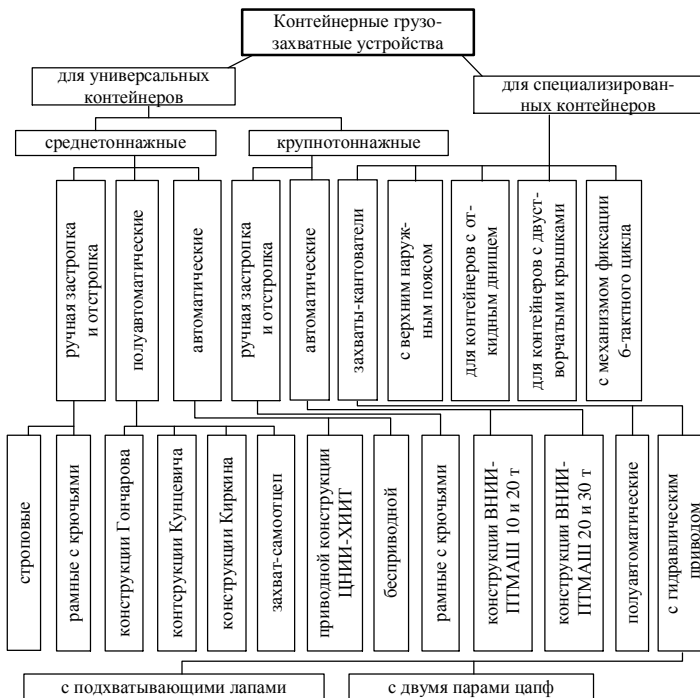


Рисунок 4.85

Схема ручного грузозахватного устройства с крючьями для среднетоннажных контейнеров приведена на рисунке 4.86.

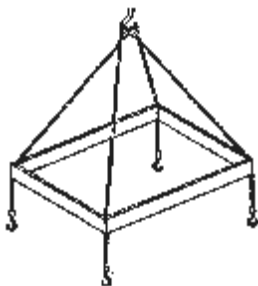


Рисунок 4.86

Полуавтоматические захваты приведены на рисунке 4.87. Полуавтоматическое грузозахватное устройство конструкции А.В. Гончарова и Г. А. Ануфриева (рисунок 4.87, а) содержит однобаранную лебедку 1, установленную на корпусе 3 редуктора механизма поворота, с приводом от электродвигателя 4. На барабан 2 лебедки наматывается трос 5, который огибает блок 6, закрепленный на обойме 7 грузовых блоков 8. Трос проходит через центральное отверстие выходного вала 16 редуктора механизма поворота 10 и посредством подшипника 15 соединяется с траверсой 14, к которой шарнирно присоединены жесткие тяги 13 с захватными крюками 12. Крюки соединены гибкими тягами 11 с валом 16.

Для привода механизма поворота служит электродвигатель 9. Рымы контейнера зацепляют крюками 12 вручную. При отстропке же лебедка 1 сматывает трос 5, в результате чего траверса 15 опускается. При этом угол между тягами 13 увеличивается и крюки 12 выходят из зацепления с рымами.

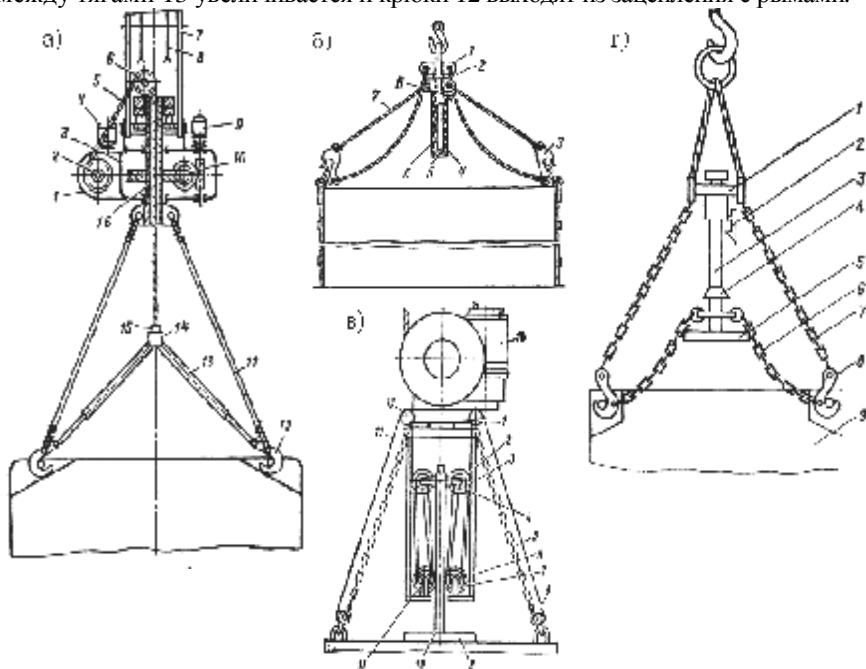


Рисунок 4.87

Наибольшее распространение на железнодорожном транспорте и ряде промышленных предприятий получил простой по конструкции полуавтоматический захват А.Н. Кунцевича (рисунок 4.87, б). Он состоит из траверсы 1, к которой на стропах 2 подвешены крюки 3. В центре траверсы закреплена штанга 4, по которой перемещается труба 6 с опорной пяткой 5. К верхней части трубы прикреплены гибкие тяги 7, концы которых соединены с крюками 3. Труба фиксируется на штанге защелкой 8. При застропке крюки вводятся в рымы контейнера вручную, при отстропке захват опускается вниз: натяжение стропов 2 ослабевает, а пята трубы упирается в крышку контейнера, натягивая тяги 7, которые выводят крюки 3 из зацепления с рымами. При застропке очередного контейнера отводят защелку 8 вручную и труба опускается вниз, ослабляя тяги 7.

Принцип действия захвата-самоотдела (рисунок 4.87, в) для перегрузки универсальных контейнеров состоит в следующем. Установив контейнер, крановщик, чтобы произвести автоматическую отстропку, продолжает

опускать захват. При этом диск 5 упирается в крышку контейнера 9 и траверса 1, скользя по штоку 3, защелкой 2 входит в зацепление с конусной муфтой 4, после чего захват поднимается, траверса вместе с муфтой идет вверх, натягивая размыкающие цепи 6. Последние при этом выводят крюки 8 из проушин контейнера. После наведения крановщиком захвата на следующий контейнер рабочий заводит крюки в проушины контейнера и, поворачивая защелку 2, отсоединяет траверсу от муфты. Теперь при подъеме захвата размыкающие цепи остаются ослабленными, а силовые 7, по мере движения траверсы вверх по штоку, натягиваются под воздействием веса контейнера.

Усовершенствованный полуавтоматический захват системы В.Г. Кирикина (рисунок 4.87, з) состоит из траверсы 1, на которой установлен поворотный механизм 14. К траверсе подвешены гибкие тяги 5 с захватными крюками 8. К каждому крюку присоединен расстроповочный трос 12, огибающий блок 13 на траверсе. Трос связан с полиспастной обоймой, состоящей из неподвижных блоков 11, укрепленных на направляющих 6, подвижной крестовины 4 с блоками 2. Крестовина соединена со штангой 10, на которой закреплен диск 9, снабженный резиновым буфером. Ход крестовины в направляющих 6 ограничивает упор. На осях блоков 11 и 2 установлены жестко соединенные с блоками ролики 7 и 3, которые перемещаются по направляющим 6, обеспечивая ход штанги 10. При застропке захват устанавливается над контейнером, чтобы диск 9 лишь касался крыши. Стропальщик вручную крюками 8 зацепляет контейнер. При отстропке устройство опускается на крышу контейнера, диск 9 опирается на нее. Расстояние между неподвижными 11 и подвижными 2 блоками полиспастной обоймы увеличивается, тросы 12 натягиваются и поворачивают крюки 8. Контейнер освобождается.

Недостаток большинства конструкций полуавтоматических захватов с механическим механизмом фиксации тот, что они не обеспечивают безопасности перегрузочных операций, так как при случайном соприкосновении контейнера с какой-либо поверхностью, например, с бортом вагона, тросы подвески ослабляются, срабатывает механизм фиксации и происходит произвольная отстропка.

Автостроп системы ЦНИИ-ХИИТ (рисунок 4.88) для перегрузки среднетоннажных контейнеров имеет раму 4, каретки 5 с механизмами захвата 2 и фиксирующие козырьки 16. Рама сварная из двух параллельных швеллерных балок, на полки которых катками опираются каретки 5. Ходовой винт 3 с правой и левой резьбой при вращении от электродвигателя 6 с двухступенчатой цепной передачей 8, разделенной муфтой предельного момента 7, сдвигает или раздвигает каретки. Каждая каретка оборудована двумя механизмами захвата, выполненными в виде крюковых гребенок 1. Четыре подпружиненных крюка каждой гребенки вертикально подвижны в направляющих корпусах механизма захвата. Крюки обращены наружу зевом; три ближних к винту крюка предназначены для захвата трехтонных контейнеров, а крайний – для захвата пятитонных контейнеров.

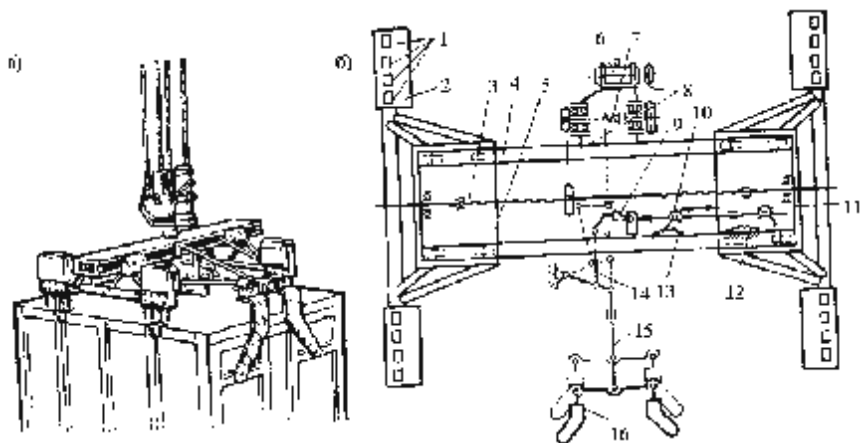


Рисунок 4.88

Козырьки 16 предназначены для ориентирования автостропа относительно контейнера. Они связаны с выдвижной штангой 15 и фиксируются двумя крановыми устройствами 10 и 11, что предотвращает сдвиг козырьков под действием случайных ударных нагрузок.

Для полной безопасности производства работ каждый крюк снабжен блокирующим устройством, подающим в кабину крановщика сигнал в случае неудовлетворительной застропки хотя бы одного рыма контейнера.

Управление двигателями захвата и поворотной головки находится в кабине машиниста крана.

Захват контейнера происходит в такой последовательности. Перед установкой автостропа на контейнер сдвигают каретки, пока не сработает муфта предельного момента. Козырьки прижимаются к боковой стенке контейнера и ориентируют автостроп. После этого автостроп опускается и ложится специальными дужками на крышку контейнера. Крюки, упираясь в крышку и сжимая пружины, перемещаются вверх относительно своих направляющих. Затем привод кареток включается на раздвижку, крюки скользят по крышке контейнера, часть из них под действием пружины и собственной силы тяжести опускается в рамные ниши, и при дальнейшей раздвижке захватывают рамные болты. При подъеме автостропа эти крюки подхватывают контейнер. Для освобождения контейнера каретки включаются на сдвижку, и крюки, освобождая рымы, выходят из ниш.

Когда не требуется выполнять сложные операции с контейнерами, применяют бесприводные автоматические захваты. Существенный недостаток их конструкции – сложность и невозможность обеспечить безопасность погрузочно-разгрузочных работ. Может перемещать трех- и пятитонные контейнеры.

Для перемещения 20- и 10-тонных контейнеров разработан автоматический захват во ВНИИПТМаше (рисунок 4.89). По такой же принципиальной схеме ВНИИПТМашем разработан автоматический захват (спредер) для контейнеров массой брутто 20 и 30 т.

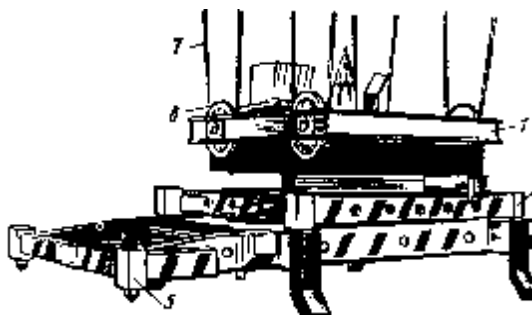


Рисунок 4.89

Спредер состоит из трех сварных прямоугольных рам 1, 2 и 3. На верхней раме 1 установлены подвижные канатные блоки 6 полиспаста 7. Ветви полиспаста раздвинуты, что обеспечивает лучшее восприятие опорного момента от механизма вращения, расположенного на верхней раме. Кроме того, раздвинутые ветви полиспаста

способствуют более быстрому гашению продольных и поперечных колебаний спредера и ускорению его наводки на контейнер.

Нижняя рама 3 по углам имеет захватные элементы в виде Т-образных поворотных штырей 5, которые входят в овальные пазы угловых фитингов контейнеров. Для застропки контейнера Т-образные штыри поворачивают на  $90^\circ$ . Предусмотрены блокировочные и сигнальные устройства, обеспечивающие надежную фиксацию в заданном положении поворотных штырей в угловых фитингах контейнеров. Привод механизма поворота штырей – от гидроцилиндров. Для обеспечения наводки спредера на контейнер предусмотрены направляющие лапы 4. Нижняя рама 3 спредера используется для перегрузки 20-тонных контейнеров.

Промежуточная рама 2 также снабжена аналогичными захватными элементами. Эта рама имеет меньшую длину и используется при перегрузке 10-тонных контейнеров. Нижняя и промежуточная рамы могут поворачиваться на  $250^\circ$  в горизонтальной плоскости относительно верхней рамы. Управление всеми механизмами спредера производится из кабины крана.

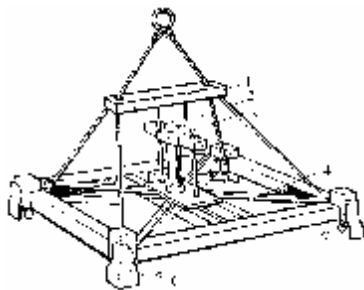


Рисунок 4.90

Схема бесприводного автоматического захвата для крупнотоннажных контейнеров приведена на рисунке 4.90.

По четырем углам рамы 6 спредера расположены поворотные штыри 5, которые при посадке захвата на контейнер входят в его угловые гнезда (фитинги).

Штыри цепной передачи 4 связаны с узлом управления 3, с ним же тягами 2 соединена траверса 1. Угловые направляющие 7 способствуют сокращению времени на наведение и насадку захвата на контейнер.

Посадив захват на контейнер, крановщик, ослабляя грузовой канат, воздействует на механизм управления захвата, с помощью которого штыри поворачиваются на  $90^\circ$ , при этом происходит застропка контейнера.

Переместив и установив контейнер, крановщик, ослабляя грузовой канат, вновь поворачивает штыри на  $90^\circ$  – происходит автоматическая отстропка.

Рабочие органы лапчатых (вилочных) грузозахватных устройств (ГУ) располагаются под грузом или проходят в монтажные пеглы, отверстия груза или поддона, на котором лежит груз. Классификация лапчатых ГУ приведена на рисунке 4.91.

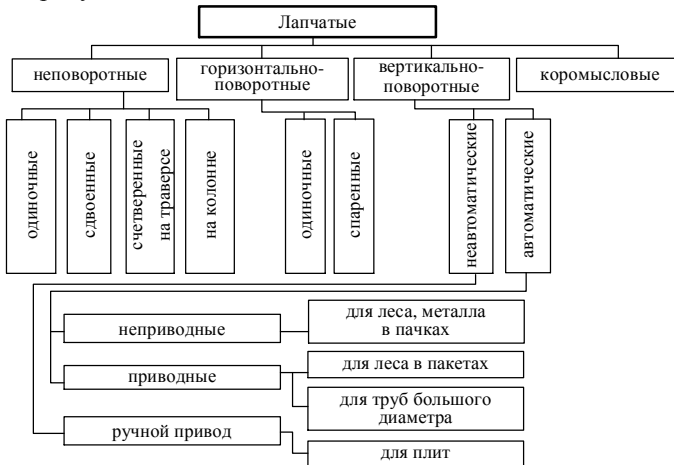
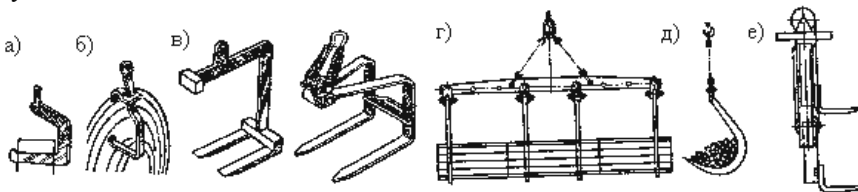


Рисунок 4.91

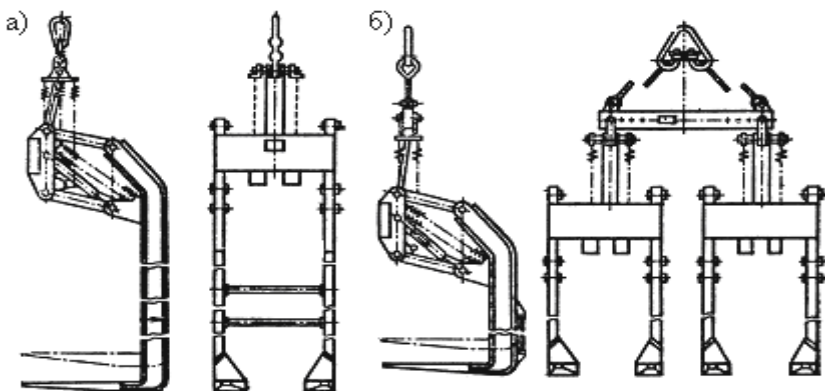
Схемы лапчатых неповоротных ГУ приведены на рисунке 4.92, горизонтально-поворотных – на рисунке 4.93, вертикально-поворотных – на рисунке 4.94.



Лапчатые неповоротные ГУ: а, б – одиночное; в, г – сдвоенное; д – счетверенное на траверсе для длинномерных грузов; е – неповоротное на колонне

Рисунок 4.92

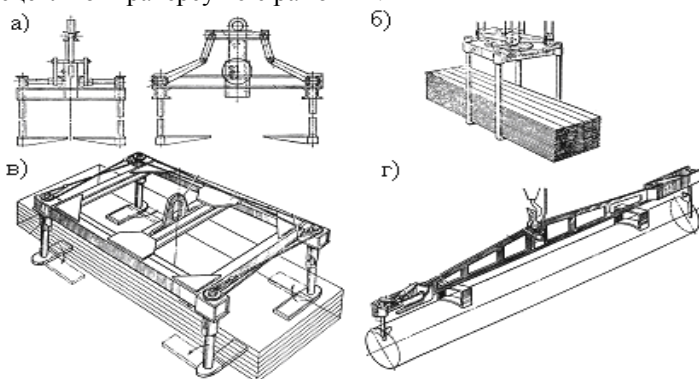




Горизонтально-поворотные ГК: а – одиночное; б – спаренное

Рисунок 4.93

Автоматическое ГУ (рисунок 4.94, а) в качестве рабочего органа имеет четыре вертикально-поворотных вилочных подхвата 5. Оно содержит раму 12, траверсу 10, к которой прикреплен ползун, механизм фиксации со стойкой 13 и четыре тяги 8, шарнирно соединенные с четырьмя рычагами б горизонтальных валов 1. На последних закреплены конические зубчатые шестерни 2, входящие в зацепление с шестернями 3, расположенными на верхних концах вертикальных штанг 4. К ползуну 11 прикреплен упор 9, а к стойке 13 – звездочка 7, которые, взаимодействуя между собой, периодически сцепляют траверсу 10 с рамой 12.



Вертикально-поворотные ГУ: а – неприводное автоматическое; б – приводное автоматическое для пакетов леса; в – приводное автоматическое для плит; г – приводное автоматическое для труб большого диаметра

Рисунок 4.94

Когда траверса сцеплена с рамой, вилочные подхваты располагают параллельно продольной оси пакета пиломатериалов так, чтобы они не мешали опусканию ГУ на пакет. После упора рамы в верхние доски пакета траверса с ползуном опускается до тех пор, пока упор ползуна не повернет звездочку. При подъеме ГУ звездочка занимает положение, при котором ползун и стойка расцепляются, траверса поднимается, увлекая за собой тяги и связанные с ними рычаги. Последние через коническую передачу поворачивают вертикальные валы на  $90^\circ$ , и подхваты оказываются под пакетом пиломатериалов.

При опускании пакета на подкладки траверса с ползуном приближается к раме до тех пор, пока упор ползуна не коснется звездочки. Затем тяги, опускаясь, поворачивают рычаги и связанные с ними через зубчатую передачу вертикальные валы с подхватами в исходное положение. Теперь при подъеме звездочка поворачивается так, что ползун сцепляется со стойкой, и ГУ освобождается от груза.

Другое исполнение имеет ГУ (рисунок 4.94, б) в виде подвешиваемой на кране квадратной или прямоугольной траверсы, в углах которой размещены поворотные лапы с хвостовыми концами, выполненными в виде цапф, вращающихся в подшипниках, укрепленных в траверсе. Привод лап групповой от одного электродвигателя, чтобы обеспечить синхронность их вращения.

Одной из разновидностей ГУ с вертикально-поворотными лапами, обеспечивающими захват и транспортирование пакетов штучных грузов различной высоты, является устройство для пакетов плит с ручным приводом поворота лап (рисунок 4.93, в). Оно состоит из прямоугольной рамы 6 со скобой 5 для навешивания на подъемный механизм и полых стоек 3 с поворотными захватными органами. Последние выполнены в виде смонтированных в стойках 3 с возможностью поворота относительно вертикальных осей телескопических штанг 2, снабженных в нижних частях подхватными лапами 1. Верхние части штанг связаны между собой общим цепным приводом. На стойках закреплены под углом  $90^\circ$  относительно друг друга ограничители 9 и 10 поворота валов.

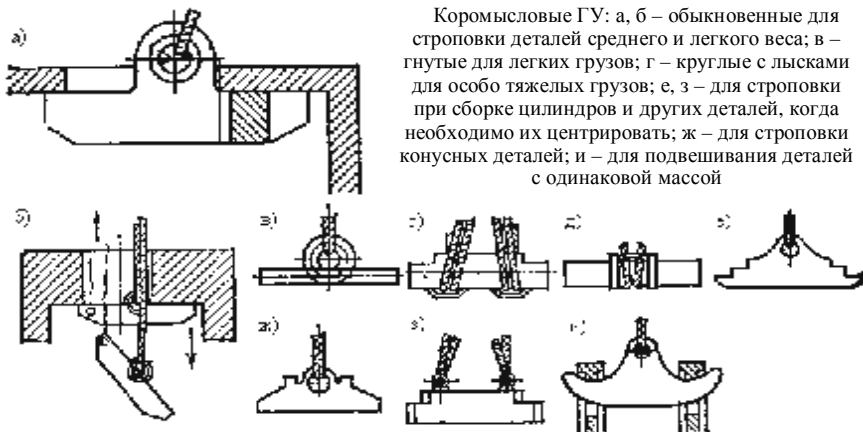
Привод состоит из установленных на каждой штанге звездочек 4, охваченных перекрестно цепью 7. Последняя перемещается рукояткой 8, закрепленной на одной из штанг.

На рисунке 4.94, г приведено ГУ с вертикально-поворотными лапами для перегрузки тяжелых труб большого диаметра. Оно выполнено в виде навешиваемой на крюк крана траверсы 9, оборудованной горизонтальными опорами 8, которыми ГУ опирается на трубу. На торцах траверсы размещаются подвешенные в направляющих 3 ползуны 4, в которых вращаются вертикальные поворотные стойки 2 с лапами 1.

Ползун 4 перемещается штоком гидротолкателя 6, а стойка 2 вращается при помощи кривошипа 5 гидротолкателем 7.

Перемещение ползуна 3 обеспечивает возможность оперирования с трубами, различными по длине. Насосная установка 10 размещается в центре траверсы и связана с кабиной крана только электропроводами.

Коромысловые ГУ применяют для транспортирования грузов, имеющих сквозные отверстия, под которые можно разместить поворотный вокруг вертикальной или горизонтальной оси несущий элемент – коромысло, воспринимающий вес груза (рисунок 4.95).



Коромысловые ГУ: а, б – обыкновенные для строповки деталей среднего и легкого веса; в – гнутые для легких грузов; г – круглые с лысками для особо тяжелых грузов; е, з – для строповки при сборке цилиндров и других деталей, когда необходимо их центрировать; ж – для строповки конусных деталей; и – для подвешивания деталей с одинаковой массой

Рисунок 4.95

Зажимные ГУ в зависимости от конструктивного исполнения захватных органов могут удерживать при транспортировании грузы различной геометрической формы. В зависимости от способа захвата и удержания груза они классифицируются следующим образом (рисунок 4.96).

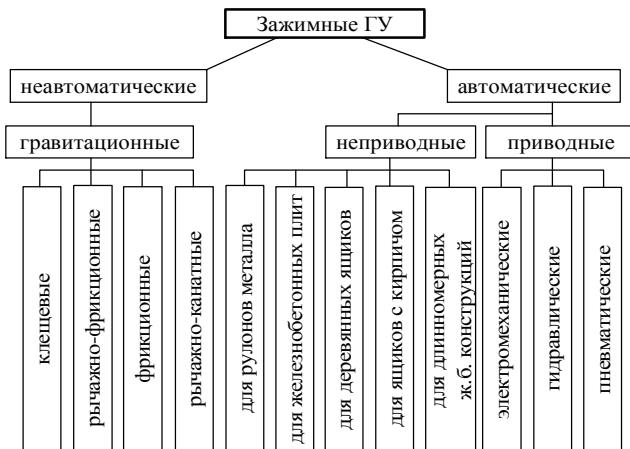


Рисунок 4.96

Схемы клещевых захватов приведены на рисунке 4.97, рычажно-фрикционных – на рисунке 4.98, фрикционных – на рисунке 4.98 и рычажно-канатных – на рисунке 4.100.

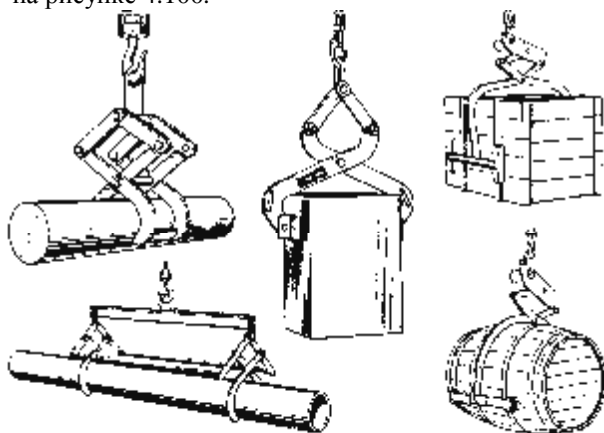
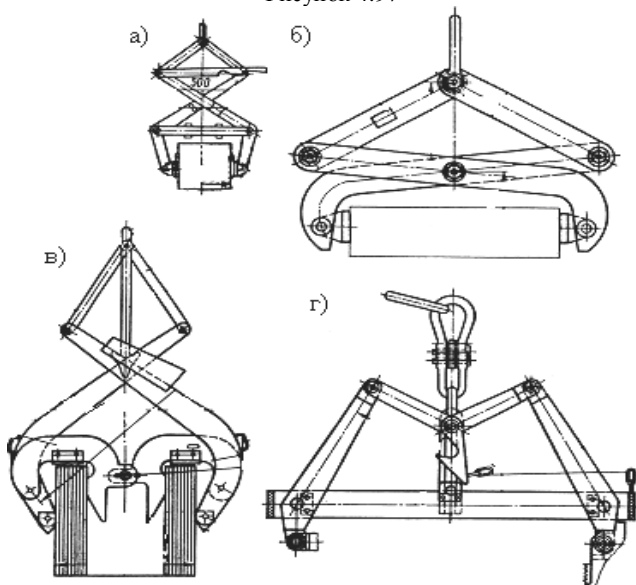


Рисунок 4.97



Рычажно-фрикционные ГУ: а – со стягиваемой рычажной системой; б – со стягиваемой рычажной системой и с смещенными средними шарнирами; в – для рулонов листовой стали; г – с распорной рычажной системой и управляемым сцепляющим устройством для удержания устройства в раскрытом положении

Рисунок 4.98

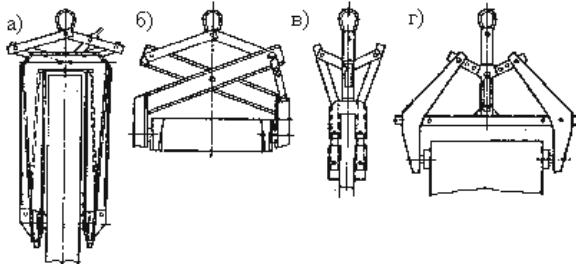
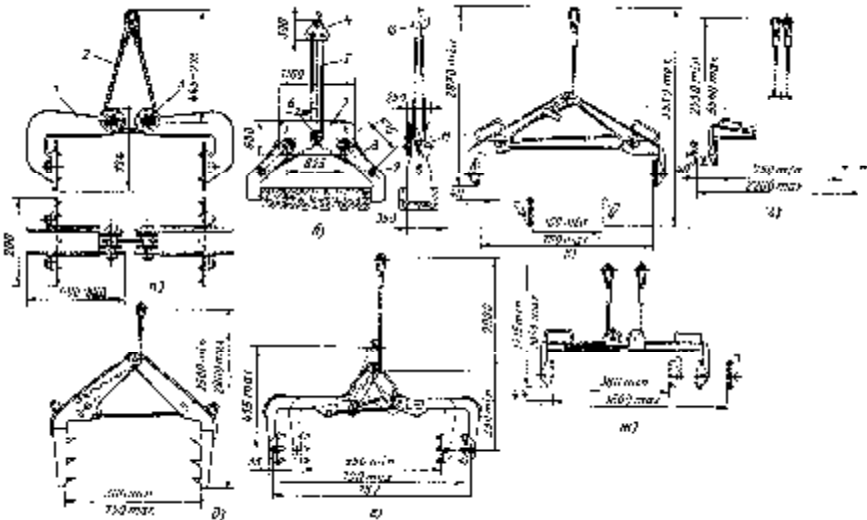


Рисунок 4.99



Рычажно-канатные ГУ: а – для ящиков; б – для дорожных бордюров; в, г – для бумаги в рулонах; д – для каучука в кипах; е – для целлюлозы в кипах; ж – для бумаги в рулонах и целлюлозы в кипах; 1 – зажимной рычаг; 2 – канат; 3 – блок; 4 – серьга; 5 – канат; 6 – направляющие ролики; 7 – обойма; 8 – зажимные рычаги; 9 – блок; 10 – крюк крана; 11 – прорезь в захватном рычаге

Рисунок 4.100

Автоматизация работы неприводных зажимных ГУ обычно осуществляется путем фиксирования их захватных органов в положениях захвата груза, его перемещения, освобождения груза и перемещения грузозахватного устройства без груза. Для этого применяют различные приспособления, элементы которых связаны с подвижными и неподвижными частями ГУ и взаимодействуют между собой при его работе. Обычно автоматический захват и освобождение груза осуществляются последовательным движением крюка крана вверх и вниз.

Самозажимные ГУ, в которых привод захватных органов является гравитационным, т. е. обжатие груза вызывается силой его тяжести, не всегда могут создать большое обжимное усилие, устранить предварительное скольжение и обеспечить необходимую маневренность и производительность. Эти качества

не присущи приводным ГУ, которые к тому же легко снабжать устройствами дистанционного управления с возможностью в ряде случаев осуществлять полную автоматизацию цикла захвата-освобождения груза.

Эксцентрикковые ГУ в основном выполняются как универсальные устройства. Предназначены они для захвата и перемещения плоских грузов как в вертикальном положении, так и в горизонтальном. Так как при использовании эксцентрикковых ГУ контактная нагрузка на груз велика, их применение ограничивается транспортированием грузов с твердой поверхностью. Наиболее широкое распространение они получили для перемещения листового металла разной толщины.

Классификация эксцентрикковых ГУ приведена на рисунке 4.101, а их схемы – на рисунке 4.102.

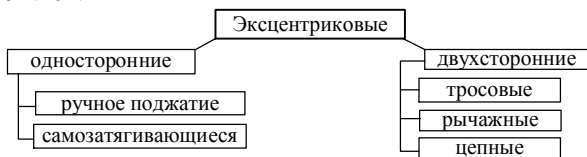
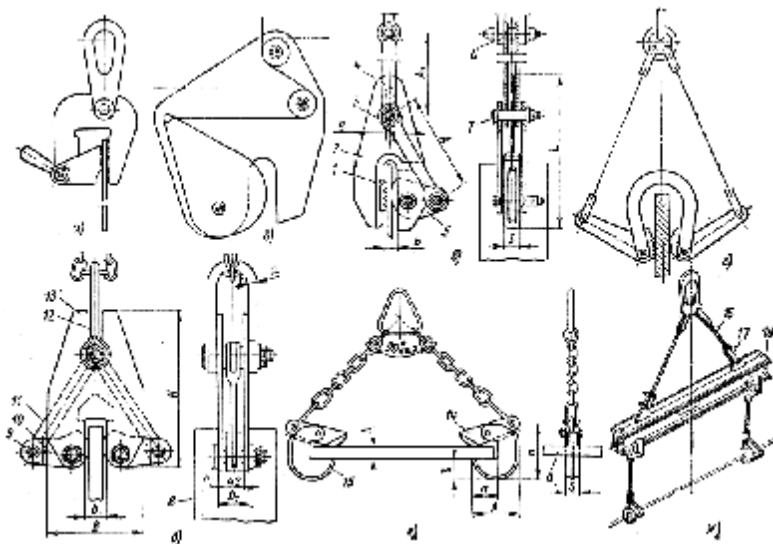


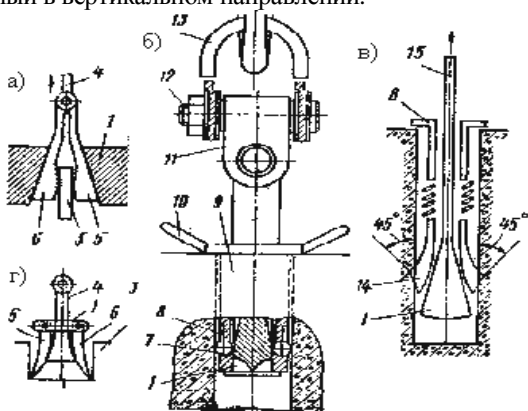
Рисунок 4.101



Эксцентрикковые ГУ: а – с одним эксцентриком, поджимаемым вручную; б, в – с одним эксцентриком, поджимаемым натяжением подъемного каната; г, д – с двухсторонним расположением эксцентрикков; е – для транспортирования листового проката в горизонтальном положении; ж – эксцентрикковые захваты на траверсе; 1 – клиновидная планка; 2 – вилка; 3, 4 – тяги; 5 – эксцентрик; 6, 7 – оси; 8 – транспортируемый лист; 9 – ось; 10 – кулачок; 11 – рычаг; 12, 15 – скобы; 14 – эксцентрикковый рычаг; 16 – подъемный узел; 17 – соединительное звено; 18 – универсальная траверса

Рисунок 4.102

Клиновые (цанговые) ГУ (рисунок 4.103) в основном предназначены для подъема и транспортирования грузов, имеющих полость, выполненную обычно в виде круглого отверстия необходимого диаметра для взаимодействия с распорными элементами ГУ. Основными частями наиболее распространенного клинового ГУ являются размещенные в отверстиях груза подвижные в горизонтальном направлении распорные элементы и конусообразный клин, подвижный в вертикальном направлении.

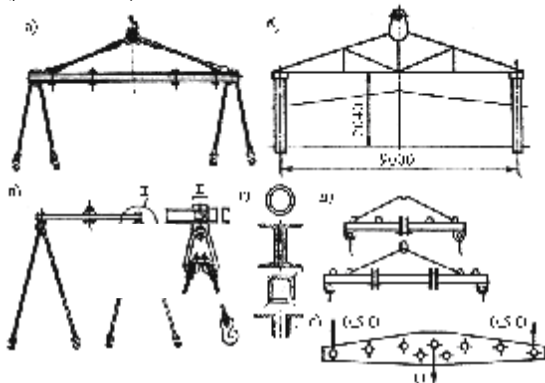


Клиновые ГУ:

а – рычажно-клиновое ГУ; б – клиновое ГУ для подъема груза за боковые поверхности; в – шаровое ГУ; г – ГУ для бетонных и железобетонных изделий; 1 – конусообразный клин; 2 – конический сегмент; 3 – груз; 4 – подъемное звено; 5, 6 – распорные элементы; 7 – распорный шарик; 8 – обойма; 9 – корпус; 10 – ручка; 11 – проушина; 12 – болт; 13 – грузовая подвеска; 14 – распорный кулачок; 15 – тяга

Рисунок 4.103

Траверы применяют для подъема краном крупногабаритных грузов с присоединением последних к траверсе одновременно в нескольких местах при помощи ГУ, смонтированных на траверсе, или подвешенных к ней стропов (рисунок 4.104).



Траверы: а – балочная с балансированными стропами; б – решетчатая; в – со скобой для навески на крюк; г – сечения балок траверс; д – составная балочная изменяемой длины; е – балансирная для подъема груза двумя кранами

Рисунок 4.104

Электромагнитные ГУ применяют для перегрузки ферромагнитных грузов – стальных частично чугунных изделий и материалов. Они представляют собой электромагниты с плоским якорем, характеризуются большой силой притяжения при малом ходе (малым зазором между якорем и замыкающим магнитный поток грузом) и имеют круглую или прямоугольную форму.

Электромагнитные ГУ приспособлены для перегрузки грузов любой формы – стальных болванок и листов, чугунных чушек, скрапа, металлолома и др., в том числе и горячих грузов с предельной температурой до 500 °С. Вместе с тем от формы груза, его температуры зависит и грузоподъемность электромагнитного ГУ. Если при перегрузке стальных болванок и листов грузоподъемность ГУ принять за 1, то при перегрузке чугунных чушек и стального скрапа она составит 0,33...0,06, а при перегрузке стальной стружки – 0,013...0,02.

При температуре груза свыше 200 °С магнитная проницаемость, а следовательно, и грузоподъемность ГУ значительно снижаются и при температуре 720 °С последняя равна нулю.

Схема классификации электромагнитных ГУ приведена на рисунке 4.105.



Рисунок 4.105

Круглый подъемный электромагнит (рисунок 4.106) состоит из двух полюсов: наружного 1 и внутреннего 9, а также катушки 2 электромагнита с секциями 10, размещенной в герметичной оболочке в стальном корпусе 3. Корпус отлит из малоуглеродистой стали, обладающей высокой магнитной проницаемостью. Сверху корпус закрыт металлической шайбой 4 с пробкой 5, а снизу – листом 11 из латуни, обладающей значительной магнитной проницаемостью. Ток к электромагниту подводят по гибкому кабелю, который подключают к зажимам 7

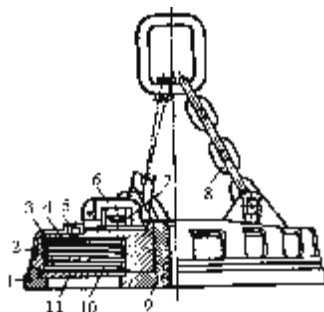


Рисунок 4.106



в коробке 6. На трех цепях 8 электромагнит подвешивают к рым-кольцу, которое навешивают на крюк крана.

Катушка электромагнита работает от постоянного тока напряжением 220 В, для получения которого на грузоподъемном кране устанавливают специальный преобразователь переменного тока в постоянный.

Наиболее распространены электромагнитные ГУ круглой формы. При необходимости перегрузки грузов продольной формы можно применять прямоугольные электромагниты (рисунок 4.107) или, что чаще делается, траверсы с подвешенными к ним круглыми электромагнитными ГУ (рисунок 4.108, а) или прямоугольными ГУ (рисунок 4.108, б).

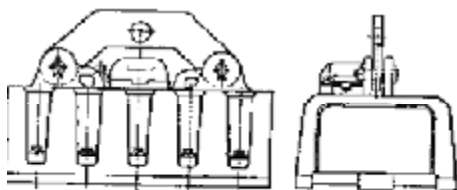


Рисунок 4.107

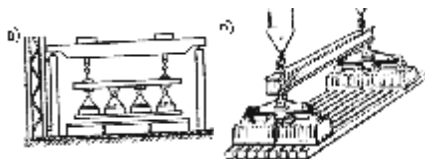


Рисунок 4.108

При подъеме грузов электромагнитными ГУ всегда имеется опасность отрыва и падения груза при случайном выключении электроэнергии или по каким-либо другим причинам. Для предотвращения возможности такой аварии электромагнитные ГУ оборудуют предохранительными устройствами, имеющими отдельный электропривод (рисунок 4.109).

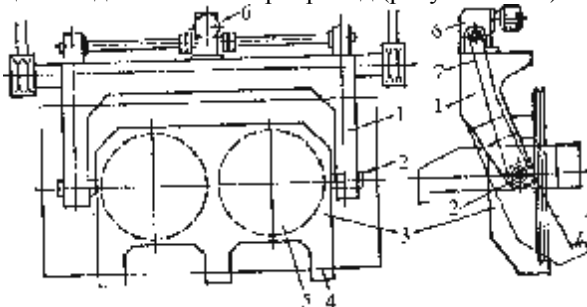


Рисунок 4.109

Подвешиваемый к крюку крана П-образный корпус 1 имеет гнезда, в которых на цапфах 2 вращается плита 3 с выступающим бортом 4. В плиту вмонтированы серийные подъемные электромагниты 5. На корпусе 1 размещен механизм 6 поворота плиты, связанный с цапфами цепной передачей 7.

Для транспортирования листового металла плиту устанавливают в горизонтальное положение, и ГУ опускается на груз.

С притянутым к электромагнитам грузом ГУ поднимается, и плита переводится в наклонное положение, так что груз может опираться на плиту и ее борт, находящийся внизу. При выключении тока падения груза не произойдет.

По другой схеме работает электромагнитное ГУ (рисунок 4.110), предназначенное для перегрузки труб большого диаметра. ГУ имеет траверсу 1, к которой подвешено несколько, в зависимости от длины трубы, подъемных электромагнитов 4. К траверсе 1 при помощи шарнирного четырехзвенника 3 прикреплены подхватные лапы 5, подводимые свободными концами под трубу зубчато-рычажным приводным механизмом 2. Транспортирование трубы безопасно даже при отключении электромагнита, а также механизм 5 выполнен самотормозящимся.

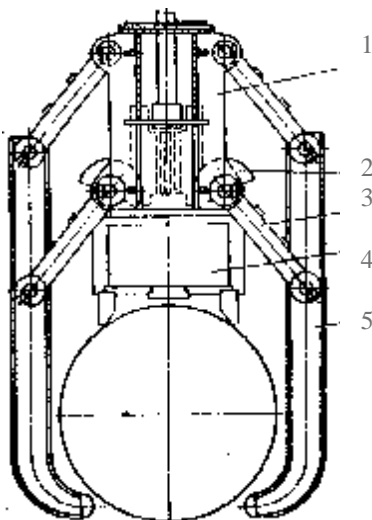


Рисунок 4.110

Большой эффект по повышению безопасности работ и экономии электроэнергии может быть достигнут применением магнитно-грейферных захватов при перегрузке длинномерного круглого проката (рисунок 4.111).

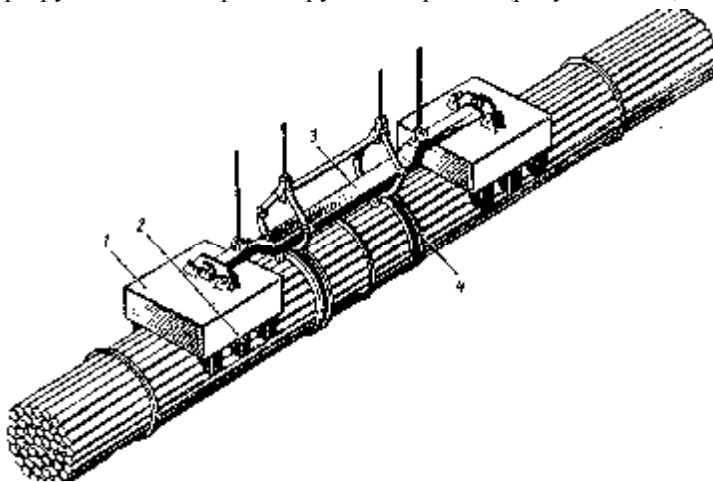


Рисунок 4.111

ГУ содержит два электромагнита 1, смонтированных на общей траверсе 3 и оборудованных полюсными насадками 2 специальной конфигурации, а также грейферный захват 4. При опускании груза на груз сначала включается питание электромагнитов, которыми производится подъем на высоту 0,5...1,0 м. Затем включается грейферный захват, который после отключения электромагнитов принимает груз на себя. В таком состоянии производится транспортировка груза до места укладки. Здесь при опускании груза на высоте 0,5...1,0 м включаются электромагниты, принимая груз на себя, а челюсти грейфера раскрываются. Далее груз, удерживаемый только электромагнитами, опускается и укладывается на складскую площадку или транспортное средство.

В производственной практике иногда используются в качестве грузоподъемных устройств постоянные магниты.

Их применяют для подъема относительно небольших по массе плоских ферромагнитных грузов. Удобство их применения заключается в независимости от внешних источников энергопитания и большей безопасности производства работ. Груз захватывается при непосредственном опускании на него магнита, для отсоединения магнитного ГУ от груза требуются специальные устройства, замыкающие магнитный поток внутри ГУ и тем самым выключающие груз из взаимосвязи с магнитом. Масса такого ГУ составляет 114 кг, грузоподъемность 500 кг. Габаритные размеры: длина 430 мм, ширина 210 мм, высота 550 мм.

Принцип действия вакуумных захватов заключается в том, что в установленной на поверхности груза камере создается разрежение воздуха (вакуум), в связи с чем возникает сила взаимодействия (притяжения) между грузом и захватом. Особенности вакуумных ГУ следующие:

- удобство и быстрота захвата и освобождения перегружаемых изделий, особенно крупногабаритных, у которых нет выступающих частей, необходимых для соприкосновения с обычными типами грузозахватов;
- жесткая связь с транспортируемым элементом, что позволяет легко изменить его положение в пространстве;
- сохранность поверхности изделий и конструкций, особенно шлифованных и полированных.

В среднем на 1 кг массы поднимаемого груза требуется 1,2...1,3 см<sup>2</sup> рабочей площади захвата.

Схема классификации вакуумных ГУ приведена на рисунке 4.112.

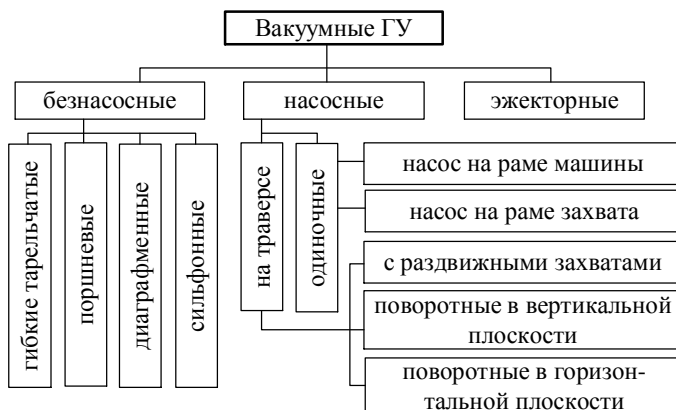


Рисунок 4.112

В безнасосных ГУ вакуум создается одноразовым изменением объема полости вакуумной захватной камеры (ВЗК) под действием веса поднимаемого груза.

Гибкие тарельчатые ГУ характерны тем, что вакуум в них создается разрежением воздуха при деформации резиновой камеры (рисунок 4.113, а).

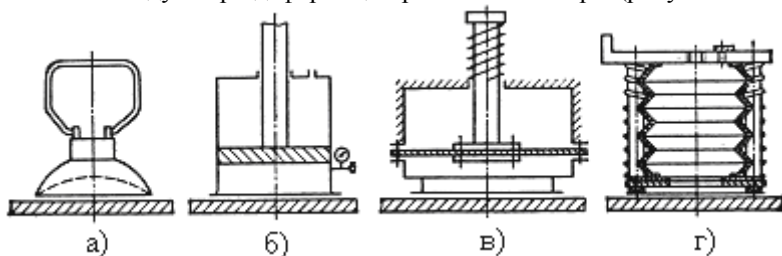


Рисунок 4.113

Поршневые вакуумные ГУ (рисунок 4.113, б) характерны тем, что вакуум в ВЗК создается за счет изменения объема, соединенного с ВЗК цилиндра при перемещении поршня в цилиндре или, наоборот, при перемещении самого цилиндра относительно поршня.

Диафрагменные вакуумные ГУ (рисунок 4.113, в) близки по принципу действия поршневым ГУ, так как изменение объема ВЗК в них осуществляется перемещением эластичной диафрагмы. Применение диафрагмы вместо поршня значительно уменьшает натекание атмосферного воздуха в ВЗК.

Сифонные вакуумные захваты с гофрированным складывающимся цилиндром по конструкции и принципу действия аналогичны диафрагменным (рисунок 4.113, г).

Все большее применение находят безнасосные захваты с переменным объемом полости вакуумной камеры, которые могут быть с ручным, механическим, пневматическим или гидравлическим приводом, а также самовакуумирующиеся (под действием груза). Основное их преимущество – простота конструкции благодаря отсутствию вакуумных насосов и независимость от источников энергии.

Эжекторные устройства конструктивно проще, чем насосные (рисунок 4.114), однако из-за того, что в них невозможно получить достаточное разрежение, приходится применять ВЗК больших размеров. Для использования эжекторных устройств необходимо также подводить к вакуумному захвату шлангами сжатый воздух, что не всегда осуществимо, особенно, если грузы надо перемещать на значительное расстояние. Поэтому такие захваты в основном применяют в стационарных заводских условиях для транспортирования изделий небольшой массы с гладкой поверхностью.

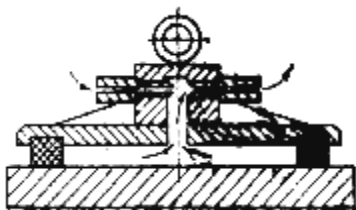


Рисунок 4.114

Вакуумные ГУ с расположением насосного оборудования на одной раме с захватными камерами (автономные вакуумные ГУ) (рисунок 4.115) имеют гибкую связь с краном, причем насосное оборудование, приборы контроля и управления объединяются с захватными камерами в единый автономный вакуум-захватный агрегат.

Автономные вакуум-захватные агрегаты могут применяться без каких-либо изменений на любом кране, имеющем соответствующую грузовую характеристику, и практически не требуют переоборудования и изменения его конструкции.

Управление автономным вакуумным ГУ производится вспомогательным персоналом (стропальщиком и др.) или крановщиком с пульта управления, расположенного в кабине крана.

Вакуумные ГУ с расположением насосного и вспомогательного оборудования на раме рабочей машины (крана) могут иметь с машиной как гибкую, так и жесткую связь. Недостаток их – необходимость подводки гибких шлангов к вакуумным камерам. ГУ особенно эффективны, когда жестко закреплены на стреле, манипуляторе или другом рабочем органе подъемно-транспортной машины.

Траверса с вакуумными захватами для транспортирования листового материала (рисунок 4.116) выполнена в виде ножниц с плечами 2 и 3. Они могут плавно раздвигаться и сдвигаться на требуемый размер при помощи винтового устройства, приводимого электродвигателем через редук-

тор. Три вакуумных захвата 1 шарнирно прикреплены к траверсе. Управление осуществляется через выносной пульт 5 по гибкому кабелю 4.

Для подъема и транспортирования грузов с возможностью из поворота в верти-

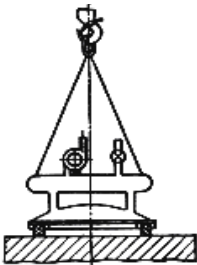


Рисунок 4.115

кальной (рисунок 4.117) или горизонтальной (рисунок 4.118) плоскости траверсы выполняют с поворотными вакуумными захватами.

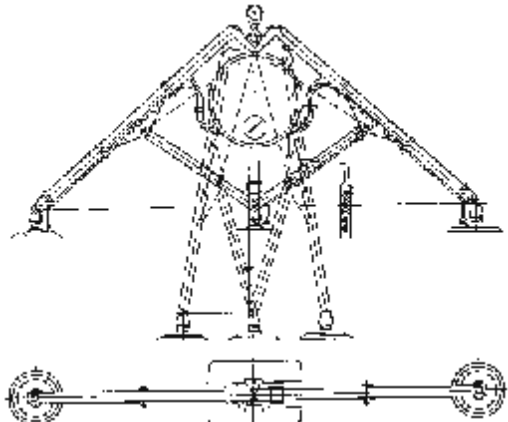


Рисунок 4.116

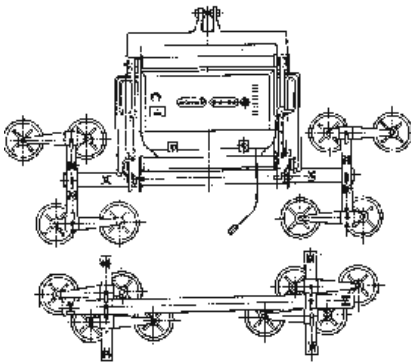


Рисунок 4.117

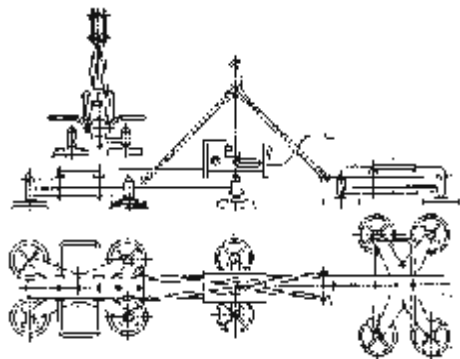


Рисунок 4.118

На рисунке 4.117 показана вакуумная грузозахватная траверса, для которой предусмотрен поворот плоских грузов из горизонтального положения в вертикальное при помощи двух гидротолкателей. Основными узлами являются подвесное устройство, рама и захватная траверса. Вакуумные захваты подвешивают на пружинах в сферических подпятниках. Грузоподъемность ГУ – 3,2 т.

Траверса, поворотная в горизонтальной плоскости (см. рисунок 4.118), может поворачиваться на 90°. Грузоподъемность – 2,5...8,0 т.

Вакуумные захваты всех рассмотренных типов могут иметь ручное, автоматизированное или дистанционное управление.

Грейферы – это грузозахватные приспособления в виде раскрывающихся челюстей, позволяющие механизировать и автоматизировать процесс перегрузки всех видов сыпучих грузов (каменного угля, руды, песка, гравия, щебня и др.), а также некоторых штучных грузов (металлолома, круглого леса).

В зависимости от системы подвески и кинематической схемы привода челюстей грейферы разделяют на канатные и приводные. В канатных грейферах подвеску и замыкание челюстей осуществляют с помощью гибкого органа (каната) и лебедки. В свою очередь их разделяют на одноканатные и многоканатные. У приводных грейферов имеется механизм принудительного закрытия и открытия челюстей. Он располагается рядом с грейфером или вне его.

Схема классификации приводных грейферов для сыпучих и кусковых грузов приведена на рисунке 4.119.



Рисунок 4.119

Приводные грейферы навешиваются на крюк крана и связываются питающим кабелем, по которому подается электроэнергия к приводу замыкания челюстей, смонтированному на грейфере. Если на грейфере смонтиро-

вано только исполнительное устройство (гидроцилиндр, пневмоцилиндр), конструкция его упрощается, но требуется подвод к приводу жидкости или воздуха, что не всегда возможно.

У двухчелюстного грейфера с горизонтальным винтом 5 (рисунок 4.120) – цепной привод 2 и 6 от электродвигателя 1. Винт имеет правую и левую резьбу, по которой перемещаются гайки 4, жестко связанные с рычагами 3, закрепленными на челюстях 7. Предохраняет привод от перегрузки защитное устройство: статор электродвигателя может поворачиваться и уравновешен пружиной 8, с помощью которой регулируется момент сопротивления по вороту. При перегрузке грейфера в процессе замыкания или после полного открытия челюстей движущий момент электродвигателя, преодолевая сопротивление пружины 8, поворачивает статор; тяга 9, воздействия на кулачок 10, перемещается и конечный выключатель 11 отключает электродвигатель.

У секторных грейферов (рисунок 4.121) привод замыкания челюстей 1 осуществляется от электродвигателя через редуктор и консольные шестерни 3. Последние взаимодействуют с зубчатыми венцами 2, жестко связанными с челюстями.

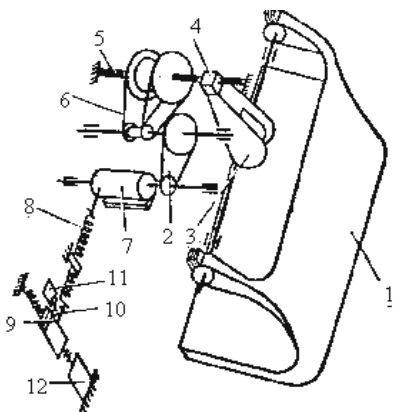


Рисунок 4.120

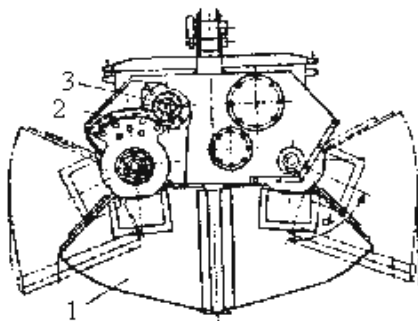


Рисунок 4.121

У грейфера с винтовыми тягами (рисунок 4.122) электродвигатель установлен на траверсе 3. Конические зубчатые колеса, находящиеся в шарнирных соединениях 1 и 2, соединены с винтами 4, которые взаимодействуют с челюстями 5.

Схема приводного грейфера с электролебедкой приведена на рисунке 4.123. Работает грейфер аналогично двухканатному. Открытие и закры-



тие челюстей выполняется канатом, соединенным с челюстями и барабаном лебедки.

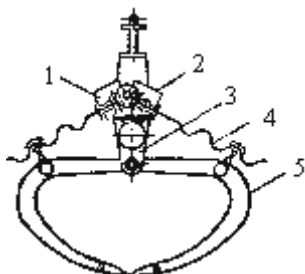


Рисунок 4.122

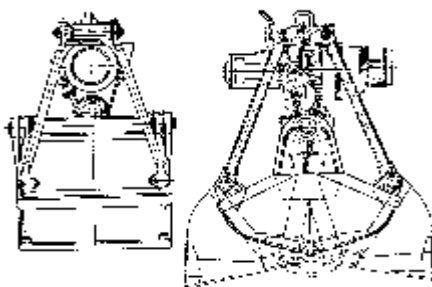


Рисунок 4.123

Схема многочелюстного приводного грейфера с электромеханическим винтовым приводом приведена на рисунке 4.124. Эти грейферы используют для захватывания крупнокусковых материалов, а также таких, как дрова, металлическая стружка. Они могут быть четырех-, шести- и восьмичелюстными.

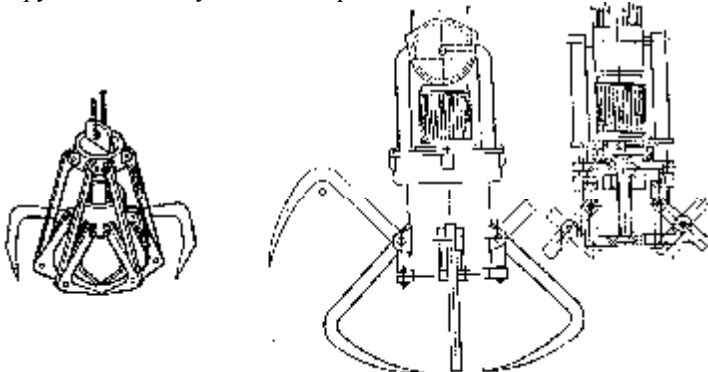


Рисунок 4.124

Для работы в ограниченном пространстве используются грейферы с гидравлическим приводом с неизменяемыми габаритами челюстей (рисунок 4.125).

Неизменяемость габарита грейфера обеспечивается перемещением челюстей 5 по двум направляющим – пазам в раме 1 и на самой челюсти (паз 4). Чтобы снизить сопротивление перемещению, установлены ролики качения на челюсти и на кольце 3 рамы. Привод челюстей осуществляется гидроцилиндром 2.

Если насосная установка находится не на грейфере, высота грейфера может быть минимальной (рисунок 4.126) благодаря установке гидроцилиндров 1, вмонтированных в челюсть 2.

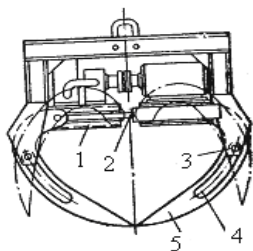


Рисунок 4.125

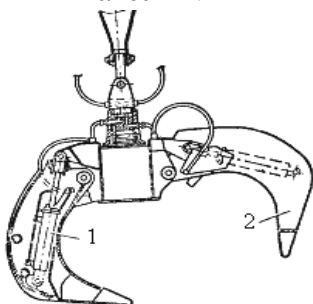


Рисунок 4.126

Гидравлический грейфер с устройствами для автоматической очистки челюстей от липких материалов приведен на рисунке 4.127.

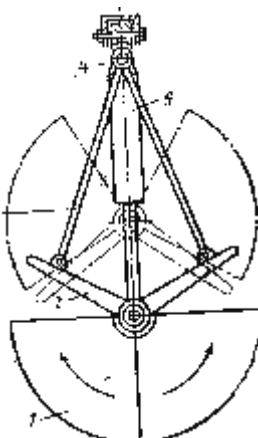


Рисунок 4.127

На оси поворота челюстей 1 установлены скребки 2, которые тягами 3 связаны с верхним шарниром 4 крепления силового гидроцилиндра 5. При открытии челюстей скребки выталкивают груз (штриховой линией показано взаимное положение челюстей и скребков в конце высыпания груза).

Схема подгребающего грейфера с раздвижной рамой и гидравлическим приводом приведена на рисунке 4.128.

Обе челюсти грейфера А и В раздвижные и установлены на телескопически раздвигаемой раме F-F. Вокруг осей С и Д челюсти поворачиваются при помощи гидротолкателя. Раздельные приводы позволяют использовать поворот челюстей и раздвижение рамы в различных комбинациях, обеспечивая наилучшие условия зачерпывания груза. Сочетанием поворота челюстей с прямолинейным их движением можно получить роющую траекторию большой кривизны (рисунок 4.128, а) или более пологую. Только поступательное движение обеспечивает захват материала, рассыпанного тонким слоем (рисунок 4.128, б).

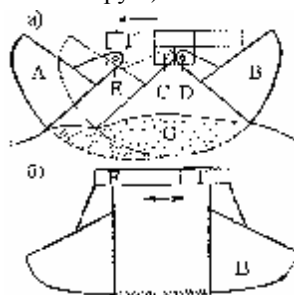


Рисунок 4.128

Придавая возможность челюстям многочелюстного грейфера поочередно внедряться в кусковый материал, можно добиться лучшего проникновения их и тем самым повысить его зачерпывающую способность, так как вес

грейфера концентрируется только на части челюстей. В средней части грейфера (рисунок 4.129) вдоль вертикальной оси расположен гидроцилиндр 2, верх которого соединен с верхней траверсой 1, шарнирно связанной с подпружиненными телескопическими тягами 3. Шток гидроцилиндра связан с нижней траверсой 4, к которой шарнирно присоединены челюсти 5, а концы подпружиненных тяг – с челюстями 5. При захвате груза, когда одна из челюстей 5 встречает повышенные сопротивления, соответствующая пружина 6 отжимается, усилия внедрения перераспределяются и сосредотачиваются на оставшейся челюсти.

Схема двухчелюстного грейфера с пневматическим приводом с одним пневмоцилиндром 1 приведена на рисунке 4.130, многочелюстного с индивидуальными приводами каждой челюсти – на рисунке 4.131 и 4.132.

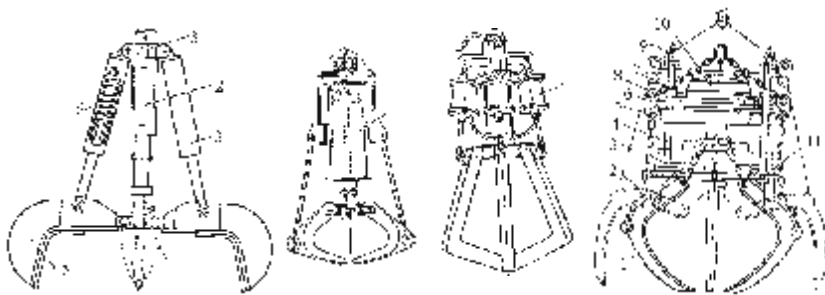


Рисунок 4.129      Рисунок 4.130      Рисунок 4.131      Рисунок 4.132

Приводом замыкания челюстей в грейфере, показанном на рисунке 4.132, служит электромагнит 10. Одновременно он увеличивает зачерпывающую способность челюстей при захвате измельченной стружки. Большим звеном, находящимся в середине цепи 8, грейфер подвешивается на крюк крана. Управляют им дистанционно из кабины крана. Когда электромагнит выключен, средняя обойма 5 находится внизу на амортизаторах 11. Во время подъема крюка верхняя обойма 6 движется вверх до упора амортизаторов 7 в гайки 9, длинные наружные цепи 2 натягиваются, и челюсти 1 грейфера раскрываются до предела. Теперь для захвата стружки достаточно грейфер установить над ее кучей и опускать крюк крана (последовательно, и верхнюю обойму) до прикосновения подъемного электромагнита с выступом средней обоймы, после чего включается электромагнит. При подъеме крюка верхняя и средняя обоймы увлекаются вверх (так как возбужден электромагнит). Внутренние короткие цепи 3 натягиваются, плавно смыкая челюсти. Грейфер со стружкой транспортируется к месту разгрузки, и крановщик выключает электромагнит. Средняя обойма отрывается от верхней и под действием собственного веса и веса стружки скользит вниз по на-

правляющим ттягам 4. При этом внутренние цепи ослабевают, а наружные натягиваются, поворачивая челюсти вокруг осей. Стружка высыпается.

Классификация канатных грейферов для сыпучих и кусковых грузов приведена на рисунке 4.133.

У одноканатного грейфера грузовые канаты 3 проходят через блоки полиспаста верхней траверсы 2 и нижней головки 8. В закрытом состоянии грейфер удерживается специальным замком 7, размыкающимся при опускании на груз. Челюсти 5 грейфера соединены шарнирно на нижней траверсе 6 и ттягах 4. В момент зачерпывания груза головка 8 и траверса 6 соединены между собой захватами замка 7, расположенными на траверсе 6. Одноканатными грейферами называют такие, у которых подъем или спуск и закрытие челюстей осуществляется одним грузовым канатом (рисунок 4.134).

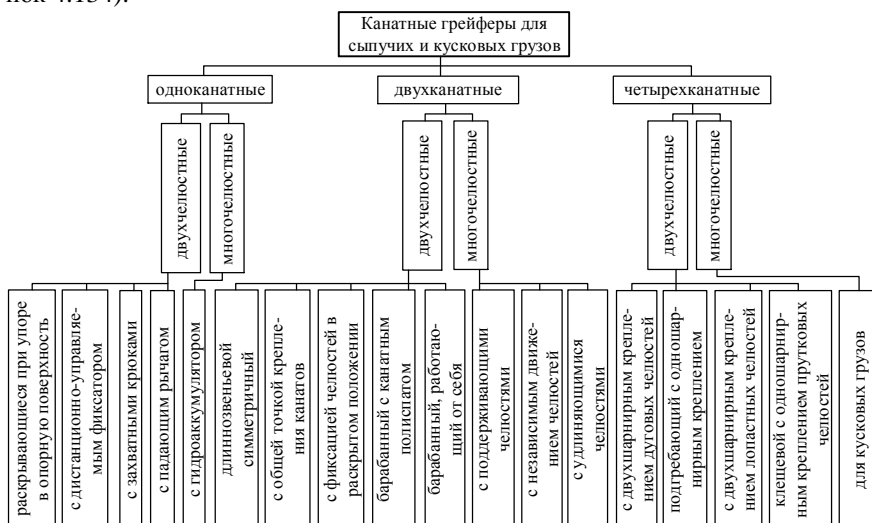


Рисунок 4.133

При подъеме краном грейфера за скобу 1, которая служит для навешивания грейфера на крюк механизма подъема, происходит сближение траверсы 2 и головки 8. При этом челюсти, поворачиваясь на своих шарнирах на траверсе 6, внедряются в груз и грейфер заполняется. После замыкания челюстей грейфер перемещается к месту разгрузки и опускается на поверхность груза, захваты 7 раскрываются, а головка 8 отсоединяется от нижней траверсы 6. Затем, поднимая скобу 1, поднимают верхнюю траверсу 2, что приводит к раскрытию грейфера и его опорожнению.

Для нового зачерпывания груза раскрытый грейфер кладут на материал, опускают головку 8 и соединяют ее с захватами 7.

В грейферах, раскрывающихся при упоре в опорную поверхность, обеспечивается плавное и безударное раскрытие челюстей и их опорожнение над разгрузочной поверхностью на небольшой высоте.

Одноканатные грейферы с дистанционно управляемым фиксатором позволяют выгрузить груз на различной высоте (рисунок 4.135).

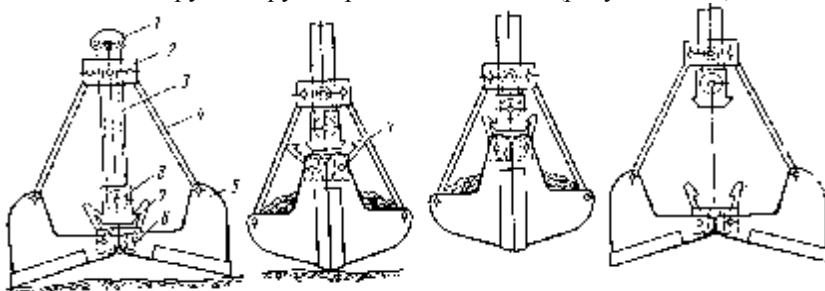


Рисунок 4.134

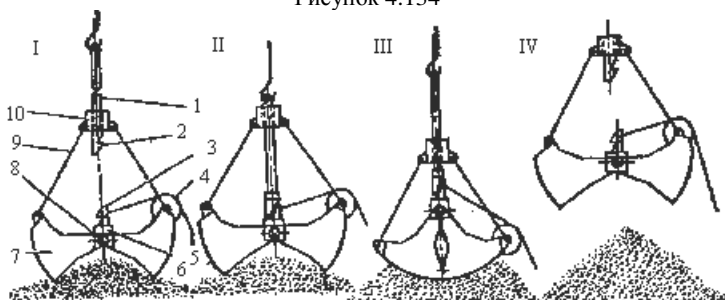


Рисунок 4.135

Грейфер навешивается на крюк крана петлей подвижной штанги 1 с зубом 2, который может сцепляться с поворотным подпружиненным зубом 3 нижней траверсы 6. Для расцепления зуб 3 может быть оттянут управляемым канатом 5, огибающим блок 4. Челюсти 7 связаны шарниром 8 с нижней траверсой 6 и посредством ття 9 – с верхней траверсой 10.

При разомкнутых зубьях 2, 3 челюсти грейфера раскрыты (положение I). Далее грейфер опускается на материал (II). При опускании штанги 1 зуб 2 сцепляется с нижней траверсой. При подъеме штанги челюсти постепенно замыкаются, захватывая материал, а после полного их смыкания грейфер поднимается (III). Для раскрытия челюстей необходимо разомкнуть зубья 2 и 3, воздействуя канатом 5 на зуб 3 (IV). Из-за отсутствия внутреннего полиспаста у грейферов рассматриваемой конструкции сила на краях челюстей невелика. Этим объясняется малое применение этих грейферов.

Грейфер с подпружиненными крюками в качестве замыкающего механизма, раскрывающийся при упоре на материал (рисунок 4.136) состоит из подвижной подъемной траверсы 3, которая свободно сидит на направляющем штоке 2, крюков 4, шарнирно соединенных с ней, пружин 1, захватных челюстей 6, тяг 7, при помощи которых направляющий шток соединен с челюстями, и осей 5, закрепленных на них. Заполненный грейфер опускается на опору (груз). При этом траверса под действием собственного веса скользит вниз по штоку и крюки захватывают челюсти за оси (рисунок 4.136, а). После подъема грейфера челюсти раскрываются и груз высыпается. Челюсти остаются открытыми. При повторном опускании грейфера на опору траверса опускается вниз и крюки выходят из зацепления с осями (рисунок 4.136, б), так как под действием пружин занимают вертикальное положение. Дальнейший подъем грейфера сопровождается захватом груза.

Схема одноканатного многочелюстного грейфера с гидроаккумулятором приведена на рисунке 4.137.

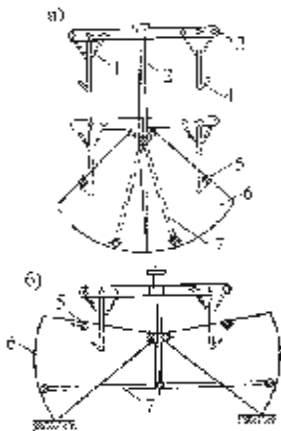


Рисунок 4.136

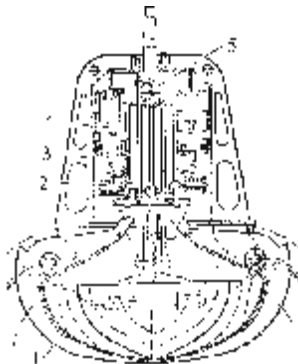


Рисунок 4.137

Работа грейфера основана на использовании энергии аккумуляторов для снижения динамических нагрузок. В корпусе 3 подвижно установлен большой гидроцилиндр 4, внутри которого находится цилиндр 5, неподвижно связанный с корпусом 3 и являющийся поршнем большого цилиндра. Полости гидроцилиндра 4 связаны с гидроаккумуляторами. На корпусе 3 смонтирована нижняя траверса с серьгами для крепления челюстей 1 (грейфер многочелюстной) и подпружиненные защелки 2, управляемые электромагнитами (на схеме не показаны). При установке раскрытого грейфера на груз подвижный гидроцилиндр 4 перемещается до тех пор, пока поршень его не будет зафиксирован в нижнем положении защелками 2. Подъемом грейфера закрываются челюсти и захватывается материал. При этом рабочая жидкость заполняет внутреннюю полость гидроцилиндра 4. Для откры-

тия челюстей включают электромагниты, которые выводят защелки 2 из зацепления с поршнем неподвижного цилиндра 5, цилиндр 4 опускается и челюсти раскрываются. Рабочая жидкость медленно перетекает из полости цилиндра 4 в гидроаккумуляторы, благодаря чему снижаются скорость раскрытия челюстей и динамические нагрузки.

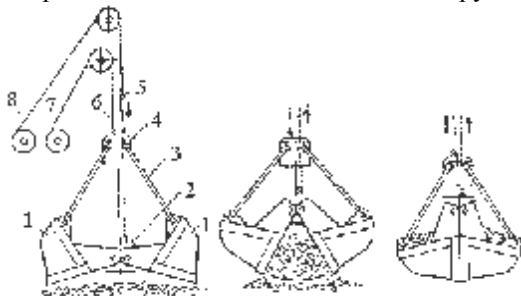


Рисунок 4.138

тяг 3 к верхней обойме 4, которая подвешена на грузовых канатах 6. Нижний шарнир 2, соединяющий внутренние концы челюстей, подвешен к канатам 5 замыкания грейфера. Канаты 5 наматываются на грейферный барабан 8, а канаты 6 – на грузовой 7. Когда грейфер висит на грузовых канатах, а замыкающие сматываются с барабана 8, грейфер под действием собственного веса и веса нижней обоймы шарнира 2 раскрывается. При одновременном опускании грузовых и замыкающих канатов грейфер независимо от положения челюстей опускается и ложится на груз. При выборе замыкающих канатов челюсти грейфера смыкаются, захватывая груз. После замыкания челюстей включаются подъемные канаты, которые синхронно движутся с замыкающими канатами, и происходит подъем грейфера с замкнутыми челюстями.

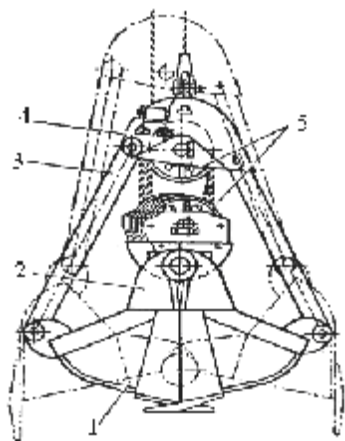


Рисунок 4.139

У двухканатных грейферов (рисунок 4.138) одна группа канатов служит для удержания, а другая – для размыкания и замыкания челюстей. Подъемный механизм таких грейферов имеет двухбарабанную лебедку. Грейфер состоит из двух челюстей, соединенных шарнирно с помощью

тяг 3 к верхней обойме 4, которая подвешена на грузовых канатах 6. Нижний шарнир 2, соединяющий внутренние концы челюстей, подвешен к канатам 5 замыкания грейфера. Канаты 5 наматываются на грейферный барабан 8, а канаты 6 – на грузовой 7. Когда грейфер висит на грузовых канатах, а замыкающие сматываются с барабана 8, грейфер под действием собственного веса и веса нижней обоймы шарнира 2 раскрывается. При одновременном опускании грузовых и замыкающих канатов грейфер независимо от положения челюстей опускается и ложится на груз. При выборе замыкающих канатов челюсти грейфера смыкаются, захватывая груз. После замыкания челюстей включаются подъемные канаты, которые синхронно движутся с замыкающими канатами, и происходит подъем грейфера с замкнутыми челюстями.

Типовой грейфер двухканатный длинно-звеньевой симметричный представлен на рисунке 4.139. Челюсти грейфера 1 шарнирно крепятся к нижней траверсе 2 и посредством длинных тяг 3 (отсюда и определение длиннозвеньевой) – к верхней головке 4. На головке и траверсе расположены блоки 5 замыкающего полиспаста. Один из недостатков двухканатных грейферов тот, что в процессе подъема в грузе состоянии более 70 % нагрузки (общего веса грейфера и материала) приходится на замыкающий канат, поскольку

скорость наматывания его на барабан должна быть несколько больше скорости наматывания поддерживающего каната, чтобы избежать самопроизвольного раскрытия челюстей.

Этот недостаток устранен в грейфере с общей точкой крепления замыкающего и поддерживающего канатов (рисунок 4.140), где замыкающий 5 (2) и поддерживающий 4 канаты крепятся в общей точке, связанной с верхней головкой 1 гибкой связью 3 (цепью). При замыкании челюстей 6 и подъеме грейфера усилия поровну распределяются между канатами, поэтому диаметр их может быть одинаковым. Когда груз высыпается, верхняя головка поддерживаемая канатом 4 посредством цепи 3, остается неподвижной, а при размыкании замыкающего каната 2 челюсти раскрываются.

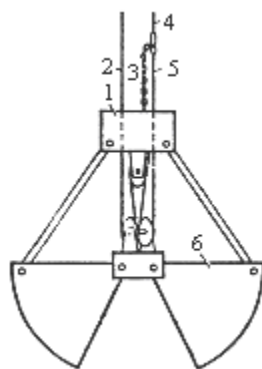


Рисунок 4.140

В двухбарабанных лебедках очень трудно добиться одинаковой скорости сматывания канатов. Поэтому при опускании раскрытого грейфера на груз из-за несколько меньшей скорости замыкающего каната челюсти могут полностью не раскрыться. Этот недостаток устранен в грейферах с фиксацией челюстей в раскрытом положении (рисунок 4.141).

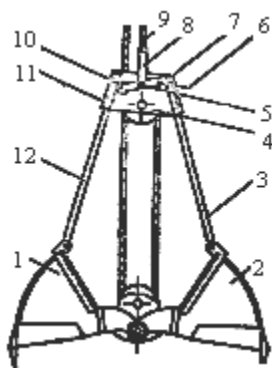


Рисунок 4.141

Установка между верхними концами тяг 12 и 3 упора 6 обеспечивает опускание грейфера полностью раскрытым. Упор этот крепится к одной из тяг 3 шарнирно в точке 7, а с другой тягой 12 взаимодействует через ролик 10. При раскрытии грейфера верхние концы тяг 12 и 3 на шарнирах 11 разворачиваются в сторону от верхней головки 4 и в таком положении фиксируются упором 6, воспринимающим 50 % нагрузки – собственного веса грейфера, фиксируя в раскрытом положении челюсти 1 и 2 даже при неравномерной скорости сматывания канатов. После установки грейфера на груз поддерживающий канат ослабляется, упор 6 поворачивается и не препятствует смыканию челюстей.

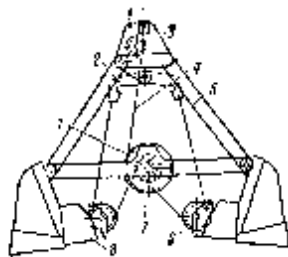


Рисунок 4.142

У барабанного грейфера с канатным полиспастом (рисунок 4.142) замыкающий канат 4 запасован одним витком на барабане 1 большо-



го диаметра, установленном на оси промежуточной траверсы. Соосно с ним установлены два малых барабана 7, на которые наматываются канаты 5 замыкающего полиспаста, включающего блоки 6 и балансир 2 для выравнивания усилий в них, установленный на верхней головке 3 грейфера. Крутящий момент на барабане 1 при подъеме замыкающего каната 4 передается на малые барабаны 7, жестко связанные с большим, и при наматывании канатов 5 челюсти смыкаются. Раскрываются челюсти под действием собственного веса при ослаблении замыкающего каната.

Барабанный грейфер, работающий от себя, удобен для работы в ограниченном пространстве (рисунок 4.143).

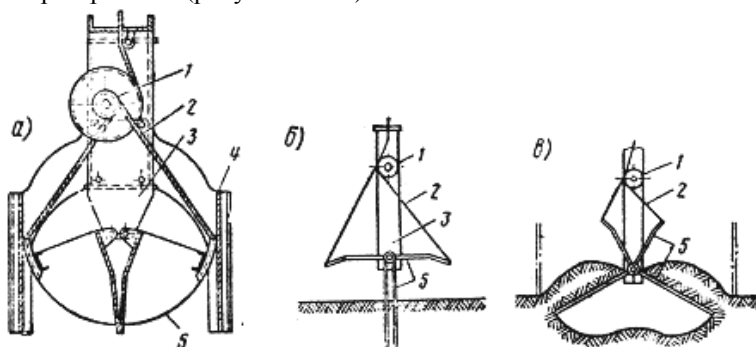


Рисунок 4.143

Схема подвески челюстей 5 (рисунок 4.143, а) на траверсе 3 и крепления канатов 2 такова, что при наматывании последних на барабаны 1 челюсти размыкаются, зачерпывая материал (рисунок 4.143, б, в). Тем самым материал челюстями не сжимается, что неизбежно при работе других грейферов. Но количество зачерпываемого груза определяется только первоначальным заглублением грейфера, поскольку челюсти его “выходят” из материала, а не внедряются в него.

Крупнокусковые материалы перегружают многочелюстными грейферами (четырёх-, шести- и восьмилепестковыми), форма челюстей у которых остроугольная клиновидная. Однако, чтобы зачерпывать разноразмерный материал многочелюстными грейферами, требуется соблюдать два условия: предотвратить просыпание мелких фракций и заклинивание челюстей. Многочелюстной грейфер, представленный на рисунке 4.144, с дополнительными поддерживающими челюстями, удовлетворяет этим требованиям.

Челюсти грейфера шарнирно смонтированы на нижней траверсе 9 и посредством тяг 11 связаны с промежуточной траверсой 4. На обеих траверсах установлены блоки 2 и 8 замыкающего полиспаста. На оси блока 2 закреплены тяги 5, которые открывают и закрывают две дополнительные поддерживающие челюсти 1, шарнирно закрепленные в точках б корпуса 12.

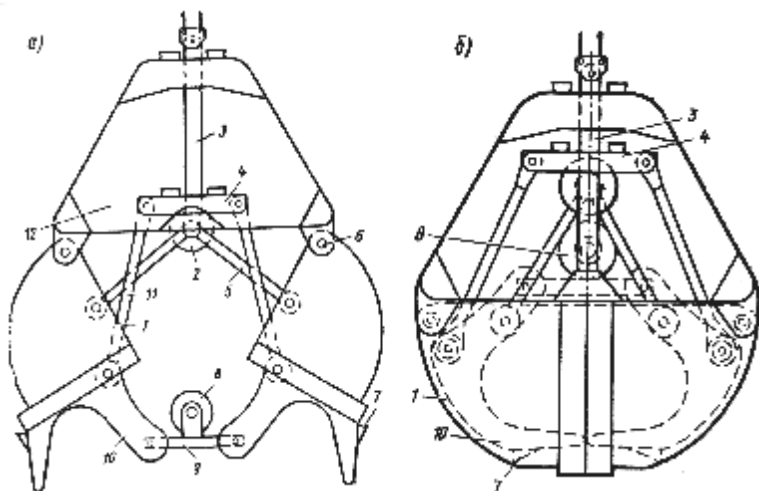


Рисунок 4.144

Блоки 2 и 8 в корпусе 12 движутся по направляющей 3. Она же связывает поддерживающие канаты с корпусом 12. В исходном открытом положении (рисунок 4.144, а) поддерживающие челюсти не взаимодействуют с грузом, опираясь на упоры 7. Груз зачерпывается при вытягивании замыкающего каната (на схеме не показан). При этом блоки 2 и 8 замыкающего полиспаста сближаются и многочелюстной грейфер 10 захватывает материал. При дальнейшем вытягивании замыкающего каната траверсы 4 и 9 поднимаются вверх, перемещаясь по направляющей 3. При этом смыкаются дополнительные поддерживающие челюсти 1, зачищая дно выемки и предотвращая высыпание мелких фракций груза (рисунок 4.144, б).

В многочелюстных грейферах с независимым движением челюстей при остановке одной из них остальные продолжают двигаться. Выполнить такую конструкцию можно, установив блоки 2 замыкающего полиспаста на каждой челюсти 1 (рисунок 4.145).

Четырехканатный грейфер с удлиняющимися челюстями (рисунок 4.146) для сыпучих грузов состоит из двух челюстей 1 и системы полиспастов 8, обеспечивающих их смыкание и размыкание в заданных положениях.

Раскрытие челюстей при опускании сочетается с одновременным раздвиганием их. Открытый грейфер, подвешенный на двух поддерживающих канатах 5 (замыкающие канаты 2 ослаблены), опускается на груз. При натя-

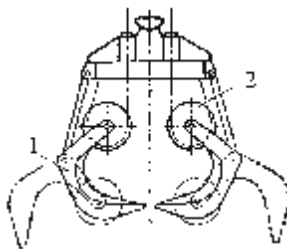


Рисунок 4.145

жении замыкающих канатов челюсти закрываются, причем вначале они сдвигаются вдоль направляющих рам 3 до упора в рамы 4, а затем закрываются, вращаясь вокруг верхней траверсы 6. Наполненный грузом грейфер на замыкающих канатах при ослабленных поддерживающих канатах подается к месту разгрузки, где поддерживающие канаты натягиваются, а замыкающие – ослабляются. Челюсти под воздействием тяг и полиспастов открываются, груз высыпается. Дальнейшее ослабление замыкающих канатов заставляет каждую из челюстей перемещаться в крайнее положение.

Раскрытие ограничивается упором нижней траверсы 7 в верхнюю 6.

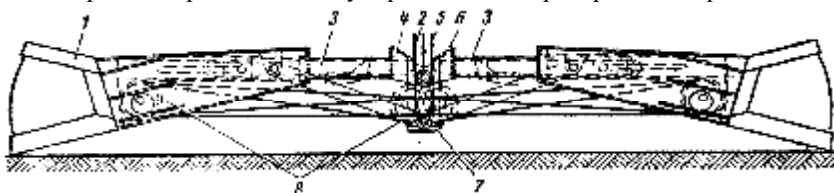


Рисунок 4.146

Схема грейфера четырехканатного, двухчелюстного с двухшарнирным креплением дуговых челюстей приведена на рисунке 4.147, четырехканатного, двухчелюстного, подгребающего (штивиющего) с одношарнирным креплением плоских челюстей – на рисунке 4.148, четырехканатного, двухчелюстного с двухшарнирным креплением лопастных челюстей – на рисунке 4.149, клещевого четырехканатного, двухчелюстного с одношарнирным креплением прутковых челюстей на рисунке 4.150, четырехканатного четырехчелюстного – на рисунке 4.151.

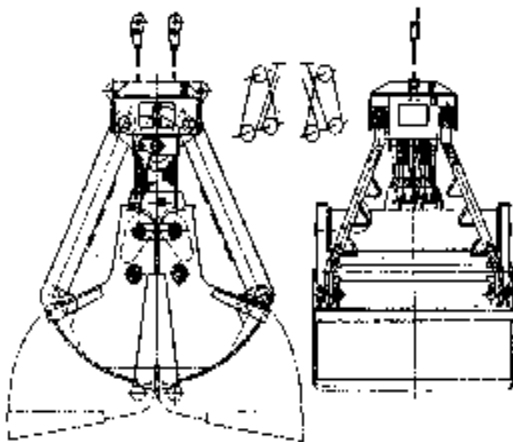


Рисунок 4.147

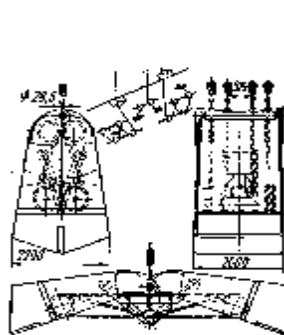


Рисунок 4.148

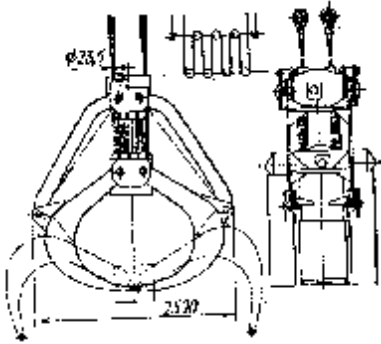


Рисунок 4.149

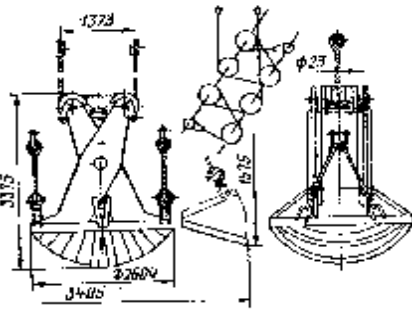


Рисунок 4.150

Перемещение грузоподъемными кранами сыпучих материалов (песок, щебень, гравий, мел и др.) может производиться с помощью опрокидных (рисунок 4.152) и раскрывающихся (рисунок 4.153) бадей.

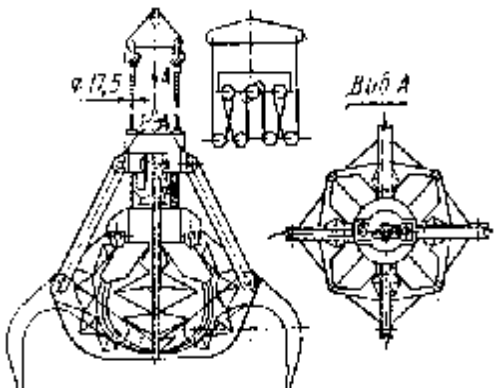


Рисунок 4.151

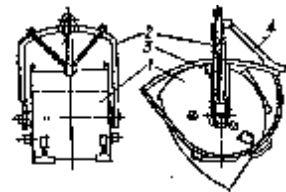


Рисунок 4.152

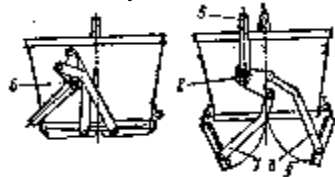


Рисунок 4.153

Короб 1 опрокидной бады подвешен к траверсе 2, надеваемой на крюк крана. Центр масс порожнего короба располагается ниже и справа от поворотных цапф и благодаря этому порожний короб всегда занимает нормальное положение, фиксируемое упором 3. Центр масс груженого короба располагается выше и левее поворотных цапф. При транспортировании груженный короб удерживается от опрокидывания запорным рычагом 4. Для разгрузки бады этот рычаг выдергивается. Возвращается короб в исходное положение автоматически.

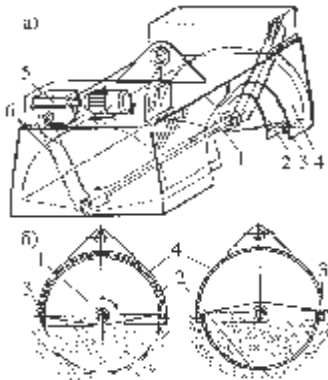


Рисунок 4.154

Уплотнения 3 предотвращают высыпание груза в процессе транспортировки.

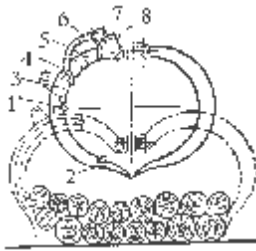


Рисунок 4.155

У бабьи с раскрывающимся днищем створки 9 днища короба удерживаются запорными рычагами 7 и 8, переведенными за мертвую точку оси 6. Раскрываются и закрываются створки рычагом 5.

У грейфера для пылящих грузов (рисунок 4.154, а) поворотная челюсть 2 установлена в корпусе 4 на оси 1 и представляет собой полуцилиндр. Вращается челюсть при помощи цепных передач 6 от приводов 5, установленных на корпусе 4. На груз грейфер опирается корпусом 4. После включения приводов 5 поворотная челюсть 2 острой режущей кромкой внедряется в груз и захватывает его, образуя при этом замкнутую емкость (рисунок 4.154, б). Уплот-

Схема грейфера для леса с принудительным перемещением бревен приведена на рисунке 4.155. На челюстях 5 сверху и внизу установлены две звездочки 4 и 2, связанные между собой бесконечной цепью 3, на которой закреплены упоры 1. Привод звездочки 4 осуществляется через гибкий вал 6 от шестерни 7, вращающейся зубчатым сектором 8 при повороте челюстей. В процессе зачерпывания груза челюсть 5 поворачивается, вращая шестерню 7 и передавая движение на цепь 3. Упоры 1, соприкасаясь с бревнами, проталкивают их вдоль зева, заполняя его.

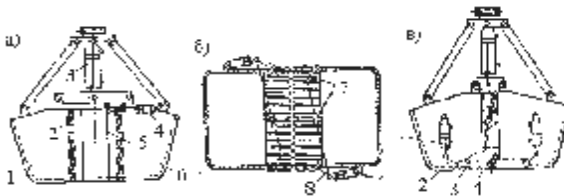


Рисунок 4.156

У грейферов для корнеплодов (рисунок 4.156) используется вибрация для предотвращения повреждения корнеплодов. Привод замыкания челюстей 1 и 6 осуществляется от гидроцилиндра 3. К боковым стенкам челюстей шарнирно прикреплены участки (ножи) 2 и 5, покрытые резиновыми обкладками (рисунок 4.156, б) и совершающие колебательные движения. Привод их от гидроцилиндров 4 выполнен посредством шарнирно-рычажной системы 7–8. Колебательные движения совершают и пальцы 3 днища челюстей (рисунок 4.156, в) – привод от гидроцилиндров 1 посредством рычажной системы 2. Пальцы также имеют резиновые обкладки 4. При смыкании челюстей боковые ножи и пальцы днища колебательными движениями раздвигают корнеплоды, предотвращая их повреждения.

## 4.2 Перегрузжатели

### 4.2.1 Назначение и классификация перегужателей

Перегрузжатели циклического действия предназначены для выполнения перегрузочных работ с одного транспортного средства на другое, на склад и в обратном направлении. Эти высокопроизводительные машины работают как со штучными грузами, так и с навалочными насыпными грузами. Используются в портах. Схема классификации перегужателей приведена на рисунке 4.157.

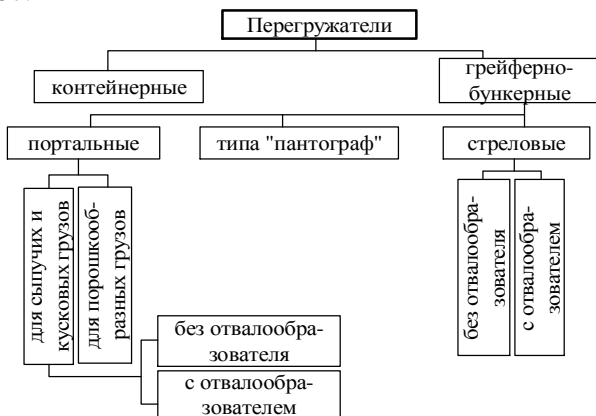


Рисунок 4.157

### 4.2.2 Устройство, принцип действия, основные параметры перегужателей

Перегрузжатель крупнотоннажных контейнеров (рисунок 4.158) грузоподъемностью 30 и 40 т оборудован специальным автоматическим грузозахватным устройством 1 (спредером). Однобалочный мост 2 подвешен на подвесках к порталу 3. Грузовая тележка 4 перемещается по верхнему поясу моста. Кабина оператора 5 соединена с грузовой тележкой и перемещается вместе с ней. Грузовая тележка снабжена собственным механизмом передвижения. Масса перегужателя может быть 400 т и более.

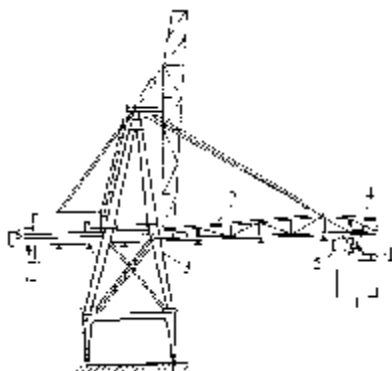


Рисунок 4.158

При определении основных параметров перегружателя учитывают пролет портала  $l_1$ , определяемый условиями устойчивости перегружателя и необходимой шириной оперативной площадки, подлежащей перекрытию порталом. Далее определяют вылет консоли в сторону судов-контейнеровозов  $l_2$  с учетом параметров судов и возможности одновременной обработки барж, устанавливаемых к борту этих судов, а также вылет консоли в сторону берега  $l_3$ . Вылет консоли  $l_2$  принимается обычно равным 34...36 м, а  $l_3$  – 7...10 м, что считается достаточным для обслуживания площадки склада при выполнении судовых работ и погрузочно-разгрузочных операций, связанных с обслуживанием наземных видов транспорта. База портала  $b$  устанавливается с учетом длины контейнеров 1А или двух контейнеров 1С при одновременном подъеме их с возможным отклонением от вертикальной плоскости при перемещении перегружателя. Высота подъема (опускания) контейнера  $h$  зависит от параметров судов. Высота подъема контейнеров над уровнем головки крановых путей обычно составляет 19...25 м.

Портальный двухконсольный грейферно-бункерный перегружатель без отвалообразователя (рисунок 4.159) состоит из бункера 6, опор 2, моста 4, консолей 1, по которым перемещается грузовая тележка 3 с грейфером 5. Сыпучий груз может перегружаться через бункер 6 на ленточные конвейеры 7 или непосредственно в вагон.

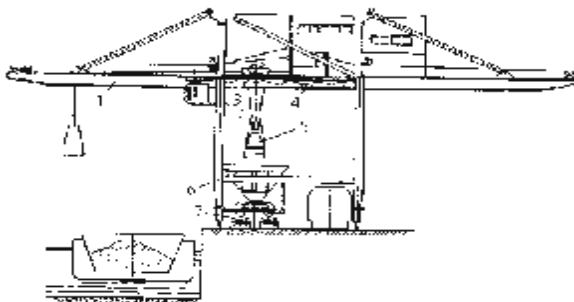


Рисунок 4.159

Портальный грейферно-бункерный, двухконсольный перегружатель с отвалообразователем (рисунок 4.160) оснащен грузовой тележкой 1 с грейфером, бункером 2 и системой конвейеров 3, позволяющих подавать груз в вагоны и на склад.

Оснащение перегружателей бункерами и системой конвейеров позволяет сократить путь перемещения тележки с грейфером и повысить производительность перегружателей до 1500 т/ч. Тележка перемещается канатной тягой, что позволяет сократить массу тележки и облегчить металлоконструкции перегружателя.

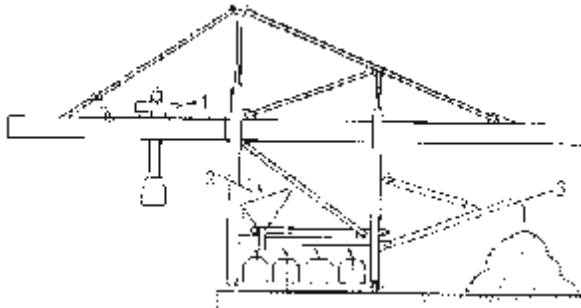


Рисунок 4.160

На специализированных причалах для разгрузки налипающих порошкообразных грузов применяют специальные портальные грейферно-бункерные перегружатели (рисунок 4.161).

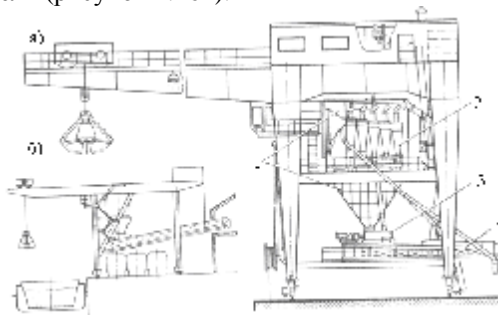
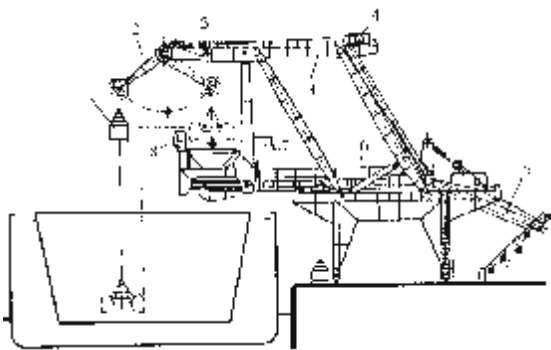


Рисунок 4.161

Перегружатель (см. рисунок 4.161, а) оборудуется бункером 1 для приемки груза из грейфера и обеспыливающей камерой с аспирационными устройствами 2 для предотвращения пылеобразования. При работе перегружателя тележка с заполненным грейфером входит в разгрузочную камеру, после чего дверки камеры автоматически плотно закрываются. При раскрытии грейфера в камере груз высыпается в бункер, из которого шнековым питателем 3 и подбункерным ленточным конвейером 4 подается на магистральный конвейер. Есть перегружатели с наклонным конвейером, которые позволяют подавать груз на магистральный конвейер и загружать в вагоны (рисунок 4.161, б). Перегружатель имеет грузоподъемность 16 т и обеспечивает производительность 200 т/ч.

Для увеличения производительности грейферов перегружатели стремятся освободить от горизонтального перемещения груза и оставить за ними лишь основные рабочие движения – подъем и спуск грейфера и изменение вылета стрелы. Этим требованиям отвечает перегружатель типа “Пантограф” (рисунок 4.162).





1 – грейфер; 2 – хобот; 3 – горизонтальная ферма; 4 – лебедка;  
5 – конвейер; 6 – гидроцилиндр; 7 – бункер; 8 – пульт управления

Рисунок 4.162

Управление перегружателем автоматическое. Оператор направляет грейфер в нужную точку трюма. После зачерпывания груза все операции (подъем, поворот качающейся части стрелы, высыпание груза из грейфера в бункер и возвращение грейфера в исходное положение) осуществляются по заданной программе. При грузоподъемности 30 т перегружатель развивает производительность до

1500 т/ч. Благодаря реверсивной системе конвейеров перегружатель используется не только для разгрузки, но и для перемещения груза со склада в судно. Подача груза на приемный конвейер в этом случае осуществляется складской машиной.

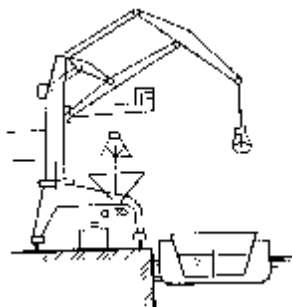


Рисунок 4.163

Основная перегрузочная машина перегружателя – грейферный порталный кран 4 для перегрузки навалочного груза по варианту судно– бункер. Далее груз перемещается с помощью установленных на портале крана машин непрерывного действия по одному из направлений: на склад 7 – через бункер 3, питатель 2, отвальный конвейер 6; в вагоны 8 – через бункер, питатель, вагонно-загрузочное устройство 1. Угол наклона отвального конвейера изменяется с помощью грузоподъемного механизма 5. Основное преимущество перегружателя перед обычным порталным краном: повышение производительности вследствие сведения до минимума времени цикла крана, частичная автоматизация управления, дозированная подача груза в вагоны, сокращение потерь груза. Перегружатель может иметь конструкцию, когда производится подача груза из судна че-

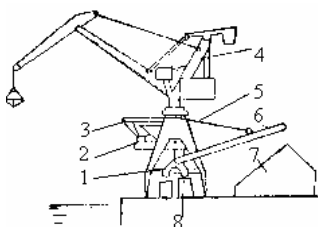


Рисунок 4.164

рез бункер только на транспортный конвейер (рисунок 4.163).

Схема грейферно-бункерного стрелового перегружателя приведена на рисунке 4.164. Производительность перегружателей определяется по формулам (4.31)–(4.41).

## 4.3 Механические погрузчики

### 4.3.1 Назначение и классификация механических погрузчиков

Погрузчики периодического (циклического) действия предназначены для погрузки (выгрузки) в транспортные средства, контейнеры и складской перегрузки штучных, насыпных и мелкокусковых грузов.

Схема классификации погрузчиков приведена на рисунке 4.165.

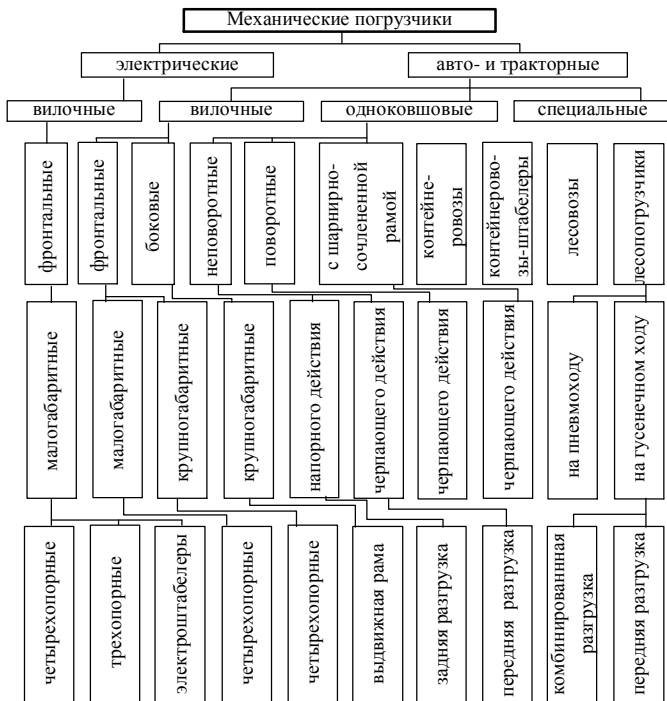


Рисунок 4.165

Механические погрузчики – это самоходные машины на колесном или гусеничном ходу с приводом от электродвигателя и питанием от аккумуляторной батареи или от внешней сети по гибкому кабелю или с приводом от двигателя внутреннего сгорания (карбюраторного или дизеля), позволяющие циклично перемещать груз в результате перемещения самого погрузчика и его рабочих органов.

В зависимости от источника энергии питания привода погрузчики разделяются на электропогрузчики и автопогрузчики, а по конструкции основного рабочего органа – на вилочные и ковшовые. У вилочных погрузчиков основным рабочим органом являются вилы, а у ковшовых – ковш. В качест-

ве сменных грузозахватных устройств могут использоваться стрелы, грейферы, различные механические захваты. Использование сменного рабочего оборудования увеличивает универсальность погрузчика.

Вилочные погрузчики в зависимости от расположения рабочего органа грузоподъемника и способа выполнения перегрузочных операций разделяются на фронтальные с передним расположением рабочего органа и боковые с расположением рабочего органа сбоку, а по устройству – с неподвижным грузоподъемником относительно корпуса погрузчика и с подвижным (выдвижным); с неповоротным грузоподъемником относительно продольной оси погрузчика или смещаемым вдоль оси переднего моста погрузчика.

Одноковшовые погрузчики разделяются на фронтальные с передним зачерпыванием и передней разгрузкой ковша, полуповоротные с передним зачерпыванием и боковой разгрузкой ковша и тракторные лопаты с передним зачерпыванием и задней разгрузкой ковша путем подъема и переноса его через трактор, на котором смонтирован ковш.

По назначению погрузчики бывают: универсальные (для работы с различными грузами); специальные (для перегрузки и транспортирования длинномерных грузов, крупногабаритных, для работы в трюмах судов, загрузки и выгрузки в контейнеры, штабелирование на большую высоту, транспортирование).

#### **4.3.2 Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки механических погрузчиков**

Для работы внутри вагонов и складов закрытого типа необходимы малогабаритные погрузчики, обладающие высокой маневренностью. В закрытых помещениях используются электропогрузчики и автопогрузчики, оборудованные нейтрализаторами выхлопных газов, а на открытых складских площадках – автопогрузчики.

Основные исполнительные механизмы авто- и электропогрузчиков аналогичны. Погрузчики снабжают унифицированными механизмами столкновения груза с вилок; механизмом опрокидывания ковша; боковыми или вертикальными сжимами для захвата и удержания груза; механизмом, приводящим в действие грейферный захват; механизмом наклона или выдвижения рамы грузоподъемника; механизмом поворота и перемещения вил в горизонтальной плоскости и др.

Каждый погрузчик характеризуется своими размерами, радиусом поворота, высотой подъема груза, грузоподъемностью, рабочими скоростями, производительностью, устойчивостью и массой.

Габаритные размеры и радиус поворота определяют маневренность погрузчика, возможность прохода его в двери складов, вагонов, в трюмы судов, а также ширину проездов в складах. Высота подъема грузов определяет высоту штабелей и влияет на эффективность использования складов.

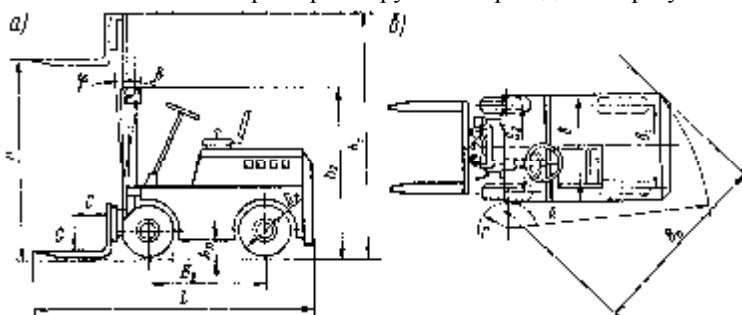
Рабочие скорости погрузчика (передвижения, подъема и опускания груза, наклона рамы грузоподъемника) определяют его производительность.

Колесные погрузчики выпускаются на трехопорном и четырехопорном шасси. При трехопорном шасси управляемым обычно является одианрное колесо. Такие погрузчики имеют наиболее простой механизм поворота и отличаются повышенной маневренностью, поскольку требуют меньше места для разворота. При четырехопорном шасси управляемые колеса при маневрировании погрузчика должны поворачиваться на разные углы. Это существенно усложняет механизм поворота, обычно выполняемый с применением рулевой трапеции. Управляемыми являются, как правило, задние колеса. Погрузчики с трехопорным шасси менее устойчивы к боковому опрокидыванию, чем четырехопорные.

Ходовые колеса погрузчиков могут быть оборудованы пневматическими или массивными резиновыми шинами. Первые используют при работе на открытых площадках, вторые – в закрытых помещениях.

Электропогрузчики используются для погрузки и выгрузки тарно-штучных грузов в вагоны, для работы в складах, цехах, трюмах судов. Грузоподъемность 0,8...2,0 т, высота подъема груза 2,0...4,5 м.

Основные исполнительные размеры погрузчиков приведены на рисунке 4.166.



$G$  – грузоподъемность погрузчика;  $h$  – высота подъема груза;  $h_1, h_2$  – максимальная и минимальная высота погрузчика;  $l$  – длина погрузчика;  $e$  – ширина;  $B_2$  – база;  $R$  – радиус поворота (внешний);  $\beta_1$  – ширина рабочего проезда при повороте на  $90^\circ$ ;  $h_n$  – просвет;  $e_3, e_1$  – ширина колес передних и задних колес;  $C$  – расстояние от центра тяжести груза до спинки вил;  $D_k$  – диаметр ходовых колес;  $\varphi, \beta$  – угол наклона рамы грузоподъемника вперед и назад от вертикального положения

Рисунок 4.166

Конструкция электропогрузчика приведена на рисунке 4.167.

На раме 19 погрузчика жестко закреплен ведущий мост 10, оба ходовых колеса которого получают вращение от электродвигателя 13 посредством механического дифференциала. Задний мост 17 поддрессорен к раме 19 и оборудован двумя колесами, управляемыми водителем погрузчика с помощью рулевого колеса 2, червячного редуктора 6, рулевой тяги 18 и рулевой трапеции, тяги которой кинематически связывают оба колеса.

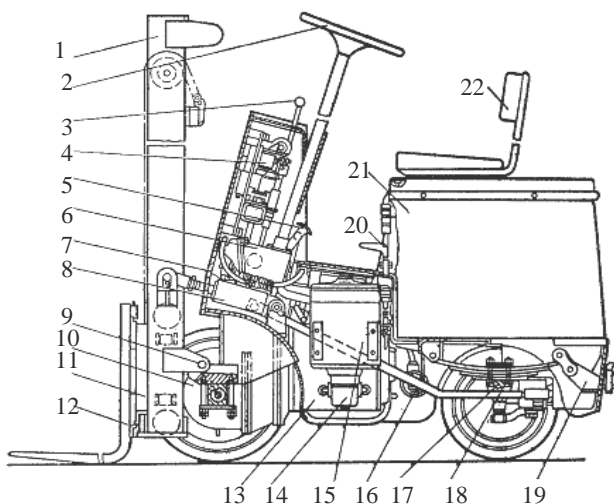


Рисунок 4. 167

Рама 1 грузоподъемника консольно смонтирована над ведущим мостом с помощью двух шарниров 9 и снабжена двумя цилиндрами 8 наклона ее вперед или назад. Корпуса гидроцилиндров и их штоки шарнирно связаны соответственно с рамой погрузчика и рамой грузоподъемника. Вертикально-подвижная каретка 11 грузоподъемника оснащена закрепленными на ней грузозахватными приспособлениями, например, вилами 12. На погрузчике смонтирована гидростанция, содержащая электродвигатель 15, гидронасос 14, бак, маслопроводы и гидрораспределительную аппаратуру 4, управление которой осуществляется водителем посредством рукояток 3.

В приборном отсеке 7 наряду с гидрораспределительной аппаратурой установлена также аппаратура электроуправления механизмом передвижения, гидростанцией, сигнализирующими и осветительными приборами. На раме погрузчика над задним мостом смонтирована аккумуляторная батарея 21, выполняющая и роль противовеса, а под ней на кронштейне подвешено пусковое сопротивление 16. Сиденье 22 водителя закреплено на верхней крышке батареи. Погрузчик оборудован ножным тормозом с приводом от педали 5 и ручным стояночным тормозом с приводом от рукоятки 20.

Схема трехопорного малогабаритного электропогрузчика приведена на рисунке 4.168. Эти электропогрузчики используются в основном для погрузки и выгрузки грузов из контейнеров.

Электроштабелер с выдвигаемым в продольном направлении грузоподъемником (рисунок 4.169) предназначен для укладки в штабеля, снятия с них и перемещения на расстояния 20...30 м пакетированных грузов массой до 2 т в закрытых складах с полами, имеющими асфальтно- или цементно-бетонное покрытие.

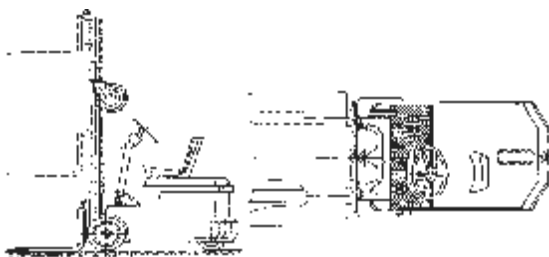


Рисунок 4.168



Рисунок 4.169

Шасси электроштабелера состоит из двух вынесенных вперед параллельных балок 1 и опирается на четыре колеса 2, из которых два передних и правое заднее – опорные, а левое заднее – рулевое и одновременно ведущее. Передние колеса установлены по концам балок шасси. Заднее опорное имеет крепление рояльного типа и может самоустанавливаться при повороте машины. Рама грузоподъемника 3 перемещается вперед (назад) по направляющим вдоль балок шасси и может наклоняться вперед до  $2^\circ$  и назад до  $5^\circ$ . На каретке 4 устанавливаются различные сменные грузозахватные устройства.

При захвате или укладке груза вилы выдвигаются за выносные опоры, и в этих условиях груз уравнивается массой электроштабелера. При транспортировании вилы выдвигаются так, что груз размещается над выносными опорами, а его центр тяжести находится в пределах колесной базы машины (внутри опорного контура), что увеличивает его устойчивость.

Имеются конструкции штабелеров с выдвижным и поворотным грузоподъемником.

Особую группу составляют электропогрузчики, изготавливаемые во взрывозащищенном исполнении. Они предназначены для применения в помещениях с взрывоопасной средой, относительной влажностью до 80 % и температурой от  $-20$  до  $+40$  °С на открытых площадках предприятий химической, газовой, нефтяной и других отраслей промышленности.

Универсальные автопогрузчики состоят из тех же по своему назначению узлов, что и электропогрузчики, и отличаются от последних типом силовой установки и техническими параметрами. Автопогрузчики, снабженные набором сменных грузозахватных приспособлений, могут также выполнять различные грузовые операции со штучными, насыпными, кусковыми, лесными и другими грузами.

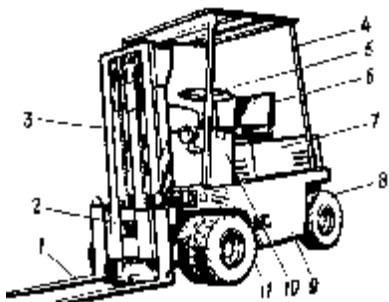


Рисунок 4.170

Автопогрузчики (рисунок 4.170) имеют общую конструктивную схему, включающую шасси 9 на пневмоколесном ходу, двигатель внутреннего сгорания 7, трансмиссии, гидроприводы, грузоподъемник 3, управляемый мост 8, ведущий мост 11, каретку 2, вилы 1, пульт управления 10, сиденье водителя 6, руль 5 и ограждение 4. В автопогрузчиках широко используются автомобильные агрегаты, узлы и детали. У автопогрузчиков с фронтальным расположением грузоподъемника передняя ось обычно ведущая, а задняя – управляемая.

Крупногабаритные автопогрузчики с фронтальным расположением грузозахватных устройств (рисунок 4.171, а, б, в) устроены аналогично малогабаритным (см. рисунок 4.170), но имеют большие размеры, грузоподъемность.

Крупногабаритные автопогрузчики с фронтальным расположением грузозахватных устройств (рисунок 4.171, а, б, в) устроены аналогично малогабаритным (см. рисунок 4.170), но имеют большие размеры, грузоподъемность.

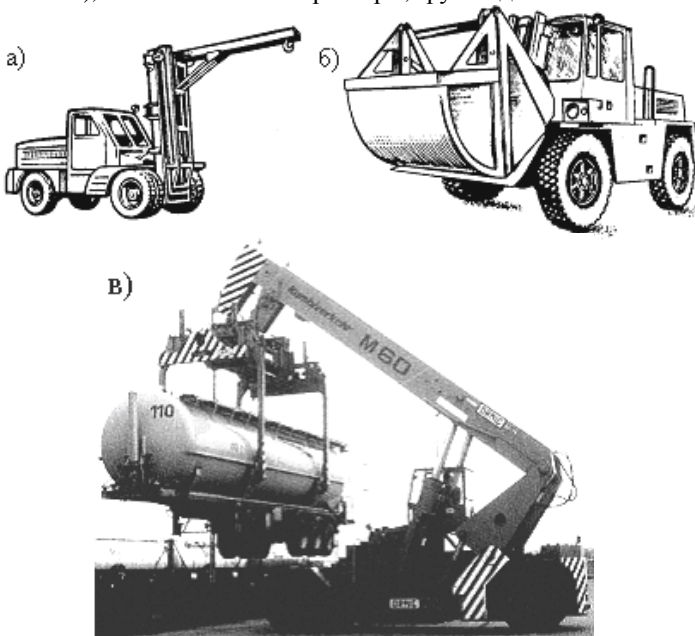


Рисунок 4.171

Погрузчики с боковым выдвижным грузоподъемником 1 (рисунок 4.172, а, б) предназначены для погрузочно-разгрузочных и транспортных работ с длинномерными грузами и крупнотоннажными контейнерами. Они позволяют перегружать и транспортировать длинномерные грузы в узких проез-

дах, что невыполнимо обычными универсальными (фронтальными) погрузчиками. Последние нерационально использовать для транспортировки длинномерных грузов, поскольку это может привести к потере боковой устойчивости погрузчика и, кроме того, потребует широких проездов. Передний мост погрузчика управляемый, задний – ведущий.

Одноковшовыми погрузчиками называются самоходные погрузочно-разгрузочные машины с основным рабочим органом в виде установленного на конце подъемной стрелы ковша.

Одноковшовые погрузчики применяют главным образом для погрузки в транспортные средства насыпных и кусковых материалов. Иногда используют погрузчики для выгрузки насыпных материалов из крытых железнодорожных вагонов.

Основной тип погрузчиков составляют снабженные навесным рабочим оборудованием тракторы и тягачи на гусеничном или пневмоколесном ходу. Рабочее оборудование образует шарнирно-закрепленный на раме машины комплект балок и рычагов, несущих на себе ковш. Замена ковша специальными захватами позволяет использовать эти машины для переработки штучных, в том числе лесных, грузов и превращает их в универсальные погрузчики.

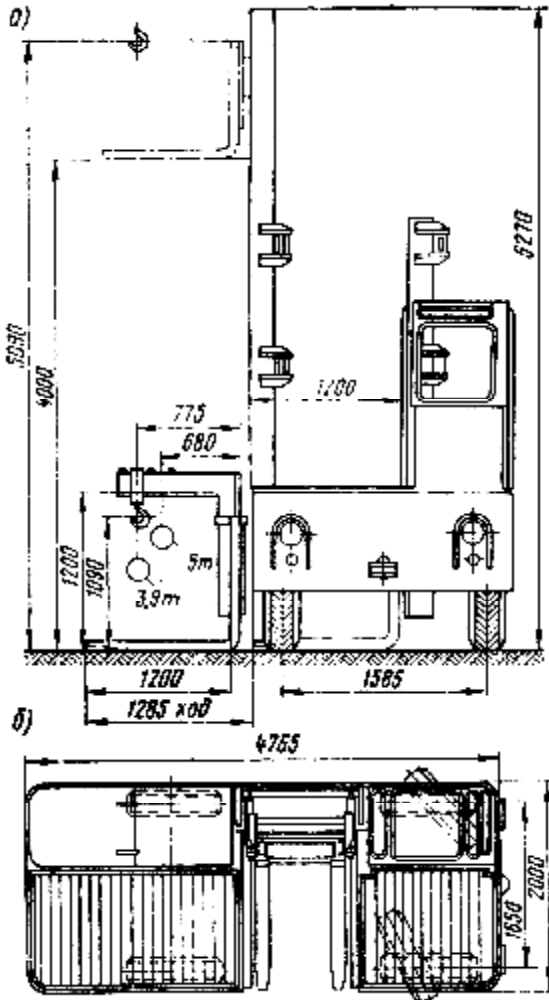


Рисунок 4.172



Погрузчики имеют высокую проходимость и обеспечивают большие тяговые усилия.

Схема одноковшового погрузчика напорного действия с задней разгрузкой приведена на рисунке 4.173.

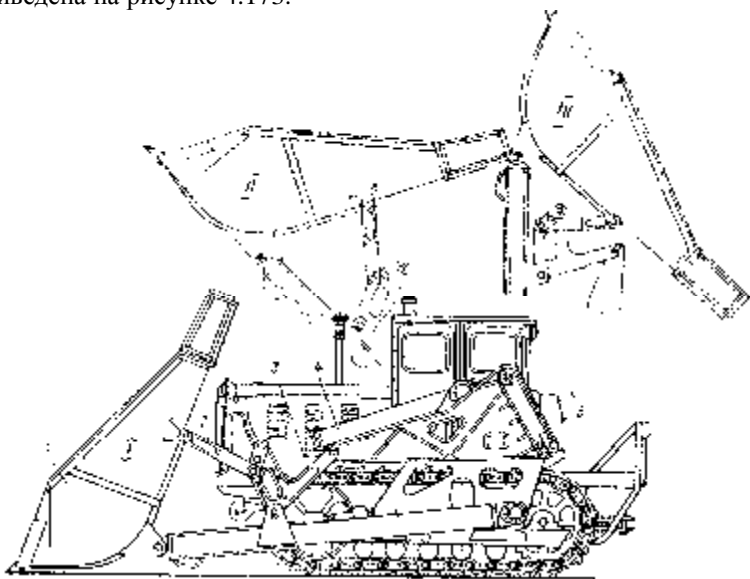


Рисунок 4.173

Ковш 1 вместимостью  $2,8 \text{ м}^3$  укреплен на подъемной раме 9, выполненной в виде портала, шарнирно связанного с опорными стойками 8, установленными на тракторе для монтажа оборудования погрузчика. Рама 9 охватывает снаружи гусеничные тележки. К днищу ковша приварена швеллерная балка, имеющая на концах цапфы, которыми ковш соединяется с двумя (правой и левой) симметричными системами приводных рычагов и стрелой, каждая из которых состоит из вильчатой тяги 2, фигурного рычага 3 и главного рычага 6, который свободно посажен на цапфах опорной рамы и шарнирно соединен со штоком гидроцилиндра 4 и фигурным промежуточным рычагом, нижняя часть которого шарнирно связана с подъемной стрелой. Для предохранения масляного бака 5 от возможных ударов предусмотрен буфер 7, а для предохранения рычажной рамы ковша от истирания – лыжи 10.

При выдвигании штоков цилиндров поворачиваются рычаги, установленные на стреле (портале) погрузчика, стрела поднимается, а ковш поворачивается.

При перемещении ковша над трактором (среднее положение) он занимает горизонтальное положение и затем приобретает обратный наклон. Ковш разгружается со стороны, противоположной зачерпыванию.

Грузоподъемность погрузчика 4 т, высота разгрузки 2,6...3,4 м, угол разгрузки 25...45°.

У одноковшового погрузчика черпающего действия с передней разгрузкой и жесткой рамой (рисунок 4.174) впереди кабины на шасси установлен портал 1, несущий погрузочное оборудование: фасонную изогнутую стрелу 3 с двумя рычагами 6, соединенными шарнирно тягами-

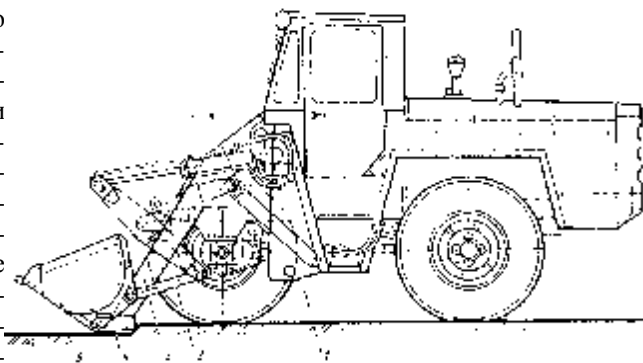


Рисунок 4.174

толкателями 2 с поворотным ковшом 5, и две пары гидравлических поршневых цилиндров двустороннего действия 7 и 8, выполняющих подъем-опускание стрелы и поворот ковша в продольной и вертикальной плоскостях. Стрела ковша снабжена лыжами 4 для опирания на грунт при зачерпывании груза.

Ковшовые погрузчики на пневмоколесном ходу имеют конструктивное исполнение с поворотной стрелой в пределах 120...180°. Это позволяет производить боковую разгрузку (рисунок 4.175).

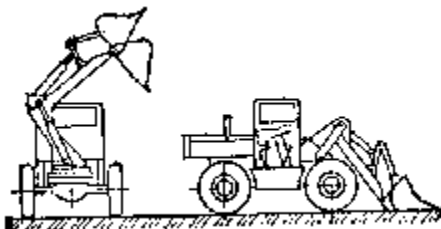


Рисунок 4.175

Схема одноковшового погрузчика с сочлененной рамой приведена на рисунке 4.176.

Все узлы и агрегаты погрузчика смонтированы на шарниросочлененной раме, содержащей переднюю 5 и заднюю 3 полурамы, связанные между собой вертикальным шарнирным устройством 4. Это обеспечивает изменение направления движения погрузчика поворотом полурам относительно друг друга, повышая маневренность и сокращая продолжительность его рабочего цикла. С передней рамой 5 жестко связан передний мост 6. Задний мост 1 подвешен к полураме 3 посредством горизонтального шарнирного устройства. Такая балансирная подвеска заднего моста позволяет ему поворачиваться в вертикальной плоскости при наезде ходовыми колесами на неровной поверхности дорожного покрытия или при движении по пересеченной местности.

В результате обеспечивается постоянство сцепления колес с дорогой, а рама избавляется от скручивающих деформаций. Оба моста имеют одина-

ковую унифицированную конструкцию и являются ведущими с возможностью отключения заднего моста в транспортном режиме.

Основной рабочий орган погрузчика – ковш 8 опрокидного типа вместимостью 1,5 м<sup>3</sup>. Он шарнирно закреплен на внешнем конце подъемной стрелы 7 и рычажной системой 9 связан с двумя гидроцилиндрами 10 его поворота.

Внутренним концом стрела шарнирно смонтирована на передней полураме. Поворотом относительно шарнира производится подъем и опускание стрелы с приводом от двух гидроцилиндров. Корпуса гидроцилиндров поворота ковша и подъема стрелы шарнирно закреплены на стойках передней полурамы.

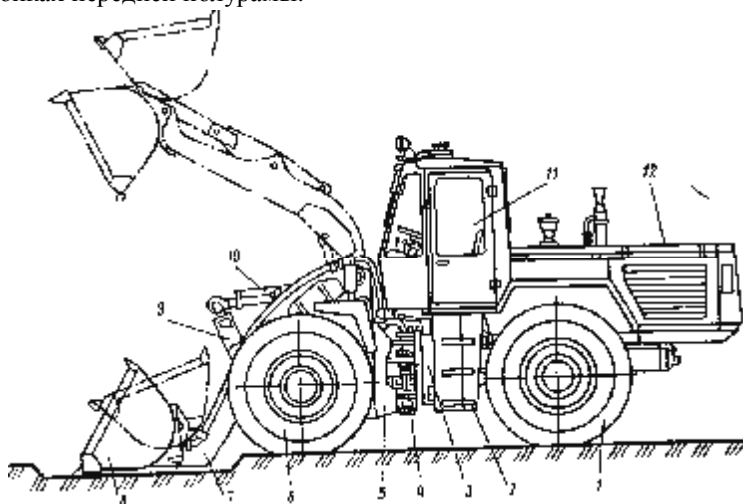


Рисунок 4.176

Силовой агрегат погрузчика – дизельный четырехтактный двигатель мощностью 135 л. с. Двигатель закреплен на задней полураме 3 и запускается из кабины 11.

Контейнеровоз (рисунок 4.177) состоит из портала 1, опирающегося на пневмоколеса 2. Дизельный двигатель 3 и коробка передач установлены на верхней площадке погрузчика, который может захватывать, поднимать и транспортировать контейнер. Он обеспечивает двухъярусное штабелирование контейнеров, погрузку и выгрузку их с автомобильного подвижного состава. Габаритные размеры: ширина 4,6 м, высота 7,4 м. Минимальный радиус поворота 9 м. Скорость подъема 8 м/мин, движения с грузом 25 км/ч, масса 25 т.

Контейнеровозы-штабелеры (рисунок 4.178) обеспечивают не только транспортировку, но и штабелирование контейнеров в 2...3 яруса. Для перемещения контейнера они наезжают на него своим порталом 1, захватывают специальным захватом 2 (спредером) и поднимают на необходимую высоту.

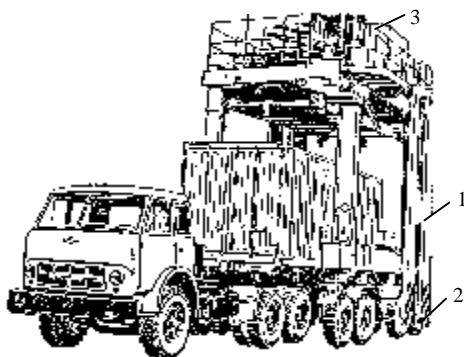


Рисунок 4.177

Некоторые портально-боковые погрузчики могут захватывать спредером 3 контейнер с железнодорожной платформы (автомобиля) и транспортировать к месту складирования. В отдельных погрузчиках все 4 колеса устраивают приводными, и они могут поворачиваться на 90°, что обеспечивает движение погрузчика во всех направлениях без разворота.

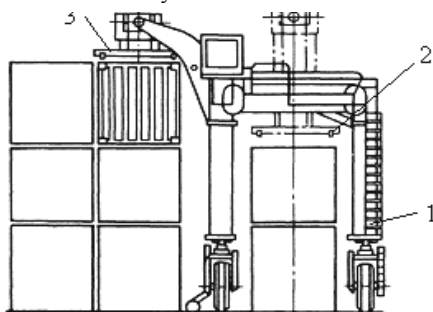
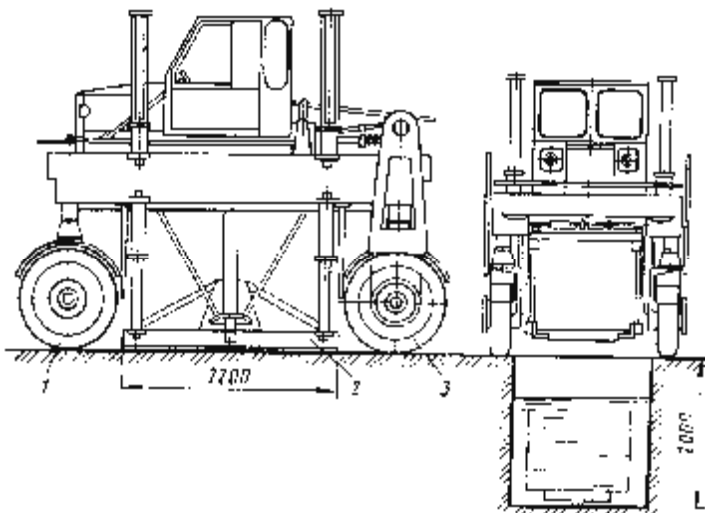


Рисунок 4.178

Лесовозы (рисунок 4.179) служат для перемещения на открытых складах преимущественно пиломатериалов и других длинномерных грузов, сформированных пакетами или уложенных пачками, и контейнеров. Погрузчики могут работать на спланированных площадках с твердым покрытием. Груз размещается между правыми и левыми ходовыми колесами. Шасси – неподрессоренные. Ходовая часть содержит четыре колеса с пневмошинами, из них передние управляемые, а задние – ведущие. Источник энергии – автомобильный карбюраторный двигатель. Погрузчик оборудован четырьмя поворачивающимися на 90° в горизонтальной плоскости вилочными подхватами, расположенными попарно с левой и правой сторон. После захватывания груза вилы поднимаются в транспортное положение. Грузоподъемник позволяет опускать грузозахватное устройство на 2 м ниже своей опорной поверхности.



1, 3 – управляемые и ведущие ходовые колеса; 2 – грузозахватное устройство

Рисунок 4.179

Лесопогрузчик на пневмоходу (рисунок 4.180) предназначен для механизации погрузки на железнодорожный открытый подвижной состав, автомобили и прицепы (полуприцепы) к ним, а также выгрузки с них тарноштучных грузов, сформированных пакетами и перемещаемых отдельными единицами и длинномерных грузов, преимущественно лесоматериалов. Погрузчик применяется на открытых складах с твердым ровным покрытием.

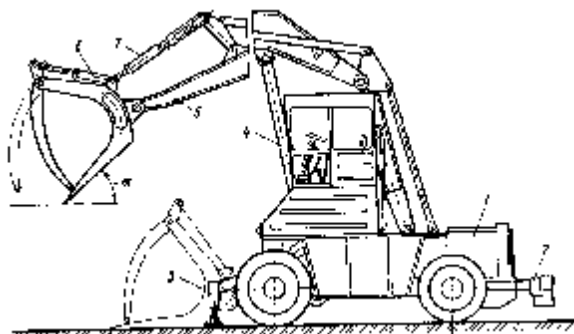


Рисунок 4.180

Машина неподрессоренная, передние колеса ведущие, задние – управляемые, источник энергии – карбюраторный двигатель 1 мощностью 84,5 кВт. Грузоподъемник выполнен в виде шарнирно-рычажной сочлененной стрелы 5 с механизмом сохранения постоянного положения вил. Подъ-

ем-опускание стрелы производится плунжерным гидроцилиндром 4. На стреле установлены два поршневых гидроцилиндра двухстороннего действия: изменения наклона захвата (вил) в продольном направлении 7 и замыкания (размыкания) 6 верхней челюсти. Для повышения продольной устойчивости погрузчика имеются две передние выдвижные опоры 3. Противовес 2 может выдвигаться назад за очертание машины в транспортном положении.

Лесопогрузчик на гусеничном ходу (рисунок 4.181) состоит из стрелы 2, на которой жестко закреплены челюсть 6 и поворотная челюсть 3.

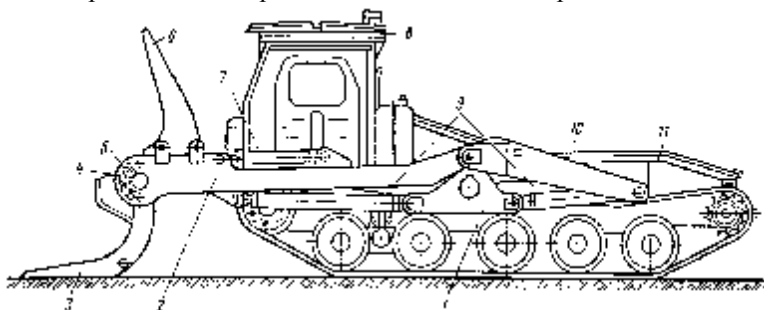


Рисунок 4.181

Пачка леса захватывается напорным движением всей машины вперед при повороте челюсти 3 вверх. Челюсть 6 служит упором, к которому лес прижимается нижней челюстью, а после подъема, переноса рукоятки через трактор – направляющей для скатывающейся вниз массы леса. Поворот челюсти относительно стрелы осуществляется гидроцилиндрами 7 при помощи роликовых цепей и звездочек 5 около оси вращения 4. Рукоятки поднимаются гидроцилиндрами 9, при этом балансиры 1 вращаются относительно рамы 10, жестко связанной с корпусом трактора. Для предохранения кабины погрузчика и механизмов трактора от разрушения при возможном падении груза служат щиты 8 и 11.

#### 4.3.3 Съемные грузозахватные устройства механических погрузчиков

Применение сменных грузозахватных устройств значительно расширяет сферы применения погрузчиков и повышает эффективность их использования.

К грузозахватным устройствам предъявляются следующие основные требования: соответствие свойствам и форме перегружаемых грузов, обеспечение их сохранности, максимальное использование грузоподъемности погрузчика; минимальные затраты времени на выполнение элементов начальных и конечных операций по обработке груза; минимальные размеры и собственная масса; надежность; быстрота навешивания и демонтажа; соот-

ветствие выполнения работ технологическим нормам и правилам безопасности труда.

Навесные грузозахватные устройства погрузчика жестко связаны с грузоподъемником, что позволяет интенсифицировать перегрузочные работы и исключить ручной труд при застропке и отстропке груза.

Современные навесные грузозахватные устройства погрузчиков в основном являются многооперационными, выполняющими не только захват груза, но и смещение его относительно продольной оси погрузчика, а также кантование в вертикальной и горизонтальной плоскостях.

Схема классификации сменных грузозахватных устройств для погрузчиков приведена на рисунке 4.182.

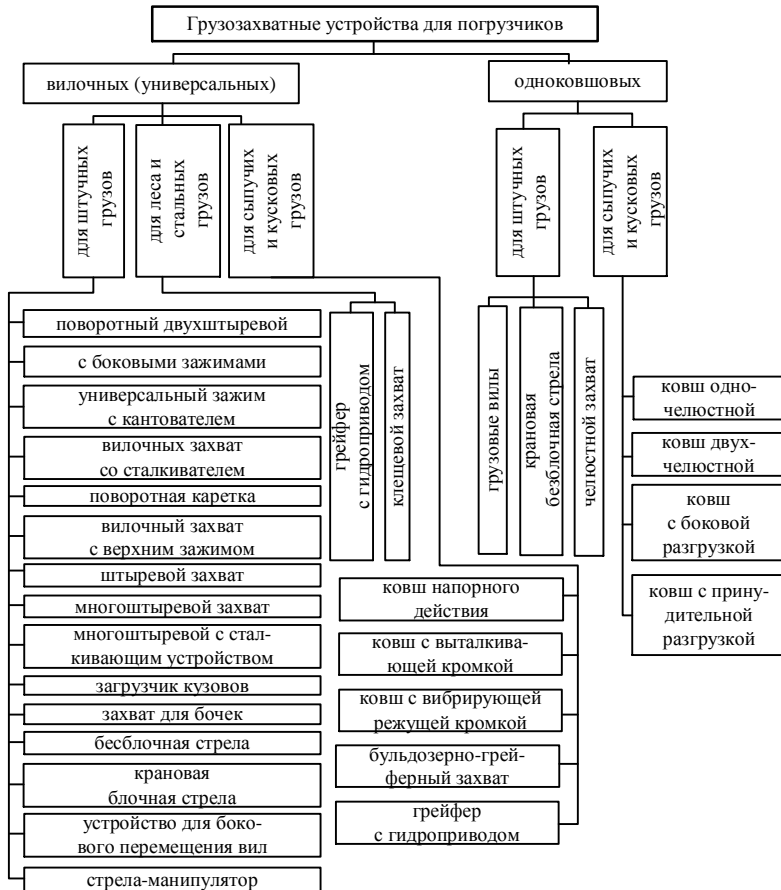


Рисунок 4.182

Погрузчики оснащаются различными сменными захватными приспособлениями. Основное из них – вилочный захват, размеры двух его плоских вилок соответствуют типу и грузоподъемности погрузчика. Длина их колеблется от 800 до 1200 мм. Центр тяжести груза от передней спинки вилок находится на расстоянии 400...600 мм, что позволяет поднимать пакеты не более 800...1200 мм. Если же масса пакетов меньше грузоподъемности погрузчика, то их можно перегружать даже при большем расстоянии центра тяжести груза от спинки вилок. В этом случае приходится иногда удлинять вилы, надевая на них насадки-удлинители сварной конструкции.

Двухштыревой поворотный захват (рисунок 4.183) предназначен для механизации погрузочно-разгрузочных работ с грузами, затаренными в мягкие контейнеры. Захват содержит штыревую насадку 1, жестко прикрепленную к планшайбе 2. Последнюю болтами закрепляют на механизме кантователя, который обеспечивает поворот штыревой насадки на 180°. Принцип работы захвата заключается в следующем: горловину мягкого контейнера перегибают через один штырь и надевают петлю горловины на другой штырь. Вращением планшайбы 2 производят закручивание горловины мягкого контейнера.

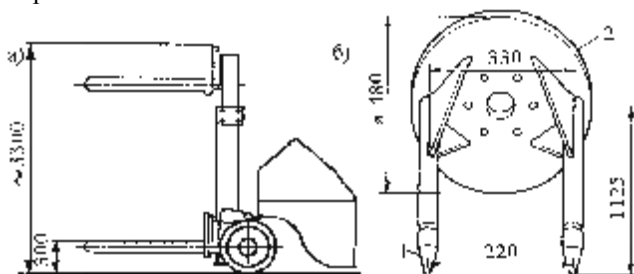


Рисунок 4.183

Захват с боковыми зажимами (рисунок 4.184) предназначен для погрузочно-разгрузочных и складских работ с грузами в деревянных ящиках без поддонов. Захват состоит из корпуса 1, двух направляющих 2, по которым с помощью гидроцилиндра перемещаются каретки с закрепленными на них обрезиненными лапами 3.

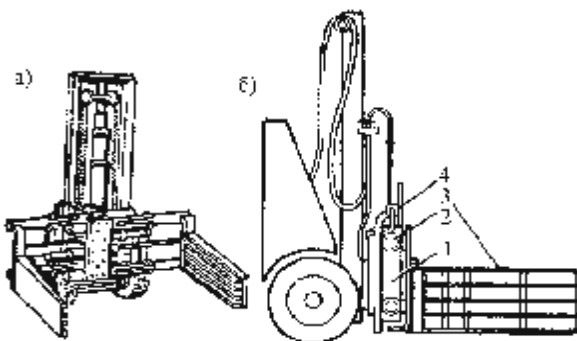


Рисунок 4.184



В гидросистему приспособления встроен гидрозамок 4, обеспечивающий надежное удержание транспортируемого груза.

Универсальный зажим с кантователем (рисунок 4.185) для рулонных грузов, бумаги и картона, бочек, барабанов и т. п. позволяет захватывать и штабелировать грузы либо вертикально, либо горизонтально с возможностью их кантования в вертикальной плоскости на угол до  $180^\circ$  как в одну, так и в другую сторону.

Захват имеет два основных механизма: кантования и захвата 2. Механизм кантования состоит из корпуса, гидроцилиндра 4, шток которого закреплен в проушинах корпуса. В корпусе на роликовых подшипниках установлен вал с шестерней, которая находится в зацеплении с зубчатой рейкой на гидроцилиндре 4. На другом конце вала закреплен механизм захвата 2.

При подаче рабочей жидкости по трубопроводу 5 в гидроцилиндре 4 шток остается неподвижным, а цилиндр, перемещаясь с зубчатой рейкой, вращает шестерню и вал, поворачивая захват 2 вокруг продольной оси погрузчика на угол  $180^\circ$ . На корпусе захвата закрепляют неподвижную лапу 1, а к ползуну 6 подвижную лапу 7. В зависимости от перегружаемого груза на лапы устанавливают различные щеки 8.

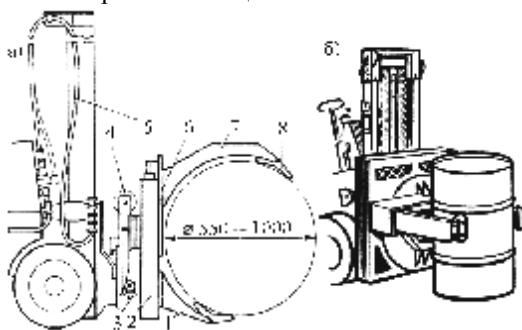


Рисунок 4.185

Вилочный захват со сталквателем (рисунок 4.186) состоит из толкающей решетки 1, задней рамы 3 с двумя кронштейнами, которыми сталкватор навешивается по подъемную каретку электропогрузчика, и системы рычагов 2. Смещение в горизонтальном направлении толкающей решетки производят гидроцилиндром двухстороннего действия через систему перекидывающихся рычагов 2.

Для удобства работы со штучными грузами, размещенными на вилочном захвате, последний оборудуется в случае необходимости поворотной кареткой для вилок в вертикальной (рисунок 4.187, а), и горизонтальной плоскостях (рисунок 4.187, б). Штыревой захват (рисунок 4.188) предназначен

для перегрузки грузов, имеющих отверстия (керамические трубы, бухты проволоки, рулоны и т. д.).

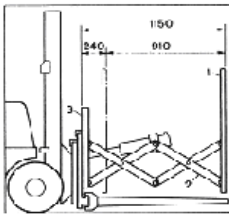


Рисунок 4.186

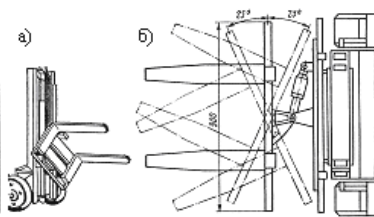


Рисунок 4.187

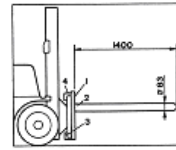


Рисунок 4.188

Вилочный захват с верхним прижимом (рисунок 4.189) предназначен для надежной фиксации штучных грузов при транспортировке путем прижима их к вилам погрузчика. Прижим пригоден для фиксации грузов различной высоты и позволяет транспортировать груз на более высоких скоростях. Прижимная плита с кареткой захвата перемещается по направляющим гидроцилиндрам двойного действия. Форма плиты может быть круглой или прямоугольной.

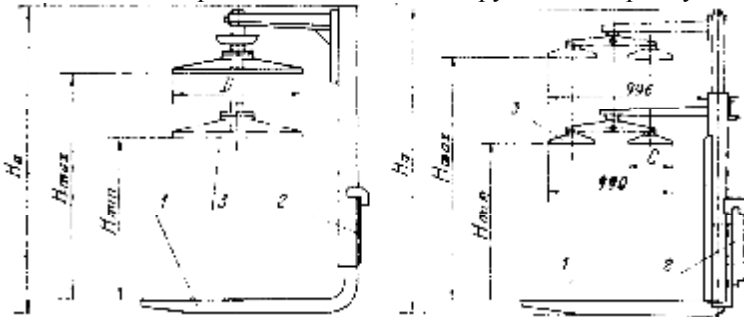


Рисунок 4.189

Многоштыревой захват (рисунок 4.190) предназначен для работы с грузами в мешках, стандартных бочках, рулонах, уложенных горизонтально, а также с большими по объему, но легкими грузами, имеющими отверстия для ввода штырей. Захват состоит из плиты 1, которую крепят на подъемной каретке погрузчика при помощи Г-образных направляющих, штырей 2 и ограждения 3.

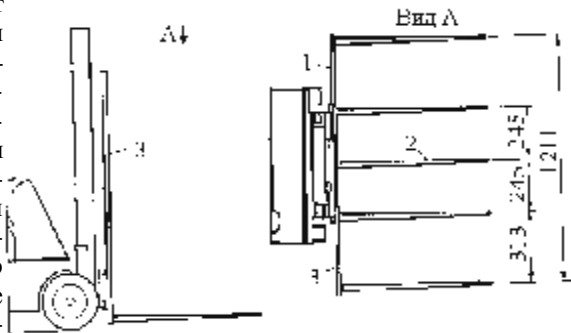


Рисунок 4.190

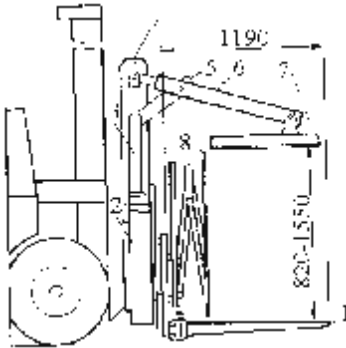


Рисунок 4.191

Многоштыревое приспособление с прижимным и сталкивающим устройствами (рисунок 4.191) предназначено для механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ с пакетами из деревянных и картонных ящиков с укладкой в штабеля на рейках без поддонов.

Многоштыревое приспособление 1 захватывает пакеты грузов. Прижим 7 с гидравлическим приводом обеспечивает сохранность пакета при проведении перегрузочных операций и выполнения требований техники безопасности при высотной укладке в штабель. Сталкивающее устройство 8 сдвигает пакет со штыревого захвата при укладке его без поддонов. Устройство для бокового смещения груза 2 улучшает маневренность электропогрузчика при проведении перегрузочных операций.

Механизм прижима состоит из сварного основания 4, гидроцилиндра двустороннего действия 3, шток которого шарнирно соединен с рычагами 6, из кронштейна 5 и прижимной рамы 7.

Загрузчик кузовов автомобилей (рисунок 4.192) состоит из основной плиты 1, которую навешивают и крепят на подъемной каретке электропогрузчика. На основной плите смонтирован рычажный пантограф 9, приводимый в движение гидроцилиндром 10. На выдвижную плиту пантографа навешивают грузовую плиту 8, имеющую в нижней части приваренный брус, на котором размещены передвигные конические штыри 3 и 4. На лицевой стороне грузовой плиты 8 смонтирована рычажная система 6 сталкивателя и гидроцилиндр 7, приводящий в движение раму сталкивателя 5. Грузовая плита 8 опирается на два колеса 2. Управление гидроцилиндрами осуществляют рукоятками 11 гидрораспределителей.

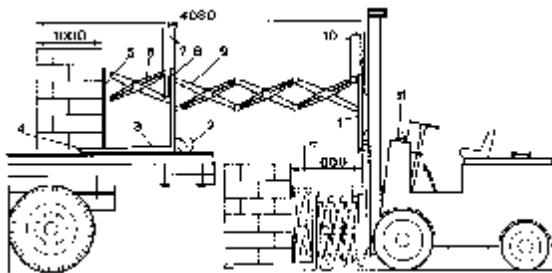


Рисунок 4.192

Захват-кантователь для бочек (рисунок 4.193) предназначен для перегрузки деревянных бочек. Приспособление обеспечивает одновременный захват двух бочек.

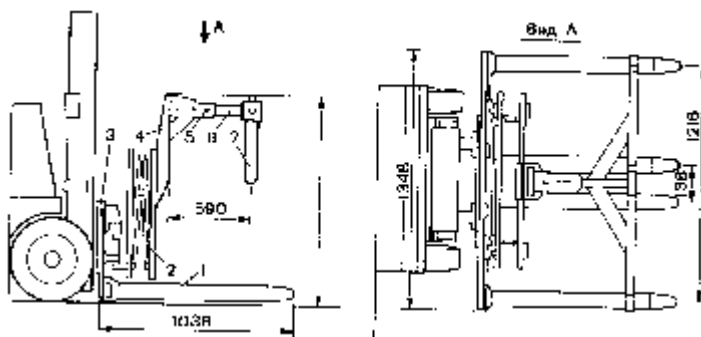


Рисунок 4.193

Захват состоит из штыревого поддерживающего устройства 1, штыревого кантователя 7 и сталкивателя 2. Четыре опорных штыря закрепляются на плите, навешенной на подъемную каретку 3 погрузчика. Штыревой кантователь монтируют на сталкивателе 2. Он состоит из опорного кронштейна 4, из опрокидывающего захвата 6 и комплекта амортизирующих опор для смягчения удара бочек и барабанов при опрокидывании их на штыри 1 поддерживающего устройства. Отверстия 5 в кронштейне 4 позволяют регулировать вылет опрокидывающих штырей 7 по отношению к выдвигной раме сталкивателя 2. Крепежные отверстия в плите позволяют изменять высоту кронштейна 4 в зависимости от высоты бочек или барабанов.

Безблочная крановая стрела (рисунок 4.192, а) служит для перегрузки тяжелых грузов и контейнеров автопогрузчиками. Она состоит из горизонтальных швеллеров, внутри которых перемещается роликовая тележка 1 с крюком 2, приводимая в движение при помощи шарнирно-рычажного механизма 3 и гидроцилиндра 4.

Для малогабаритных электро- и автопогрузчиков применяются более простые конструкции крановых безблочных стрел (рисунок 4.194), у которых вручную перемещается крюк при необходимости изменения вылета стрелы, фиксируя его в определенных местах горизонтальной балки.

Стрела крепится к плите горизонтальной каретки погрузчика. Скорость и высота подъема определяется параметрами погрузчика и стрелы.

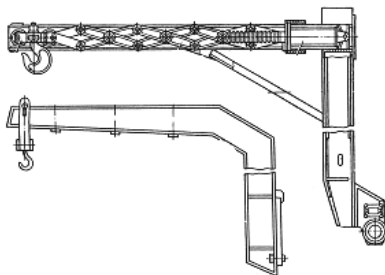


Рисунок 4.194

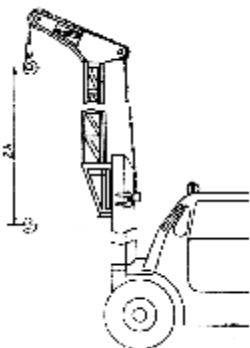


Рисунок 4.195

У блочной стрелы высота и скорость подъема крюка определяются не только размерами вертикальной части стрелы и скоростью подъема каретки, но и параметрами полиспадной системы. Блочная стрела (рисунок 4.195) позволяет поднять крюк на высоту  $2h$ , в 2 раза большую  $h$  каретки грузоподъемника, со скоростью, также вдвое превышающей скорость движения каретки.

Устройство для бокового перемещения (рисунок 4.196) предназначено для сдвига груза вправо и влево до 150 мм относительно продольной оси погрузчика. Это устройство устанавливают в сочетании с различными грузозахватными устройствами.

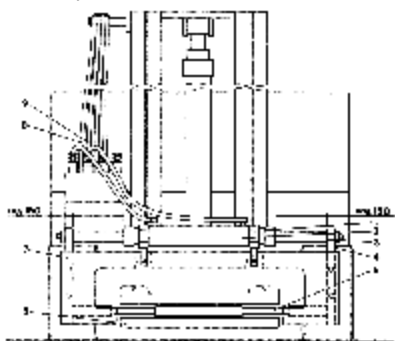


Рисунок 4.196

Устройство состоит из двух кронштейнов 1, гидроцилиндра 2, двух боковин 4, направляющего штока 3, нижней скалки 5, грузовой плиты 7 с опорной плитой 6 для крепления грузозахватных устройств. Подвод рабочей жидкости от гидросистемы погрузчика осуществляют по трубопроводам 8 и 9.

Применение устройства для бокового перемещения повышает маневренность погрузчика, облегчает захват пакета груза, обеспечивает плотную укладку груза в складе, вагоне, автомобиле,

уменьшает время на переработку груза и повышает производительность труда, но снижает номинальную грузоподъемность погрузчика на 15 %.

На рисунке 4.197 показана стрела манипулятора к погрузчику, составленная из двух звеньев.

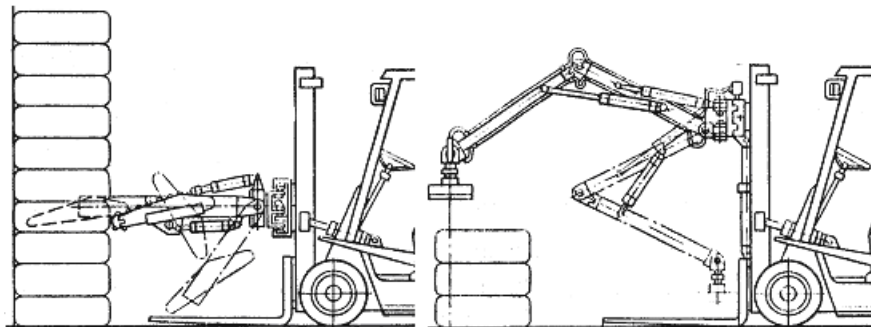


Рисунок 4.197

Она имеет двухшарнирное соединение. Их взаимное перемещение осуществляется под воздействием двух пар гидроцилиндров. При синхронном их движении звенья стрелы перемещаются в вертикальной продольной плоскости, а при асинхронном – происходит поворот звеньев в горизонтальной плоскости. Угол поворота каждого звена – не более  $20^\circ$ . Однако при совместном повороте двух звеньев, поворот всей стрелы составляет до  $40^\circ$ .

Грейфер для лесных грузов с гидроприводом (рисунок 4.198) предназначен для штабелевочно-погрузочных работ с круглым лесом и лесоматериалами. Челюсть грейфера состоит из двух клещей, соединенных между собой балкой. Концы клещей опущены немного вниз, что способствует лучшему заполнению грейфера. Открытие-закрытие челюстей выполняет гидравлический привод.

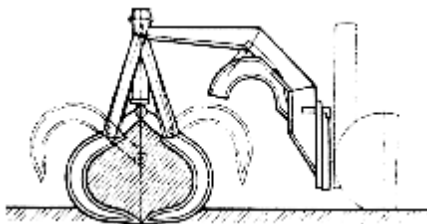


Рисунок 4.198

Захват клещевой для лесных грузов (рисунок 4.199) предназначен для штабелевочно-погрузочных работ с круглым лесом и пакетами пиломатериалов. Он состоит из рамы, трех цилиндров двойного действия и двух лап – верхней, служащей для прижатия груза при транспортировке, и двух нижних вилок для подхвата груза. Лапы поворачиваются на оси, закрепленной к раме. Поворот нижней лапы осуществляется от двух гидроцилиндров, подключенных к гидросистеме параллельно. Поворот верхней лапы производится одним гидроцилиндром, который работает от отдельного золотника.

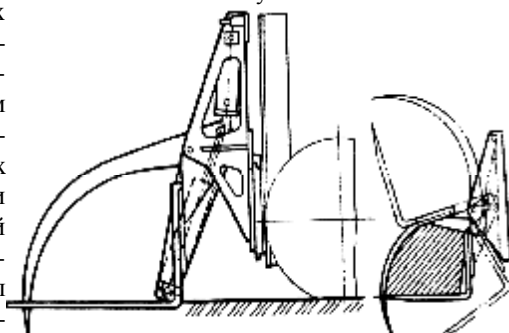


Рисунок 4.199

Крупногабаритные автопогрузчики оборудуются ковшом с нижним центром поворота напорного действия с силовым гидроцилиндром двустороннего действия (рисунок 4.200).

Для заполнения этого ковша грузом необходимо горизонтальное внедрение ковша в штабель с предварительным разгоном

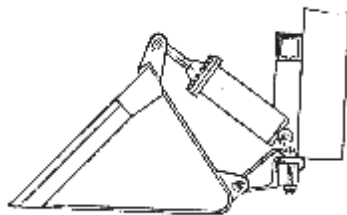


Рисунок 4.200

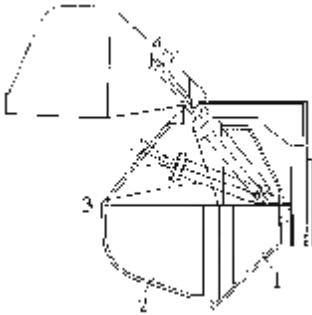


Рисунок 4.201

При опущенной каретке нижняя челюсть принимает такое положение, когда днище параллельно складской площадке и, следовательно, отсутствует пассивный отпор со стороны штабеля при напорном движении погрузчика.

При замыкании челюстей верхняя челюсть захватывает груз, зачерпывая его сверху, подобно грейферу, и после некоторого подъема захват вследствие разности скоростей подъема рамы и грузовой каретки поворачивается вперед относительно нижнего шарнира и принимает положение, допускающее его полную разгрузку после раскрытия челюстей. Однако обеспечить достаточный поворот ковша при разгрузке конструктивно удается не всегда. Поэтому иногда ковш снабжают выгалькивающей стенкой (рисунок 4.202).

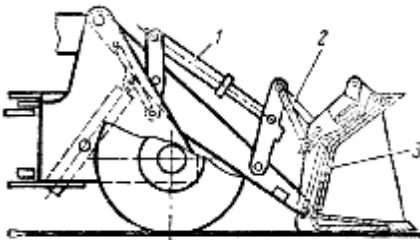


Рисунок 4.202

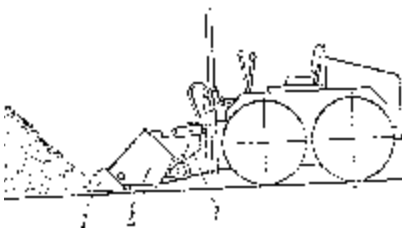


Рисунок 4.203

погрузчика и последующим отрывом от штабеля массы груза при повороте ковша вверх. Лучшие условия зачерпывания груза из штабеля обеспечиваются при ковше с верхним центром поворота бульдозерно-грейферной конструкции (рисунок 4.201), состоящим из шарнирно соединенных нижней напорной 1 и верхней грейферной 2 челюстей. Нижняя челюсть шарнирно подвешена к каретке погрузчика. Челюсти замыкаются и раскрываются при помощи двух параллельно работающих силовых гидроцилиндров 3, расположенных внутри захвата.

Поворачивается он при помощи гидроцилиндра 1 и шарнирно-рычажной системы 2, с которой связана и подвижная задняя стенка 3. При разгрузке ковш расположен горизонтально, что позволяет сократить время рабочего цикла погрузчика.

Особенность зачерпывания груза ковшами напорного действия (рисунок 4.203) – внедрение их в штабель под действием динамических усилий, которые возникают при разгоне погрузчика и приводят к значительным перегрузкам. При этом, как правило, заполняется ковш недостаточно, особенно если грузы уплотненные. Одна из возможностей снизить сопротивление внедрению в сы-

пучий груз – использование в ковше 2 вибрирующей передней кромки 1. Привод ее осуществляется от двигателя 3.

Сменные грузозахватные устройства для одноковшовых погрузчиков устроены аналогично, как и для универсальных погрузчиков.

Схема грейфера для сыпучих грузов с гидроприводом приведена на рисунке 4.204.

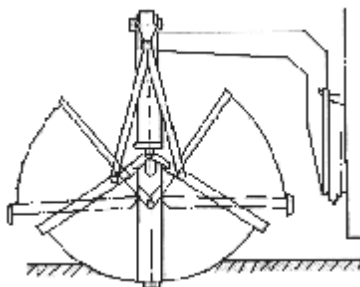


Рисунок 4.204

#### 4.3.4 Устойчивость механических погрузчиков

Устойчивость вилочных электро- и автопогрузчиков имеет важное значение для нормальной их эксплуатации, охраны труда и сохранности грузов. Эти машины часто используются в весьма неблагоприятных условиях их эксплуатации: движение по неровной поверхности площадок; движение по кривым с малым радиусом; при трогании с места и торможении погрузчика; в начале и в конце подъема или при опускании груза; при маневрировании погрузчиком; при подаче груза в штабель значительной высоты и сталкивании его с вил; при максимальном наклоне рамы грузоподъемника в сторону штабеля; при маневрировании автопогрузчика с ковшом, заполненным грузом и поднятым в крайне верхнее положение при наклонном положении грузоподъемника в сторону опрокидывания; при движении погрузчика под уклон и экстренном сильном торможении.

Наиболее опасной операцией по условиям устойчивости считается сталкивание или скатывание круглых грузов с поднятых и наклоненных вперед вилок. Во всех этих случаях на погрузчик, кроме статических, действуют динамические нагрузки, влияющие на его устойчивость.

При работе погрузчиков на открытых площадках опасным является воздействие сильного ветра.

Устойчивость погрузчика обеспечивается до тех пор, пока равнодействующая всех сил, действующих на погрузчик, находится в пределах опорного контура машины, а при выходе за пределы его погрузчик теряет устойчивость.

Аналитически устойчивость погрузчиков рассчитывается аналогично устойчивости кранов, но с учетом специфики их устройства и эксплуатации.

В практике для определения устойчивости вилочных электро- и автопогрузчиков применяется экспериментальный метод на специальном стенде с наклоняемой платформой (рисунок 4.205), которая позволяет изучать силы, действующие на погрузчик во все периоды его работы.



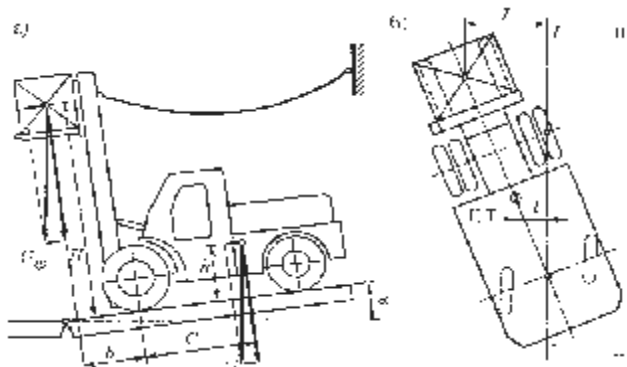


Рисунок 4.205

В ходе статических испытаний имитируется действие продольных сил инерции при торможении погрузчика и центробежных сил, возникающих при его поворотах. На платформу устанавливают погрузчик с заторможенными ходовыми колесами. Показателем устойчивости является предельный угол наклона платформы до начала отрыва от нее соответствующих колес (или колеса) погрузчика, т. е. до начала его опрокидывания. Для предохранения от опрокидывания к погрузчику сверху прикрепляются предохранительные канаты так, чтобы натяжение их не оказывало силового влияния в начальный момент потери устойчивости.

Для фронтальных погрузчиков с противовесом предусматриваются четыре вида испытаний: два на продольную и два на поперечную боковую устойчивость (таблица 4.10). Каждый вид испытаний учитывает устойчивость погрузчика при штабелировании груза и нахождении его в движении.

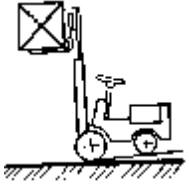

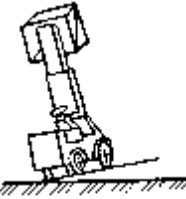

*Продольная устойчивость при штабелировании.* Груз должен быть поднят на максимальную высоту. Положение грузоподъемника – перпендикулярно плоскости опорной платформы. Платформа с погрузчиком наклонена к горизонтальной плоскости.

Опорная линия передних колес погрузчика параллельна оси поворота платформы. Погрузчик в этом положении сохраняет равновесие.

При испытаниях груз принимается соответственно грузоподъемности погрузчика и должен представлять собой однородный куб, ребро которого равно удвоенному вылету центра тяжести груза. На вилах груз устанавливается так, чтобы его центр тяжести находился в средней продольной плоскости погрузчика. Если испытываются погрузчики с высотой подъема груза свыше 3,2 м, у которых по соображениям устойчивости грузоподъемность при подъеме выше указанного уровня должна снижаться, вес груза берется согласно допускаемой величине. При использовании грузозахватных приспособлений испытательный груз берется согласно диаграмме грузоподъемности приспособления.

При наклоне платформы погрузчик удерживается тормозами. Если стояночный тормоз не в состоянии удержать машину, допускается использование других средств, которые не вызывают возникновения дополнительных внешних сил. Перед началом испытаний проверяется давление в пневмошинах погрузчика, которое должно точно соответствовать паспортному значению. Для определения начала наклона погрузчика используют бумажные или тонкие металлические листы, подкладываемые под колеса, которые должны оторваться в первую очередь при наклоне платформы. После начала отрыва колес листы можно свободно двигать.

Таблица 4.10

Номер испытаний	Устойчивость	Выполняемая операция	Нагрузка	Высота подъема	Положение грузопольснника	Угол наклона платформы, %	Установка погрузчика	
I	Продольная	Штабелирование	Минимальный груз	Максимальная	Вертикальное	4		
		Движение		300 мм		18		
III	Поперечная	Штабелирование	Максимальная	Максимальный наклон назад	6			
		Движение						
IV	Движение	Без груза	300 мм					

Требование продольной устойчивости при штабелировании можно получить из уравнения моментов всех сил относительно ребра возможного опрокидывания (рисунок 4.205, а), тогда коэффициент запаса продольной устойчивости при штабелировании получим

$$\kappa_{ш} = \frac{G(c \cos \alpha_1 - h \sin \alpha_1)}{G_{гр} (b \cos \alpha_1 + H \sin \alpha_1)} > 1, \quad (4.42)$$

где  $\alpha_1$  – фактический или полный угол наклона погрузчика.

Вследствие просадки шин передних колес, прогиба рамы грузоподъемника, разгрузки задних колес и рессор погрузчик наклоняется относительно платформы дополнительно на угол  $\Delta\alpha$  (от  $1^\circ$  до  $1^\circ 30'$ ). Большее значение относится к погрузчикам на пневматических шинах при большой высоте подъема.

Полный угол наклона погрузчика

$$a_1 = a + \Delta a. \quad (4.43)$$

*Продольная устойчивость при движении.* Номинальный груз поднят на высоту 300 мм от пола. Грузоподъемник максимально отклонен назад. Платформа наклонена к горизонтальной плоскости на 18 % или  $10^\circ 12'$ . Погрузчик должен сохранять равновесие.

Высота подъема груза 300 мм измеряется до нижней точки груза, вил или другого приспособления над платформой. Испытание имитирует условия, возникающие при неожиданном торможении полностью нагруженного погрузчика, движущегося вперед с максимальной скоростью. При этом условии тормозной путь погрузчика, движущегося со скоростью 12 км/ч, должен быть не более 3 м.

Коэффициент запаса продольной устойчивости при движении можно получить при соблюдении условия

$$\kappa_{дв} = \frac{G(c' - h' \operatorname{tg} \alpha_1)}{G_{гр} (b' + H' \operatorname{tg} \alpha_1)} > 1, \quad (4.44)$$

где  $c'$ ,  $h'$ ,  $b'$ ,  $H'$  – соответствуют положению груза, поднятого на высоту 300 мм от уровня пола, и максимально отклоненной назад раме грузоподъемника;

$$\alpha_1 = 10^\circ 12' + \Delta\alpha. \quad (4.45)$$

*Поперечная устойчивость при штабелировании.* Грузоподъемник максимально отклонен назад. Груз поднят на наибольшую высоту. Погрузчик устанавливается на платформе таким образом, чтобы линия, проведенная через центр заднего управляемого моста и середину переднего приводного колеса, была параллельна оси поворота наклоняемой платформы. Задние управляемые колеса установлены так, чтобы они были параллельны оси поворота платформы с расчетом получения максимального сопротивления скольжению.

Плоскость, на которой устанавливается погрузчик, наклонена к горизонтальной плоскости на 6 % или 3°26'. Погрузчик должен сохранять равновесие.

Коэффициент запаса поперечной устойчивости погрузчика при штабелировании можно получить при соблюдении условия (рисунок 4.205, б)

$$\kappa_{\text{пш}} = \frac{G_{\text{гр}}d + Gl}{(G_{\text{гр}}H + Gh)\text{tg } \alpha_1} > 1, \quad (4.46)$$

где  $d$  и  $l$  – расстояние центра тяжести соответственно груза и погрузчика от линии возможного опрокидывания на горизонтальной площадке (на рисунке 4.205, б I–I – линия опрокидывания, II–II – ось поворота платформы);

$H$  и  $h$  – высота центра тяжести соответственно груза и погрузчика.

Поперечная устойчивость при движении без груза достигается, когда грузоподъемник максимально отклонен назад; вилы подняты на высоту 300 мм. Плоскость, на которой находится погрузчик, должна быть наклонена к горизонтальной плоскости на  $(15 + 1,1 \nu)$  %, где  $\nu$  – максимальная скорость ненагруженного погрузчика, км/ч, но не более 50 % для погрузчиков грузоподъемностью до 5 т и не более 40 % для погрузчиков грузоподъемностью от 5 до 10 т.

Погрузчик устанавливается на платформе, как и в предыдущем случае. В этом положении он должен сохранять равновесие. Это требование может быть выражено коэффициентом запаса поперечной устойчивости погрузчика при движении без груза при соблюдении условия

$$\kappa_{\text{п.дв}} = \frac{Gl}{Gh \text{tg } \alpha_1} > 1. \quad (4.47)$$

Поскольку  $\text{tg } \alpha = 0,15 - 0,011 \nu$ ,

$$\alpha_1 = \arctg (0,15 - 0,011 \nu) + \Delta \alpha. \quad (4.48)$$

Последние два испытания имитируют силы, действующие на погрузчик, при повороте его с грузом и без груза, в результате чего учитывается действие центробежной силы и силы тяжести.

При имитации реальных условий погрузчик устанавливается на платформе так, чтобы линия, соединяющая середину одного из передних колес с серединой задней оси (или задним колесом в трехколесной машине), была параллельна оси наклона платформы. Чтобы погрузчик не сползал при наклоне, его задние колеса устанавливаются параллельно оси платформы. Центробежная сила, действующая на поворачивающийся погрузчик, равна  $\frac{mv^2}{r}$ , где  $m$  – приведенная масса погрузчика с грузом и без груза;  $\nu$  – скорость движения;  $r$  – радиус поворота центра тяжести. Погрузчик будет устойчив при повороте, когда

$$\frac{mv^2}{r} \leq mg \operatorname{tg} \alpha. \quad (4.49)$$

Из этого соотношения:  
 скорость движения

$$v \leq \sqrt{rg \operatorname{tg} \alpha}; \quad (4.50)$$

радиус поворота

$$r \geq \frac{v}{g \operatorname{tg} \alpha}; \quad (4.51)$$

угол наклона платформы

$$\alpha \geq \operatorname{arctg} \frac{v^2}{rg}. \quad (4.52)$$

Угол  $\alpha$  определяет скорость, при которой погрузчик остается устойчивым при повороте на заданном радиусе. Можно также найти угол  $\alpha$ , который необходимо достичь в процессе испытаний, чтобы погрузчик был устойчив при указанной скорости и радиусе поворота.

Для погрузчиков, работающих в узких проходах с выдвинутой грузо-подъемной рамой, кроме приведенных испытаний, проводятся испытания проверки задней продольной устойчивости погрузчика при штабелировании с грузом и без груза, а также испытание, имитирующее условия, возникающие при неожиданном торможении порожнего погрузчика, движущегося назад с максимальной скоростью. Наклон платформы при этом испытании определяется по формуле  $(15 + 0,5 \alpha + 1,55 v) \%$ , где  $\alpha$  – максимальный уклон, %, преодолеваемый погрузчиком. Установка на платформе погрузчиков для работы в узких проходах при испытаниях продольной устойчивости производится аналогично фронтальным погрузчикам, а при испытаниях боковой устойчивости зависит от конструкции ходовой части и устанавливается так, что ось возможного опрокидывания погрузчика параллельна оси наклона платформы.

#### 4.3.5 Производительность механических погрузчиков

Производительность вилочных и одноковшовых погрузчиков зависит от количества груза  $G_{\text{гр}}$ , т или  $\text{м}^3$ , перемещаемого за один цикл погрузчика, и количества циклов  $c$ , которое он сделает в течение 1 ч. Техническая производительность

$$П = G_{\text{гр}} c. \quad (4.53)$$

Для сыпучих и кусковых грузов

$$G_{\text{гр}} = \psi V_{\text{к}} \gamma, \quad (4.54)$$

где  $\psi$  – коэффициент заполнения ковша;

$V_{\text{к}}$  – вместимость ковша,  $\text{м}^3$ ;

$\gamma$  – объемная масса груза,  $\text{т}/\text{м}^3$ .

Количество циклов, выполняемое погрузчиком в течение часа,

$$c = \frac{3600}{\varphi \sum_{i=1}^n t_{Mi} + t_B}, \quad (4.55)$$

где  $\varphi$  – коэффициент совмещения отдельных операций цикла по времени; принимается примерно 0,85;

$t_{Mi}$  – машинное время, затрачиваемое на отдельные операции, с;

$t_B$  – время, затрачиваемое на вспомогательные операции, с.

Время, затрачиваемое на отдельные операции, выполняемые вилочным погрузчиком, складывается из времени:

на наклон грузоподъемной рамы вперед;

захват груза и подъем его на высоту до 300 мм или опускание до высоты транспортного положения и наклон рамы назад до отказа (примерно 10...15 с);

разворот погрузчика с грузом и без него (при развороте на  $90^\circ$  это время равно 6...8 с и на  $180^\circ$  – 10...15 с);

передвижение погрузчика со скоростью  $v_{гр}$  с грузом и без него  $v_{п}$ ;

преодоление расстояния  $L_{п}$  с учетом разгона и замедления  $t_{рз}$ ;

$$t_{п} = \frac{L_{п}}{v_{гр}} + \frac{L_{п}}{v_{п}} + 2t_{рз}; \quad (4.56)$$

подъем груза со скоростью подъема  $v$  на необходимую высоту  $H_{п}$  с учетом разгона и замедления:

$$t_{н} = \frac{H_{п}}{v} + t_{рз}; \quad (4.57)$$

штабелирование груза (5...8 с);

отклонение грузоподъемной рамы назад без груза (2...3 с);

опускание каретки с вилами в нижнее положение (определяется, как и на подъем, с учетом скорости опускания);

суммарное время, затрачиваемое на управление погрузчиком между операционными интервалами (6...8 с).

Аналогично определяется цикл погрузчика при взятии груза из штабеля и погрузка в вагон или автомобили.

При определении длительности цикла одноковшового погрузчика с передней загрузкой и задней разгрузкой время заполнения ковша составляет примерно 10...15 с, подъема ковша в транспортное положение – 8...10 с, поворота ковша на разгрузку – 6...10 с. Общая длительность рабочего цикла одноковшового погрузчика (при наиболее удобном расположении автомашины для погрузки в непосредственной близости от места зачерпывания) в среднем составляет: 25...30 с – для погрузчиков с задней разгрузкой ковша; 30...40 с – для погрузчиков с передним расположением ковша и боковой его разгрузкой; 50...70 с – для фронтальных погрузчиков на пневмоколесном ходу и 60...80 с – для фронтальных погрузчиков на гусеничном ходу.

## 4.4 Тележки, подъемники, механические лопаты, канатно-скреперные установки

### 4.4.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия тележек

Грузовые тележки предназначены для горизонтального межоперационного перемещения сырья, материалов, готовой продукции в цехах и на складах. Тележки рассчитаны для перевозки грузов небольшой массы, небольшими партиями и на короткие расстояния. Их размеры обеспечивают хорошую проходимость в складах между стеллажами и штабелями.

Тележки изготовляют самоходными и несамоходными. Самоходные тележки имеют электрический привод передвижения (аккумуляторные и троллейные) от двигателя внутреннего сгорания (автотележки) и от двигателя сжатого воздуха или газа (пневмотележки).

В конструкционном отношении тележки различают: с жесткой высокой или низкой платформой, служащей для укладки на нее груза; с подъемной платформой для укладки груза на специальные низкие столики или стеллажи, подъезжая под которые тележка поднимает их с грузом, и после перемещения грузевого столика к месту хранения платформа с грузовым столиком опускается, столик устанавливается на пол, а тележка освобождается для перемещения следующего столика, с подъемным вилочным захватом для перемещения грузов, предварительно уложенных на поддоны или сформированных в специальные пакеты, перемещаемые тележкой, и малогабаритные тягачи для перевозки груза только на прицепных тележках.

Схема классификации тележек приведена на рисунке 4.206.

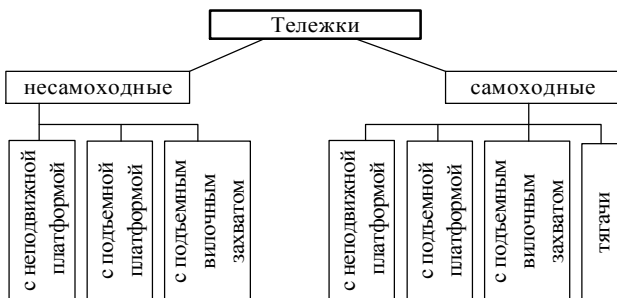


Рисунок 4.206

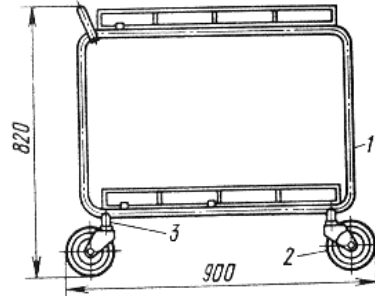
Грузовые несамоходные тележки (рисунок 4.207) с неподвижной платформой предназначены для транспортирования тарно-штучных грузов. Ее можно использовать в качестве грузонесущего органа на грузоведущих цепных конвейерах. Конструкция тележки может предусматривать установку сменной транспортной технологической оснастки (этажерки-стола, этажерки со съёмными полками, этажерки с откидными полками, бункера, стеллажи и т. д.). Тележка имеет четыре колеса, два из которых – на поворотных кронштейнах.

Грузовая самоходная тележка с подъемной платформой (рисунок 4.208) предназначена для перевозки, подъема и опускания различных грузов. Она состоит из рамы, сваренной из труб, подъемной платформы и ручного привода. Рама тележки опирается на четыре обрешиненных колеса: два задних – поворотных, два передних – неповоротных. При помощи цепной передачи платформа может перемещаться по вертикальным направляющим рамы вверх и вниз.

Ручная самоходная тележка с подъемными вилами (рисунок 4.209) предназначена для механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных операций с контейнерами и пакетами на стандартных поддонах в местах, где невозможно применение погрузчиков (малый радиус поворота, узкие проходы и т. д.).

Подъем и транспортирование осуществляются следующим образом. Оператор подкатывает тележку к пакету с грузом таким образом, чтобы грузовые вилы зашли под основание поддона или типовую производственную тару. При движении рукоятки управления вниз-вверх с помощью гидропривода вилы перемещаются вверх. Оператор двигает рукоятку управления до тех пор, пока вилы с грузом не поднимутся на необходимую высоту. Затем грузовой пакет транспортируется по назначению. Для опускания вилок с грузом оператор нажимает ногой на педаль.

Самоходные тележки с неподвижной платформой (рисунок 4.210) применяются преимущественно для перемещения тарно-штучных грузов между пунктами, имеющими подъемно-транспортное оборудование для механизации погрузки и разгрузки. Они часто дооборудуются поворотным краном.



1 – полка; 2 – обрешиненное колесо; 3 – вертлюг

Рисунок 4.207

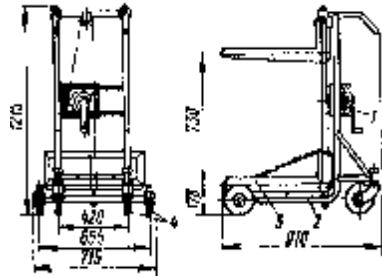
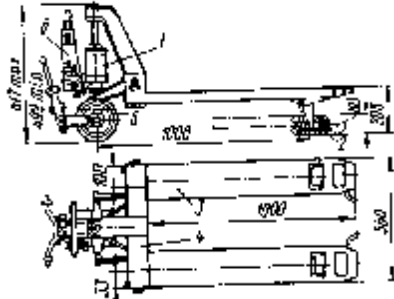


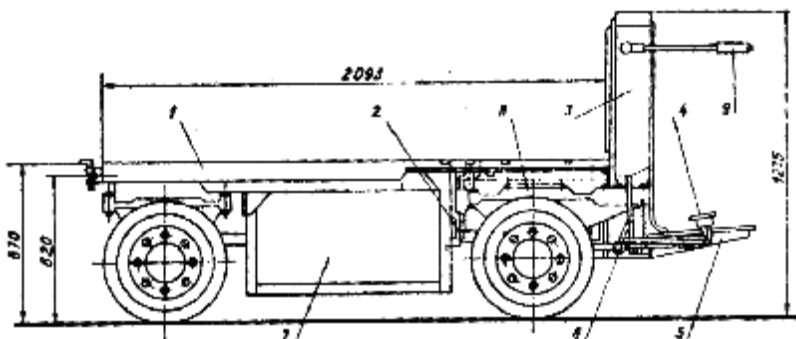
Рисунок 4.208



1 – гидропривод; 2 – поворотное колесо; 3 – вилы; 4 – подъемная рама; 5 – задний каток; 6 – водило

Рисунок 4.209

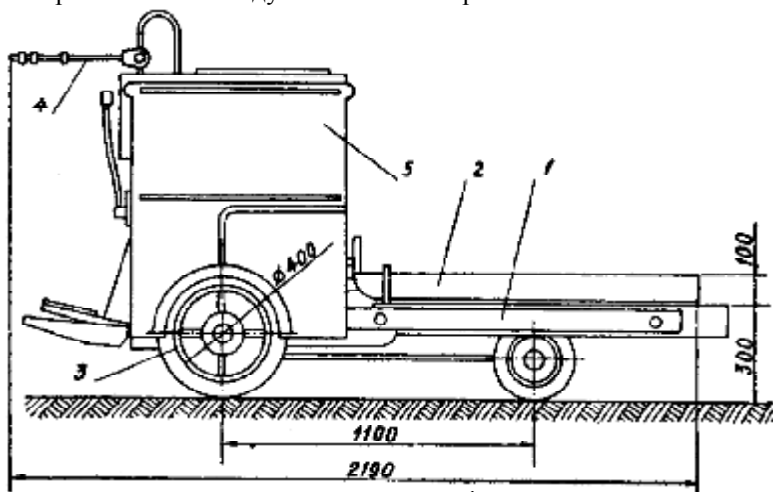




- 1 – рама; 2 – штепсельная розетка (для зарядки); 3 – стойка; 4 – педаль тормоза;  
 5 – подножка водителя; 6 – тяга; 7 – батарея; 8 – тяговый электродвигатель;  
 9 – рукоятка управления

Рисунок 4.210

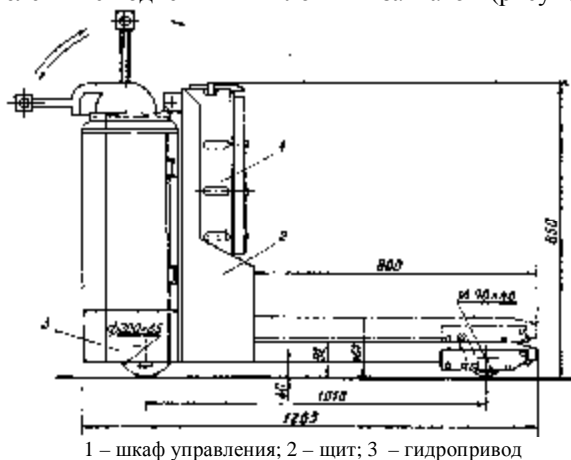
Самоходные тележки с подъемной платформой (рисунок 4.211) используются для перевозки внутризаводских контейнеров на ножках высотой 350 мм и расстоянием между ножками по ширине 800 мм.



- 1 – рама; 2 – подъемная платформа; 3 – ведущие колеса; 4 – рукоятка рулевого управления; 5 – аккумуляторная батарея

Рисунок 4.211

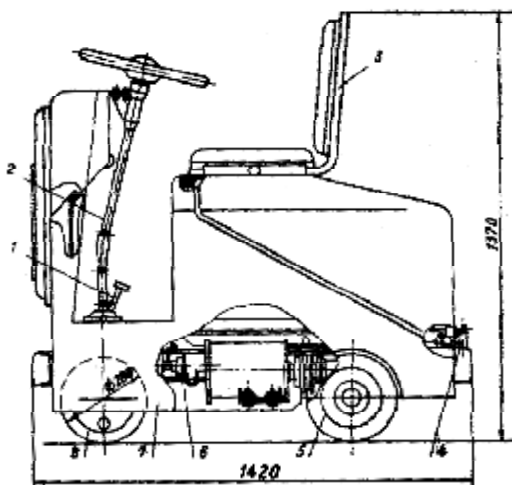
Для перевозки грузов на однонастильных поддонах используются самоходные тележки с подъемным вилочным захватом (рисунок 4.212).



1 – шкаф управления; 2 – щит; 3 – гидропривод

Рисунок 4.212

При дальности транспортировки более 500 м и массовых грузопотоках при доставке грузов на склады, оборудованные подвесными кранами, экономически целесообразнее применять проездные составы из тягачей (рисунок 4.213) и прицепных тележек.



1 – педаль тормоза; 2 – рулевое управление; 3 – сидение водителя; 4 – сцепное устройство;  
5 – ведущее колесо; 6 – электродвигатель; 7 – рама; 8 – переднее колесо

Рисунок 4.213

Электро- и автотягачи имеют устройство, аналогичное тележкам, но у них отсутствует платформа для укладки груза. При помощи более мощного тягового двигателя они развивают тяговое усилие до 10 кН, необходимое для перемещения прицепных тележек. Тягачи имеют большой сцепной вес и радиус действия за счет более мощных аккумуляторных батарей и большего запаса горючего. Скорость перемещения электротягачей – 8...10 км/ч и автотягачей – 10...20 км/ч.

Производительность определяется по формулам (4.53)–(4.57) с поправкой времени выполнения технологических операций, входящих в цикл работы соответствующей тележки.

#### 4.4.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия подъемников

Подъемниками называются машины периодического действия, у которых рабочий орган – клеть или ковш – перемещается в вертикальном направлении или близком к нему наклонном.

Подъемники применяют на промышленных предприятиях, в жилых многоэтажных домах и на строительных площадках.

Схема классификации подъемников приведена на рисунке 4.214.

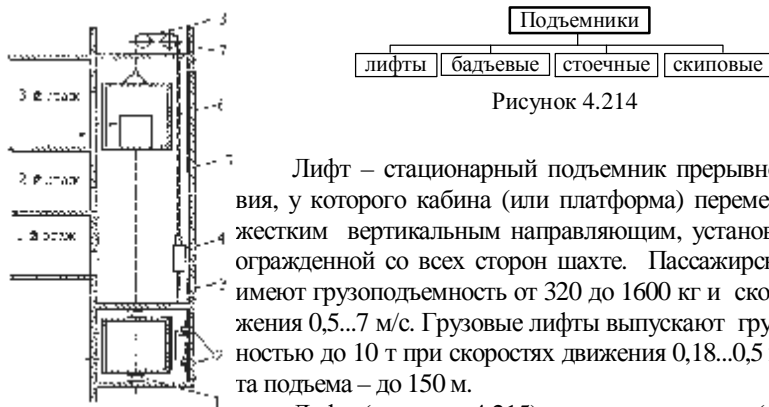


Рисунок 4.215

Рисунок 4.214

Лифт – стационарный подъемник прерывного действия, у которого кабина (или платформа) перемещается по жестким вертикальным направляющим, установленным в огражденной со всех сторон шахте. Пассажирские лифты имеют грузоподъемность от 320 до 1600 кг и скорость движения 0,5...7 м/с. Грузовые лифты выпускают грузоподъемностью до 10 т при скоростях движения 0,18...0,5 м/с. Высота подъема – до 150 м.

Лифт (рисунок 4.215) состоит из клетки (кабины) 6, подвешенной при помощи траверсы на канатах 5 и передвигающейся вертикально в направляющих рельсах 1. Подъем клетки производится лебедкой 8, устанавливаемой на верху (внизу) шахты 3. Канаты огибают канатоведущий барабан и направляющие шкивы 7. Число канатов зависит от грузоподъемности лифта (2, 4). Для уменьшения нагрузки электродвигателя лебедки кабина и половина номинальной массы груза уравниваются противовесом 4, который подвешен к канатам и перемещается в на-

правляющих 2. При подъеме груза противовес опускается, а при опускании кабины – поднимается.

Стоечный подъемник (рисунок 4.216) состоит из стойки 1 (несущей конструкции), по которой движется грузовая платформа 2, соединенная гибким элементом с лебедкой 4. Гибкий элемент перекинут через отклоняющий блок 3. В этих подъемниках несущая конструкция имеет направляющие для грузовой платформы. Такие подъемники используют как строительные или подъемники-вышки. Грузоподъемность 0,5...1,5 т при скорости движения площадки 1,0...1,5 м/с.

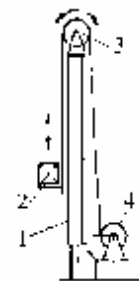


Рисунок 4.216

Подъемники для погрузочно-разгрузочных работ отличаются широким разнообразием. Для подъема сыпучих и кусковых грузов используются скиповые и бадьевые подъемники, которые могут быть стационарными и передвижными. Стационарные скиповые подъемники (рисунок 4.217, а) используют для подъема угля, руды, порожней породы на поверхность из вертикальных или крутонаклонных шахт. Ковш 1 передвигается по направляющим рамы 2 с помощью подъемного каната 3, проходящего через направляющий блок 4 и наматываемого на барабан лебедки 5. Чтобы уменьшить расход энергии при подъеме ковша, канат снабжен противовесом, масса которого равна массе ковша и половине массы груза. Подъемник в этом случае называется уравновешенным. Чтобы повысить его производительность, вместо противовеса можно подвесить второй ковш, который служит противовесом и одновременно устраняет порожний рейс в общем цикле работы подъемника. Такие подъемники, как правило, разгружаются автоматически опрокидыванием ковша или раскрытием его днища или стенок у места разгрузки.

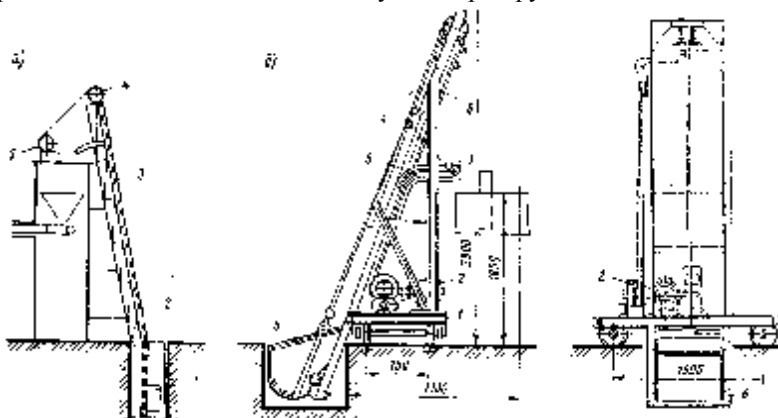


Рисунок 4.217

На складах угля и строительных материалов используют передвижные скиповые подъемники (рисунок 4.217, б). Их монтируют на самоходной тележке, передвигающейся по железнодорожному пути. Ковш 6 саморазгружается благодаря наклону направляющей колеи 5, по которой движется передняя пара катков 3. В это же время задняя пара катков 4 продолжает движение по внешней направляющей колес. В результате скип опрокидывается и освобождается от груза. Привод 2 подъемника может быть расположен как в верхней части, так и внизу на тележке. Высота подъема груза у передвижных скиповых подъемников 4 м, а у стационарных – 100 м и более. Вместимость ковшей – от 0,5 до 5,0 м<sup>3</sup>, скорость подъема ковшей – 0,3...5,0 м/с.

Бадьевые подъемники отличаются от скиповых тем, что в них вместо ковша применяют емкости цилиндрической формы, называемые бадьями. Разгрузка их, как правило, производится не опрокидыванием, а раскрытием днища.

Механические лопаты служат для выгрузки из вагонов или кузовов автомобиля легкосыпучих и порошкообразных грузов.

Механические лопаты могут быть стационарными и передвижными, одинарными, сдвоенными. Схема классификации механических лопат приведена на рисунке 4.218.

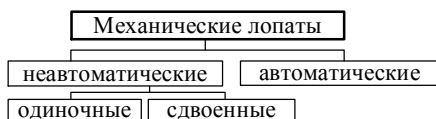


Рисунок 4.218

Механическая лопата представляет собой лебедку с одним или двумя барабанами 1 (рисунок 4.219), приводимыми от электродвигателя. На барабан лебедки наматывается канат 2, на конце которого закреплен

разгрузочный щит-скребок 4. При наматывании каната на барабан скребок, удерживаемый в нужном положении рабочим, перемещается вместе с грузом к дверному проему вагона или к открытому борту автомобиля. Обратный ход порожнего щита осуществляется усилием рабочего. Нужное направление движения каната обеспечивается направляющими блоками 3. Сдвоенной лопатой можно разгружать одновременно два автомобиля (рисунок 4.220) или вагон (рисунок 4.221).

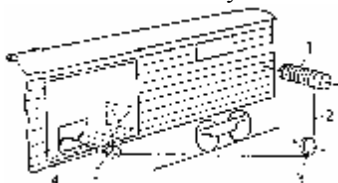


Рисунок 4.219

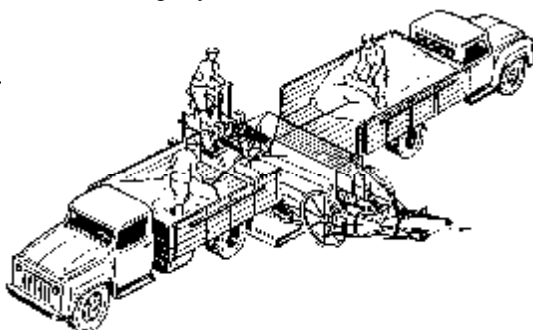


Рисунок 4.220

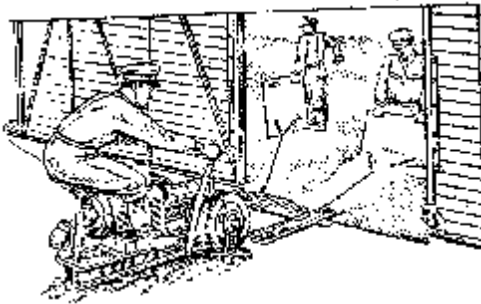


Рисунок 4.221

Автоматическая лопата (рисунок 4.222) устанавливается у приемной воронки ларя около разгрузочного пути. Состоит лопата из опорной колонны 1, поворотного кронштейна 2, на конце которого шарнирно укреплена раздвижная стрела 3, заканчивающаяся скребком 4. Стрела может складываться и раздвигаться, а скребок – подниматься и опускаться. Лопата имеет электрический привод. Работает следующим образом. После того как откроют дверь вагона и дверной проем освободят от заграждающего щита, включают привод автоматической лопаты. Кронштейн лопаты поворачивается к двери вагона, раздвижная стрела вводится внутрь кузова и начинает растягиваться по направлению к торцевой стенке до тех пор, пока скребок не дойдет до откоса груза. Встретив препятствие для дальнейшего движения, скребок автоматически опускается, врезаясь в толщу груза, а раздвижная стрела начинает складываться, перемещая скребок, который выгребает груз из вагона через двери в приемную воронку ларя. В крайнем сжатом положении у дверного проема вагона стрела автоматически переключается на обратный ход и начинает растягиваться для захвата следующей порции груза.

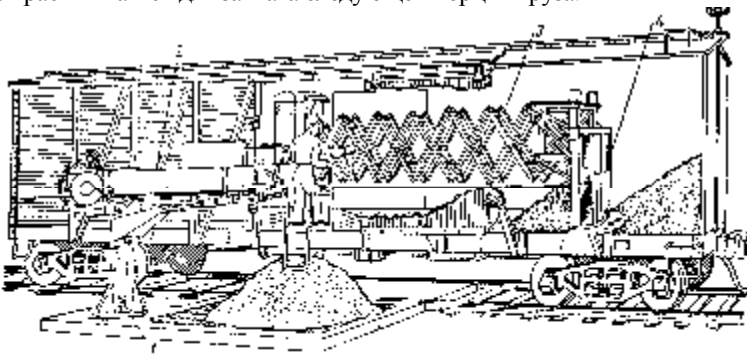


Рисунок 4.222

Производительность односкрепковой механической лопаты определяют по формуле

$$P_{л} = \frac{q_c - (v_{раб} + v_x)}{4L_{ср}}, \quad (4.58)$$

где  $q_c$  – средняя масса груза, перемещаемого за один ход скребка;  
 $v_{раб}$ ,  $v_x$  – скорость движения скребка при рабочем и холостом ходе;  
 $L_{ср}$  – среднее расстояние перемещения скребков в вагоне.

#### 4.4.3 Назначение, устройство, принцип действия канатно-скреперных установок

Для перемещения на складах сыпучих грузов, допускающих размельчение и дробление кусков, часто применяют скрепер – рабочий орган (ковш) канатно-скреперных установок (рисунок 4.223).

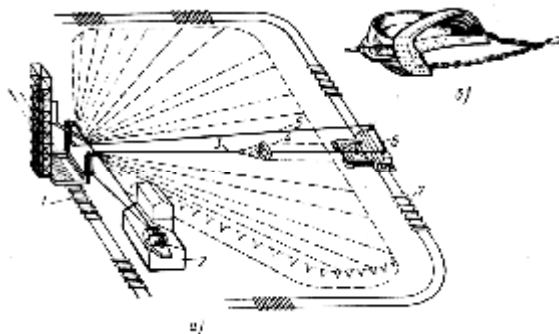


Рисунок 4.223

Установка состоит из ковша 4, двухбарабанной лебедки 2, головной станции с направляющими блоками 1, хвостовой станции с направляющими блоками 6, путей склада 7 для перемещения хвостовой станции, холостой 5 и рабочей 3 ветвей каната.

Скреперные установки применяют на открытых и закрытых складах для транспортирования песка, гравия, золы и других грузов.

Установка работает следующим образом. При включении рабочего барабана лебедки 2 рабочая ветвь каната 3 передвигает ковш 4 к бункеру у головной станции 1. Ковш (рисунок 4.223, б), двигаясь открытой стороной вперед, врезается в груз, захватывает и транспортирует его. При включении рабочего барабана и холостого хода ковш движется в обратном направлении без груза. Передвигая хвостовую станцию, можно разгрузить всю территорию склада. Производительность установки 50...100 т/ч. Груз перемещается в среднем на расстояние 60...70 м.

## **4.5 Вагонопрокидыватели, автомобилеразгрузчики, инерционные вагоноразгрузочные машины**

### **4.5.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия вагонопрокидывателей**

Вагонопрокидыватели предназначены для выгрузки из вагонов сыпучих и кусковых грузов путем наклона или поворота вагона в соответствующее положение с применением иногда дополнительных устройств, способствующих высыпанию груза.

В зависимости от способа поворота и типа разгружаемых вагонов различают следующие типы вагонопрокидывателей:

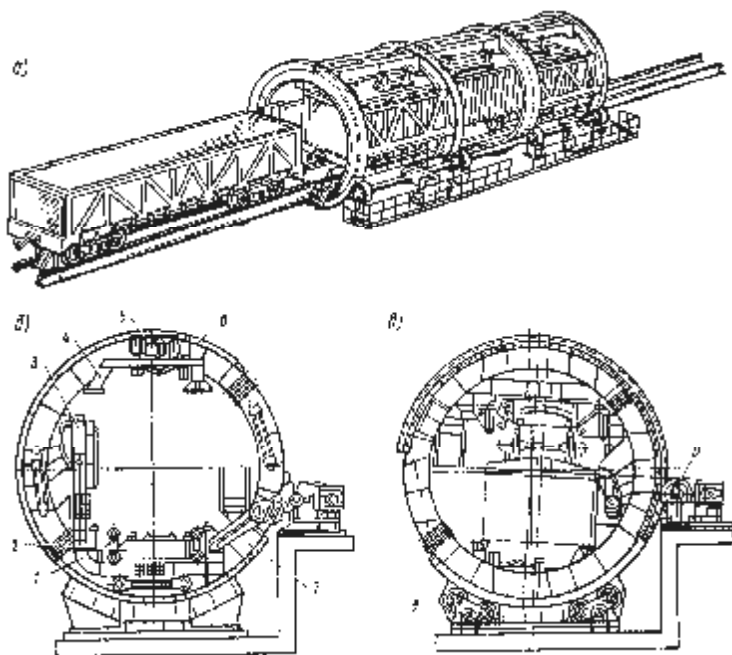
- роторные – с поворотом вагона на  $160...170^\circ$  относительно продольной геометрической оси, проходящей через боковую стенку;
- мостороторные – с поворотом вагона на  $160...170^\circ$  путем перекатывания ротора с вагоном по мосту и выгрузкой груза через боковую стенку;
- боковые – с поворотом вагона на  $160...170^\circ$  относительно продольной оси, расположенной сбоку значительно выше уровня рельсового пути и продольной оси вагона, и высыпанием груза через боковую стенку;
- башенные – с подъемом и поворотом вагона на  $160^\circ$  относительно продольной оси вагона с выгрузкой через боковую стенку;
- торцовые – с поворотом вагона на  $50...70^\circ$  относительно поперечной оси, при котором высыпание груза происходит через откидную торцовую стенку вагона;
- комбинированные – с поворотом крытого вагона в разных направлениях относительно продольной и поперечной осей вагона;
- платформоопрокидыватели – с поворотом на  $50...70^\circ$  в боковом направлении.

По способу обслуживания разгрузочного фронта различают стационарные и передвижные вагонопрокидыватели.

Наибольшее распространение получили роторные вагонопрокидыватели (рисунок 4.224), применяемые для выгрузки угля, руды и других сыпучих грузов из четырех-, шести- и восьмиосных полувагонов колеи 1520 мм.

Роторный вагонопрокидыватель состоит из ротора 7, люльки 1, подвешенного на вертикальных тягах моста-платформы 2, опорных роликов 8, привода вращения ротора вагонопрокидывателя 9. Ротор имеет четыре кольцевых диска, связанных между собой продольными трубчатыми фермами и верхними балками с подвешенными к ним вибраторами 5. Каждый из этих четырех дисков опирается круговыми бандажами 6 на две двухроликовые балансирные опоры. Рядом с бандажами на диске укреплены зубчатые венцы, находящиеся в зацеплении с шестернями ведущего вала электропривода.





*a* – общий вид; *б* – ротор в исходном положении;  
*в* – ротор в положении разгрузки

Рисунок 4.224

В роторе расположены две люльки, основная несущая часть которых имеет форму изогнутой рамной конструкции. В каждой люлке установлена проволочная стенка, армированная резиной толщиной 100 мм. Обе люльки соединены между собой средней проволочной стенкой.

Мост подвешен к люльке на тросах, что обеспечивает при повороте ротора привалку вагона к стенкам люльки. На этих же тросах предусмотрена установка тензометрических датчиков для взвешивания вагонов.

В начальный период поворота ротора происходит смещение моста с вагоном в поперечном направлении до упора боковой стенки вагона в привалочную стенку. Далее люлька под действием силы тяжести, направляемая роликами, перемещается с вагоном к упорам 4 вибраторов. В опрокинутом положении полувагон полностью опирается на вибраторы и привалочную стенку. После включения вибраторов происходит очистка полувагона от остатков груза. На вагоноопрокидывателе установлены три вибратора с мощностью двигателя по 11 кВт. Два электродвигателя поворота имеют мощность по 48 кВт каждый. Общая масса вагоноопрокидывателя 220 т, часовая производительность 30 четырех- или шестиосных полувагонов или 25 восьмиосных.

На рисунке 4.225 приведен передвижной мостороторный вагоноопрокидыватель, базой которого служит мост, составленный из четырех или шести балок 1, опирающихся на тележки 4. На балках моста находится ротор 2 с рельсовой колеей, люлькой, привалочной стенкой, верхними зажимами и блочно-канатным приводом вращения. К передней и задней балкам шарнирно примыкают наклонные въезд 3 и съезд, предназначенные для накатывания и последующего выкатывания вагонов из ротора. Управление производится из кабины 5.

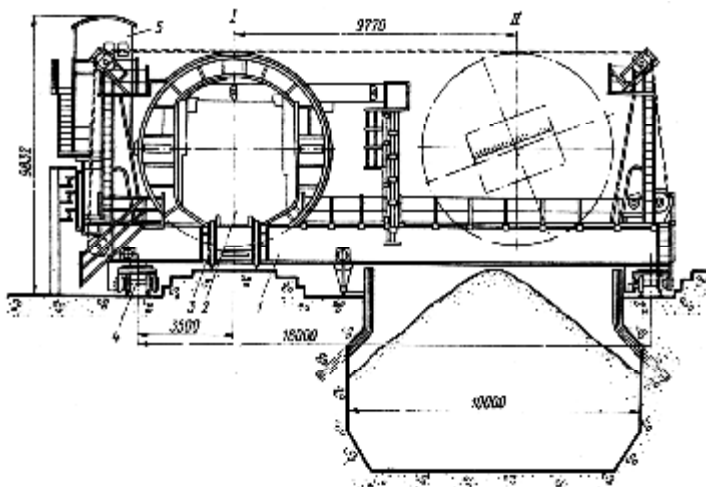


Рисунок 4.225

В процессе выгрузки опрокидывание вагона достигается тем, что ротор перекачивается по направляющим балкам моста из положения I в положение II на угол  $160^\circ$  над приемной траншеей. Основным недостатком этого типа вагоноопрокидывателей – это большой расход металла и недостаточная надежность канатного привода, особенно при работе в зимних условиях. Общая масса 445 т, часовая производительность 25 вагонов.

Боковые подъемно-поворотные вагоноопрокидыватели изготавливают стационарные (рисунок 4.226) и передвижные (рисунок 4.227). Стационарный состоит из двух закрепленных на валу фигурных роторов 5, двух люлек 1, к

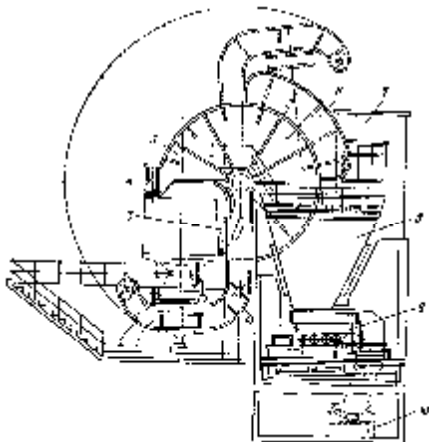


Рисунок 4.226

которым на тягах подвешены платформы 2, электропривода механизма опрокидывания и четырех опорных колонн с подшипниками. На подшипники колонн опираются валы роторов, связанные между собой эластичной муфтой.

Люльки снабжены привальными стенками 3 и верхними прижимами 4. Подвеска платформы и связь люлек с роторами выполнены также, как и в стационарном роторном вагоноопрокидывателе. Поворотная часть вагоноопрокидывателя частично уравновешена противовесами 6.

Поворот роторов осуществляется от двух отдельных приводов мощностью по 100 кВт каждый. Пульт управления расположен в кабине 7.

Для выгрузки груза из полувагона роторы поворачивают на  $170...175^\circ$ , и груз выгружается на высоте 7 м над уровнем земли, что позволяет обойтись без глубоких приемков, устраиваемых при использовании роторных вагоноопрокидывателей для размещения приемных бункеров и конвейеров. Груз из вагона поступает в приемный бункер 8, откуда питателем 9 подается на конвейер 10. По сравнению с роторным боковой вагоноопрокидыватель имеет большую массу и стоимость изготовления в два раза выше, чем у роторного. Производительность – 20 вагонов в час.

Передвижной боковой вагоноопрокидыватель имеет такую же конструкцию, как и стационарный, но он установлен на специальную платформу, перемещающую его вдоль фронта разгрузки. Вагоны подаются в люльку вагоноопрокидывателя и убираются по специальным накатам.

Башенные вагоноопрокидыватели (рисунок 4.228) устанавливаются на металлургических заводах на рудных дворах и служат для выгрузки руды и угля из четырех- и шестисосных полувагонов.

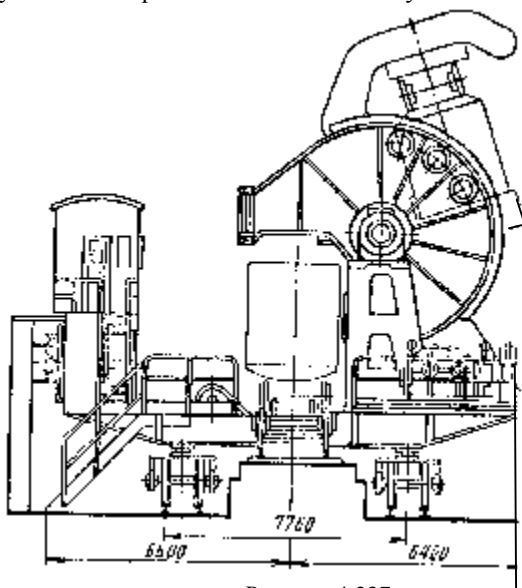


Рисунок 4.227

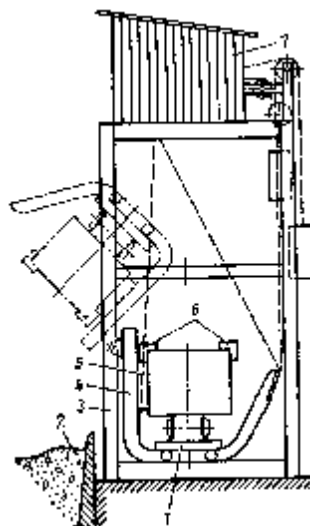


Рисунок 4.228

Башенный вагоноопрокидыватель состоит из передвижного самоходного или стационарного портала 3, внутри которого размещена люлька 4 с подвесной платформой 1, несущей рельсы для установки разгружаемого вагона. Люлька подвешена на двух цапфах к колоннам портала со стороны приемной траншеи.

Портал передвижного вагоноопрокидывателя опирается на восемь приводных балансирных тележек. К portalу примыкают с двух сторон наклонные пути для подачи вагонов в люльку и уборки их после выгрузки. Люлька с подвесной платформой оборудована стопорными устройствами 6 для закрепления вагона. В верхней части портала в кабине 7 размещена подъемная лебедка механизма опрокидывания, а также система канатов и противовесов. Концы канатов и лебедки закреплены на люльке.

При включении лебедки люлька поднимается канатами и поворачивается относительно цапфы. Как только люлька повернется на  $10...15^\circ$ , платформа 1 с установленным на ней груженым вагоном переместится в сторону прибалочных брусьев 5, закрепленных на вертикальной стенке люльки. После этого автоматически включается привод вертикальных зажимов, а затем и привод подъема: люлька опрокидывается в сторону приемной траншеи 2, куда и высыпается содержимое вагона. После этого люлька возвращается в исходное положение, зажимы отключаются и вагон выгалькивается из люльки. Противовесы понижают степень статической неуравновешенности люльки с груженым вагоном. Угол поворота люльки  $160^\circ$ , производительность 20 вагонов в час, общая мощность электродвигателей 530 кВт, масса 667 т.

Торцовый вагоноопрокидыватель (рисунок 4.229) состоит из поворотной платформы 1, привода 2 с канатным полиспастом, расположенным в углублении 3. При разгрузке полувагон упирается в буферный брус 5. Груз сыпается в приемный бункер 4 через торцовую стенку. Применяются эти вагоноопрокидыватели для выгрузки груза из полувагонов западноевропейской колеи, у которых открываются торцовые стенки. По конструкции торцовые вагоноопрокидыватели просты, надежны в эксплуатации, но требуют значительной затраты энергии вследствие неуравновешенности платформы с вагоном относительно оси поворота. Производительность – до 20 вагонов в час.

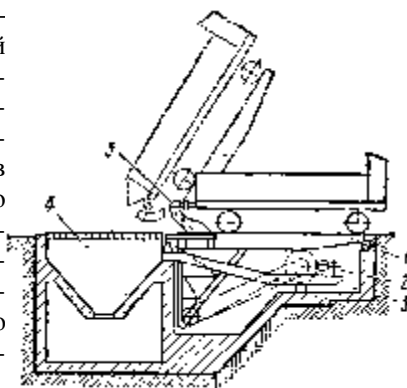


Рисунок 4.229

Комбинированные вагоноопрокидыватели предназначены для выгрузки из крытых вагонов хорошо сыпучих сухих грузов. Машина состоит из мос-

та 1 (рисунок 4.230), поддерживающего всю верхнюю конструкцию вагоноопрокидывателя. Средняя часть моста двумя боковыми цапфами опирается на подшипники, установленные на металлических колоннах 2. Снизу к

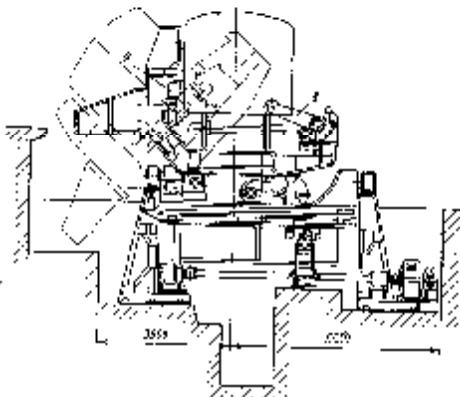
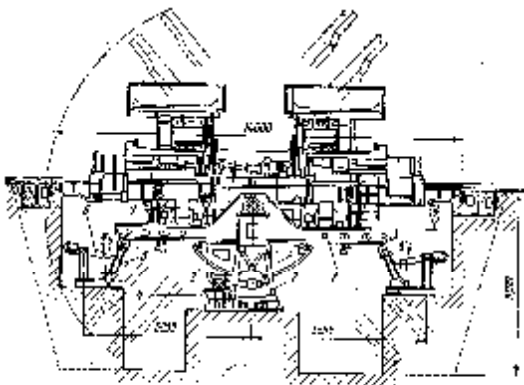


Рисунок 4.230

мосту крепится секторный зубчатый венец 3, находящийся в зацеплении с шестерней привода 4 торцового опрокидывания. В нерабочем состоянии при накатывании вагона и его закреплении мост опирается также на два концевых рычажных роликовых упора 5. Перед началом торцового опрокидывания каждый из них отклоняется в сторону при помощи винтового механизма 6. На мосту расположен привод 7 бокового опрокидывания люльки. Вагон с помощью зажима 8 зажимается клеммами за концевые балки, расположенные с противоположных торцовых стен. Привалочная стена 9 перемещается до упора в вагон при помощи винтового механизма. После вкатывания вагона на люльку, открытия двери и уборки дверного щита включают механизм пере-

мещения привалочной стенки и, кроме того вагон зажимается клеммами. Сначала его наклоняют набок до  $50^\circ$ , а затем последовательно делают два-три торцовых наклона на  $50^\circ$ . Порожний вагон возвращают в исходное положение и выгалькивают из опрокидывателя следующим за ним груженым вагоном. Масса вагоноопрокидывателя 90 т, производительность 10 вагонов в час.

Передвижной боковой платформоопрокидыватель (рисунок 4.231) используют для разгрузки платформ на одну или обе стороны от железнодорожного пути. Платформа накатывается на опрокидыватель по наклонным рельсовым звеньям 1. Платформа с грузом закрепляется специальными упорами 2 на опрокидной платформе 3 опрокидывателя, которая наклоняется на  $50^\circ$ . Мощность установленных электродвигателей 125 кВт, производительность 10...12 платформ в час.

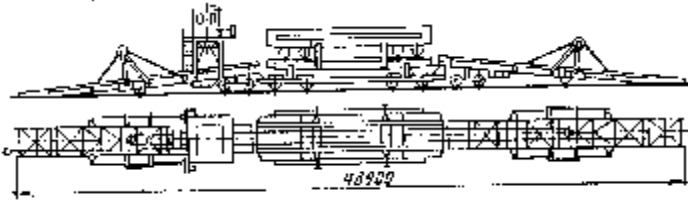


Рисунок 4.231

#### 4.5.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия автомобилеразгрузчиков

Выгрузка грузов из бортовых автомобилей и автопоездов осуществляется автомобилеразгрузчиками путем наклона автомобиля или прицепа в сторону заднего или бокового борта до положения, при котором сыпучие грузы, находящиеся в кузове, под действием силы тяжести приходят в движение и разгружаются в приемный бункер.

Схема классификации автомобилеразгрузчиков приведена на рисунке 4.232.

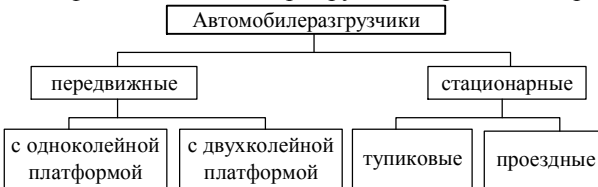


Рисунок 4.232

При доставке навалочных сыпучих грузов на значительные расстояния при небольших грузопотоках для разгрузки бортовых автомобилей целесообразно использовать передвижные самоходные автомобилеразгрузчики с одноколейной платформой (рисунок 4.233) и двухколейной платформой (рисунок 4.234).

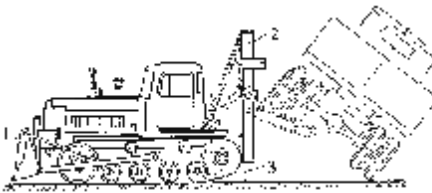


Рисунок 4.233

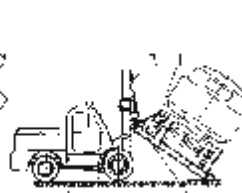


Рисунок 4.234

Разгрузчик с одноколейной платформой может монтироваться на гусеничный трактор. Впереди трактора может быть установлен бульдозерный отвал 1, благодаря чему разгрузчик приспособлен не только для разгрузки бортовых автомобилей и автопоездов, но и может выполнять функции бульдозера. Платформа смонтирована на грузоподъемнике 2. Для снятия нагрузок с гусе-

ниц трактора, возникающих при подъеме автомобиля, предусмотрены опоры 3 с гидравлическим приводом.

Максимальный угол наклона разгружаемого автомобиля –  $50^\circ$ , масса разгружаемого автомобиля – до 10 т.

У автомобилеразгрузчика с двухколейной платформой 1 платформа выполнена складывающейся для того, чтобы в транспортном положении не превышать габаритную ширину. Платформа шарнирно прикреплена к каретке грузоподъемника 2, и на ней предусмотрены боковые упоры 3, предназначенные для предотвращения смещения разгружаемых автомобилей.

Угол наклона платформы  $30...45^\circ$  и устанавливается в зависимости от угла естественного откоса разгружаемых грузов. Для предотвращения от возможного опрокидывания автомобиля при наклоне на угол свыше  $35^\circ$  на колеса этого автомобиля накидываются страховочные цепи 4. Масса разгружаемого автомобиля – не более 10 т.

Время разгрузки автомобиля, при использовании передвижных автомобилеразгрузчиков, составляет не более 2 мин, а автопоезда в составе автомобиля и прицепа – не более 4 мин.

Стационарные автомобилеразгрузчики (рисунок 4.235) предназначены для разгрузки сыпучих грузов из бортовых автомобилей и автопоездов в пунктах со значительным их поступлением и с сосредоточенной выгрузкой.

Современные стационарные автомобилеразгрузчики приспособлены для разгрузки одиночных автомобилей, автопоездов в составе автомобилей-тягачей с полуприцепами без отцепки автомобиля-тягача и автопоездов в составе автомобиля и прицепа.

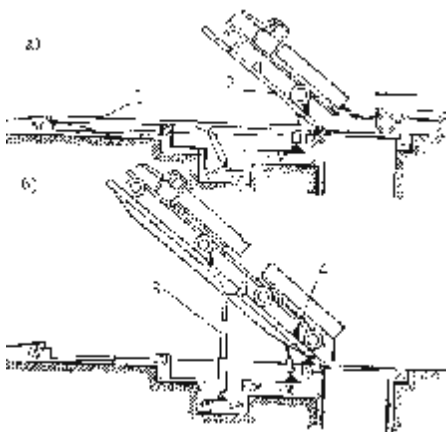


Рисунок 4.235

Платформа разгрузчика 1 (см. рисунок 4.235) выполнена проездной; она состоит из двух половин, одна из которых представляет собой малую платформу 2 (рисунок 4.235, а), предназначенную для разгрузки одиночных автомобилей.

Обе половины составляют большую платформу, предназначенную для разгрузки автопоездов массой до 25 т (рисунок 4.235, б). Для наклона большой платформы предусмотрены два гидроподъемника телескопического типа 3, наклон малой платформы осуществляется от двух гидравлических поршневых цилиндров 4.

Время наклона малой платформы – 23 с, а большой – 65 с. Время опускания той и другой платформы 15...20 с. Угол наклона платформы  $37^\circ$ . Мощность электропривода 22 кВт. Управление дистанционное.

#### 4.5.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия инерционных вагоноразгрузочных машин

К инерционным вагоноразгрузочным машинам относятся такие, в процессе работы которых перемещение груза в кузове разгружаемого вагона от торцевых стен к дверям происходит за счет направленных сил инерции, возникающих в частицах груза при определенной амплитуде и частоте колебаний. Вагон наклонен под небольшим углом в сторону разгрузки.

Схема инерционной вагоноразгрузочной машины мостового типа приведена на рисунке 4.236.

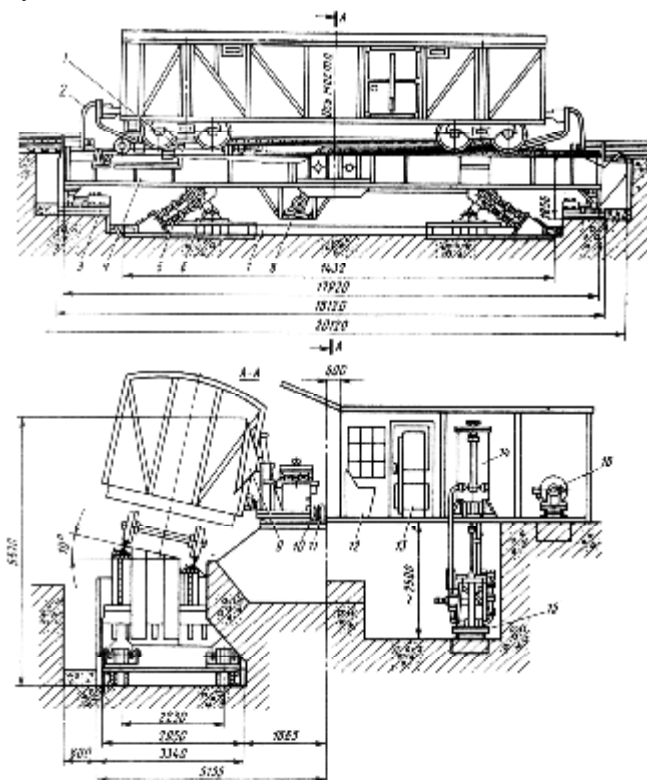


Рисунок 4.236

Инерционные вагоноразгрузочные машины используются для выгрузки из крытых вагонов хорошо сыпучих грузов (зерновые, магнетитовый концентрат, картофель и др.) и по конструкции бывают: мостового типа, рамной конструкции, на подвижных площадках.

Машина имеет мост-платформу 4, опирающуюся на две пары наклонных рычагов-балансиров 6 и комплектов пружин 5, составляющих шарнирные опор-



ные узлы, смонтированные на нижней раме 7 и служащие основанием; на мосту уложен рельсовый путь, у которого уровень одного рельса превышает уровень другого на 265 мм, что обеспечивает поперечный наклон на  $10^\circ$  в сторону выгрузки груза; четыре стабилизатора 3, фиксирующие мост в среднем положении; два подвижных зажима-упора 2 с винтовыми механизмами их передвижения 1 и с односторонним механизмом гидроподжима; электро- и гидрооборудование 14, 15 с приводом 16, дисбалансовый возбудитель колебаний 8, расположенный в средней части моста, пульт управления 12, размещенный в изолированном помещении 13. Для выгрузки зерновых грузов предусматривается щитовый выжиматель 10 с прижимной плитой 9, механизмом 11 передвижения его вдоль вагона по направляющим.

Кинематическая схема колебаний инерционной машины такова, что когда какая-либо точка пола вагона приближается к средней поперечной плоскости системы, вертикальная составляющая ускорения в этой точке направлена вертикально вверх и увеличивает давление частицы на пол вагона так, что проскальзывание груза затруднено и частица груза устремляется совместно с полом к середине. Если же точка пола удаляется от средней поперечной плоскости и ее ускорение направлено вниз, что снижает давление частиц на пол вагона и облегчает проскальзывание, частицы груза скользят по полу и таким образом приближаются к середине вагона.

Под выгрузку вагоны подаются поодиночке. Оператор включает двигатели упоров, которые выходят из межрельсовых углублений, подходят к вагону и центрируют его. Одновременно включается гидросистема и упоры поджимаются, выводятся из работы пружинные аппараты автосцепных приборов вагона и убираются стабилизаторы. При выгрузке зерна, открыв дверь вагона со стороны выгрузки и закрепив ее струбциной, подводят к дверному проему щитовый выжиматель и включают насосную станцию, его обслуживающую. С помощью прижимной плиты с шипами и горизонтального цилиндра хлебный щит отжимается вовнутрь вагона, а посредством вертикального цилиндра поднимается вверх и удерживается в поднятом состоянии. В течение 70...80 с из вагона зерно выгружается самотеком. После чего включается привод возбудителя колебаний. Разгон привода (до 85...90 об/мин) занимает 6...8 с, и зерно начинает течь через дверной проем в приемный бункер под действием сил инерции. К концу выгрузки частота колебаний составляет 118...124 колебания в минуту и амплитуда 65...70 мм. Через 4,5...5,0 мин работы вагон полностью освобождается от груза. Общая продолжительность разгрузки четырехосного вагона – 10...12 мин.

Вагоноразгрузочная инерционная машина рамной конструкции (рисунок 4.237) используется для выгрузки картофеля, поступающего в крытых вагонах навалом.

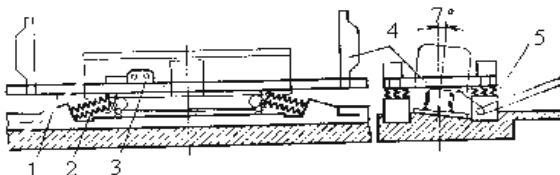


Рисунок 4.237

Рама машины, охватывающая кузов вагона на уровне автосцепки, составлена из двух продольных и двух поперечных 4 балок. Поперечные балки 4 можно раздвигать в сторону и поворотом вверх убрать в нерабочее положение. После установки груженого вагона поперечные балки опускаются и сдвигаются штоками парных гидроцилиндров, сжимая автосцепки. Каждая из продольных балок опирается на два рычажно-пружинных узла, установленных на нижних балках фундамента на уровне рельсового пути. Поперечный наклон вагона на рельсовом пути  $7^\circ$  достигается возвышением рельса на стороне, противоположной выгрузке, на 185 мм. Размещенные на каждой продольной балке дисбалансные возбудители колебаний 3 благодаря специальной системе синхронизации работают в синфазном режиме.

Когда дверь вагона открыта и убрано дверное ограждение, часть груза высыпается в приставленную к дверному проему воронку отгрузочного конвейера. Затем включают возбудители колебаний, и вагон начинает перекачиваться по рельсовому пути, а кузов "галопировать" на собственном рессорном подвешивании. Воздействие на груз аналогично, как и у инерционной разгрузочной машины мостового типа. Недостаток состоит в дополнительных затратах энергии на преодоление сопротивления клиновых гасителей колебаний тележек вагона, а также в передаче вертикальных нагрузок на головки автосцепки, что требует их заклинивания.

Инерционная вагоноразгрузочная машина на подвижных площадках (рисунок 4.238) характеризуется односторонним приложением вынуждающей силы к кузову вагона. Разгружаемый вагон 1 надвигается по пути 2 на подвижные площадки 3 и 6, соединенные между собой длинной шарнирной тягой 5 и опирающиеся на парные наклонные рычаги 4 и 7. Вагон жестко соединяется с поперечной траверсой 8, оснащенной захватом и гидроцилиндрами, обеспечивающими сжатие пружинно-фрикционного аппарата автосцепки. Внутри траверсы коробчатой конструкции размещен дебалансовый возбудитель колебаний с электроприводом.

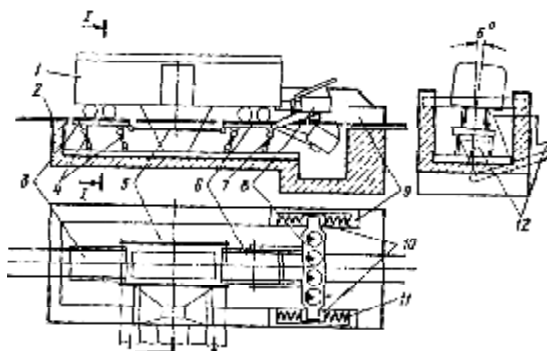


Рисунок 4.238

Концы траверсы 8 входят снизу в обоймы 10, которые помещены между комплектами продольных пружин 11, заключенных в массивные опоры 9 по

обе стороны рельсового пути, который имеет поперечный уклон  $6^\circ$  для выгрузки из крытых вагонов через один дверной проем в бункер 12. Машина универсальна, рассчитана на выгрузку насыпных грузов из вагонов различных типов. Нет ограничений и по длине вагона.

## 5 ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ И СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСТРОЙСТВА

### 5.1 Домкраты, лебедки, тали

#### 5.1.1 Назначение, классификация, устройство,

##### принцип действия домкратов

*Домкрат* – простой подъемный механизм с жестким выдвижным органом, применяемый для подъема или перемещения груза на расстояние не более 1 м без использования грузозахватных устройств. При использовании домкратов не требуются громоздкие вспомогательные сооружения. Домкрат прост и компактен по конструкции, обеспечивает перемещение груза без толчков и ударов.

Домкраты разделяют на винтовые (телескопические и простые), реечные (зубчатые и рычажные) и гидравлические. Привод домкратов может быть ручной и электрический.

Схема винтового телескопического домкрата приведена на рисунке 5.1, а, а простого винтового – на рисунке 5.1, б. В корпус 4 домкрата установлен телескопический двойной винт 6, на который установлена опорная головка 1 с рукояткой 3, связанной с храповым диском 5 и двусторонней собачкой 2. Направление вращения винта можно изменить перебросом собачки.

Винтовой простой домкрат имеет те же детали, за исключением кранового диска и

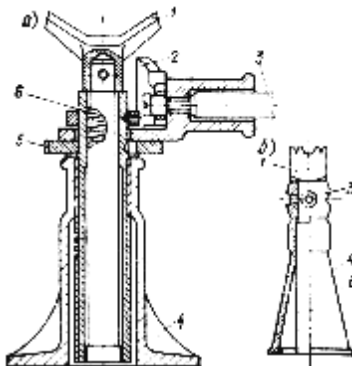


Рисунок 5.1

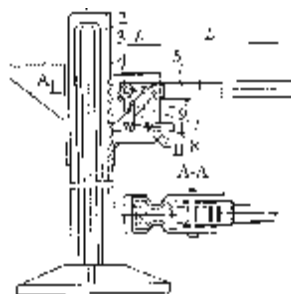


Рисунок 5.2

собачки. Грузоподъемность винтовых домкратов достигает 20 т, ход винта – 250 мм. В эксплуатации винтовые домкраты достаточно надежны и безопасны, но имеют низкий КПД (0,3...0,4) и малую скорость подъема (1,5...3,5 см/мин).

Реечные домкраты всегда имеют ручной привод. Их грузоподъемность составляет 0,5...10,0 т. Они бывают рычажно- и зубчато-реечными.

Рычажно-реечный домкрат (рисунок 5.2) состоит из рейки 2 с упорными зубьями, обоймы 3, скользящей вдоль рейки по направляющим, приводного рычага 5 и системы собачек 4 и 6, расположенных внутри обоймы. Лапа 1, жестко соединенная с обоймой домкрата, является опорой для поднимаемых грузов. При нажатии приводного рычага вниз в зуб рейки упирается большая собачка 6; обойма вместе с грузом поднимается вверх, и малая собачка 4 заходит за очередной зуб. При подъеме приводного рычага малая собачка удерживает груз от самопроизвольного опускания, а большая собачка, скользя по зубу, прижимается к нему пружиной 7. За одно качание рычага обойма поднимается на высоту, равную шагу зуба. Для опускания груза рычаг 8 устанавливают в положение II небольшим нажатием вниз, в результате чего внешний упор с пружины снимают. При этом малая собачка выходит из зацепления с рейкой и под действием веса груза обойма опускается до упора малой собачки в следующий зуб, а рычаг перемещается вверх, поддерживаемый рукой рабочего во избежание удара рейки по малой собачке.

Рычажно-реечные домкраты имеют высокий КПД (0,95...0,97). Недостаток рычажно-реечных домкратов – прерывность действия и самопроизвольное падение груза вследствие быстрого изнашивания собачек.

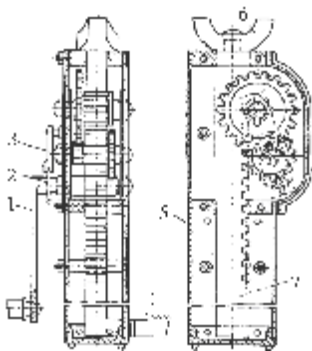


Рисунок 5.3

Внутри корпуса 5 зубчато-реечного домкрата (рисунок 5.3) по направляющим движется зубчатая рейка 7. В верхней части рейки установлена поворотная головка 6, а в нижней – лапа 4. Рейка перемещается благодаря системе зубчатых передач, привозимых в движение безопасной рукояткой 1, оснащенной крановым колесом 2 и собачкой 3. Грузоподъемность домкратов достигает 10 т, КПД 0,75...0,85, ход рейки 400 мм, плечо рукоятки 200...250 мм.

Гидравлические домкраты выполняют с ручным и машинным приводом. Для этих домкратов, как и для винтовых, характерны плавность хода и точная уста-

новка поднимаемого груза. В отличие от винтовых домкратов гидравлические имеют высокий КПД. По сравнению с реечными и винтовыми гидравлические домкраты имеют значительно большую грузоподъемность (до 750 т).

Домкрат с ручным приводом состоит из гидроцилиндра 2, плунжера 1, ручного поршневого насоса 4 с приводной рукояткой 5 и бачка для масла 6. При качании рукоятки 5 масло из бачка поступает под плунжер, в результате чего плунжер поднимается вместе с грузом. Для опускания груза или плунжера следует повернуть вентиль 3, тогда полость гидроцилиндра будет соединена с бачком и плунжер начнет опускаться под действием собственного веса или груза (рисунок 5.4).

Скорость подъема груза ручными гидравлическими домкратами мала (0,001...0,002 м/с), что является их основным недостатком. Для увеличения скорости подъема груза гидродомкраты снабжают насосами, работающими от электродвигателя. Высота подъема гидравлических домкратов 0,15...0,70 м.

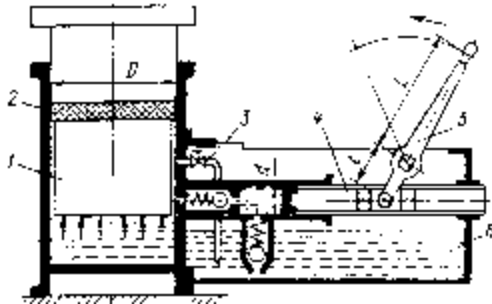


Рисунок 5.4

### 5.1.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия лебедок

Лебедка – простейшая грузоподъемная машина для подъема и перемещения грузов по горизонтали посредством наматывания на барабан каната или цепи.

Лебедки применяют как самостоятельные машины при производстве погрузочно-разгрузочных, строительно-монтажных, ремонтных, складских работ, на маневровых работах с подвижным составом, для траловки леса и штабелирования древесины, швартовки судов. С другой стороны, лебедки являются составной частью грузоподъемных кранов.

Различают лебедки стационарные и передвижные. Лебедки могут быть с ручным или машинным приводом (от электродвигателя, двигателя внутреннего сгорания, реже – паровой, гидравлический, пневматический).

Схема классификации лебедок приведена на рисунке 5.5.

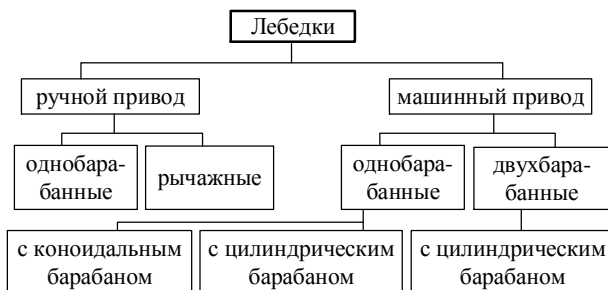


Рисунок 5.5

Схемы ручных однобарабанных лебедок приведены на рисунке 5.6, *а* (напольная) и рисунке 5.6, *б* (настенная).

Рама ручной напольной однобарабанной лебедки состоит из двух боковых щитов 6, связанных распорными стяжками. В щитах закреплены подшипниковые опоры валов зубчатых передач 2, 4. Приводной вал 1 получает крутящий момент от двух съемных рукояток. На приводном (быстроходном) валу установлен грузоподъемный тормоз 3 с собачкой. Лебедка имеет три вала и двухступенчатую зубчатую передачу. Барабан лебедки 5 – гладкий с ребрами.

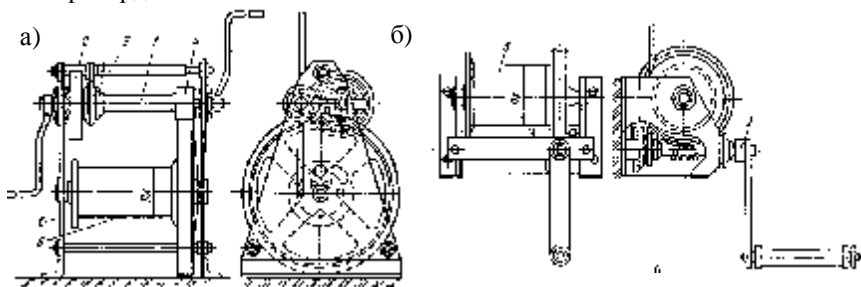


Рисунок 5.6

Ручные напольные лебедки развивают тяговое усилие до 80 кН. Канатоемкость – до 75 м, масса – до 900 кг.

Реже, в стационарных условиях, применяют ручные настенные барабанные лебедки с тяговым усилием до 5 кН с червячной самотормозящей передачей для привода барабана.

Рычажная ручная лебедка (рисунок 5.7) выполнена без органа навивки каната. Принцип работы ее основан на протягивании каната через тяговый механизм с помощью двух пар зажимов. Лебедка имеет тяговый механизм 2 для каната 3 и телескопический рычаг 1.

Тяговый механизм имеет корпус 8, рукоятки переднего 4 и заднего 5 хода, штырь 19, с помощью которого лебедка прикрепляется к анкерному

(якорному) устройству, рассчитанному на увеличение в 2 раза расчетного натяжения рабочего каната, переднего 6 и заднего 10 захватов, рычага 7, предназначенного для освобождения каната от зажимов.

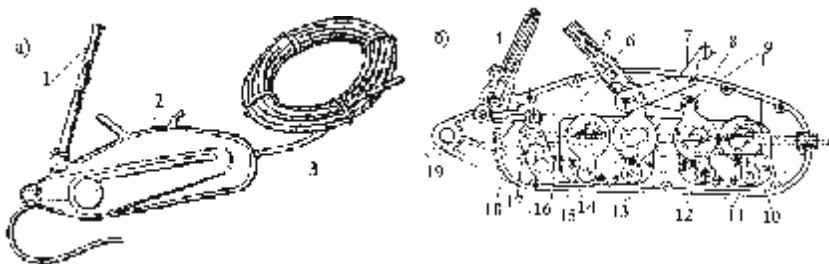


Рисунок 5.7

Каждый захват состоит из двух щек, внутри которых расположены два зажима 9, осуществляющие захват каната, пружин 14, серьги с одним ушком 13 и серьги с двумя ушками 12. Каждая серьга, состоящая из двух пластин, имеет фигурные отверстия в виде полуокружностей, в которые входят фигурные выступы зажимов (сухарей) 9. Зажимы имеют полукруглую канавку для протягиваемого каната. Усилие, зажимающее канат, создается пружинами 14, которые сжимаются между щеками зажима – с одной стороны и правой серьгой соответствующего захвата – с другой стороны. При повороте каждой серьги вокруг собственной оси 11 при движении по часовой стрелке вследствие давления серег на фигурные выступы зажимов происходит зажим каната, а при повороте серег против движения часовой стрелки происходит сжатие пружины и освобождение каната. Оба захвата с помощью тяг и рычагов соединены с рукояткой переднего хода.

Для протягивания каната вперед, т. е. справа налево, на рукоятку переднего хода надевают телескопический рычаг и совершают ручную качательные движения. При движении рукоятки против часовой стрелки поводок 17 с помощью шатуна 18 поворачивается по часовой стрелке. Верхняя часть поводка соединена со щеками переднего захвата короткой тягой 16, а нижняя часть поводка – со щеками заднего захвата длинной тягой 15. Поэтому при повороте поводка (по часовой стрелке) передний захват перемещается вправо, причем канат освобождается от захвата, а задний захват движется влево вместе с зажатым канатом. При движении рукоятки переднего хода в обратную сторону передний захват перемещается вправо. Для освобождения каната от захватов рычаг 7 поворачивается против часовой стрелки.

Одна из разновидностей тяговых лебедок – электрошпили или кабестаны. Эти механизмы могут иметь горизонтально (рисунок 5.8, а) или вертикально (рисунок 5.8, б, в) расположенный барабан 2. Особенностью принципа действия электрошпилей является создание тягового усилия на кана-

те 1 за счет сил его трения о барабан. С этой целью канат, не имея жесткой связи с барабаном, огибает его в 3 ... 4 витка. При этом его набегающая ветвь соединена с грузом, а сбегающая ветвь выбирается вручную или наматывается на вспомогательный барабан 6 через отклоняющийся блок 4 с помощью электродвигателя 7 небольшой мощности. Вращение фрикционного барабана 2 осуществляется основным электродвигателем 8 через цилиндрический редуктор или червячную передачу 10. Работа электрошпиля (рисунок 5.8, б) протекает следующим образом. Для подтягивания груза (рабочий ход) рукоятка управления 3 контроллера 5 устанавливается в позицию "Навивка", и оба двигателя 7 и 8 начинают вращаться в одну сторону.

При этом частота вращения двигателя 7 устанавливается автоматически в зависимости от скорости навивки каната на фрикционный барабан 2. При переводе рукоятки 3 в позицию "Сматывание каната" основной двигатель 8 и фрикционный барабан 2 начинают вращаться в обратном направлении, а направление вращения двигателя 7 не меняется. Таким сочетанием вращения барабанов создается противодействие сматыванию каната, благодаря чему он поддерживается в натянутом состоянии.

Фрикционные барабаны имеют переменный диаметр, увеличивающийся к его краям, чем обеспечивается постоянное сбегание каната на середину барабана.

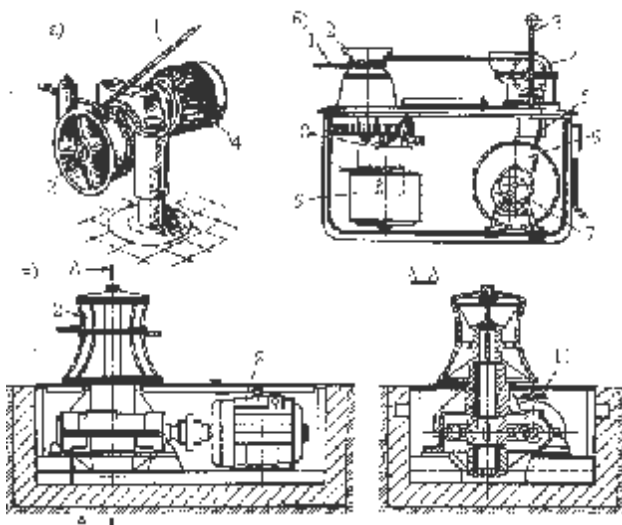


Рисунок 5.8

Схема электрореверсивной лебедки с одним цилиндрическим барабаном приведена на рисунке 5.9. Электродвигатель 1 соединен через муфту 2 с



редуктором 3, который через зубчатую передачу 5 передает вращательное движение барабану 6. Навивка каната на гладкий барабан допускается в несколько слоев.

В двухбарабанных лебедках на один барабан наматывается канат при рабочем ходе, а на другой – при холостом. Схема фрикционной двухбарабанной лебедки, применяемой в канатно-скреперных установках, приведена на рисунке 5.10.

Ее конструкция включает электродвигатель 1, упругую муфту 2, двухступенчатый редуктор 3, рабочий вал 4, фрикционные ленточные муфты 5 и 11, барабаны 6 и 9, рычаги управления 7 и 10, рукоятку управления 8 и тормозные устройства барабанов. Барабаны смонтированы на валу 4 с помощью подшипников скольжения. Их попеременное включение при рабочем и холостом ходе производится посредством муфт 5 и 11 через систему рычагов 7 и 10.

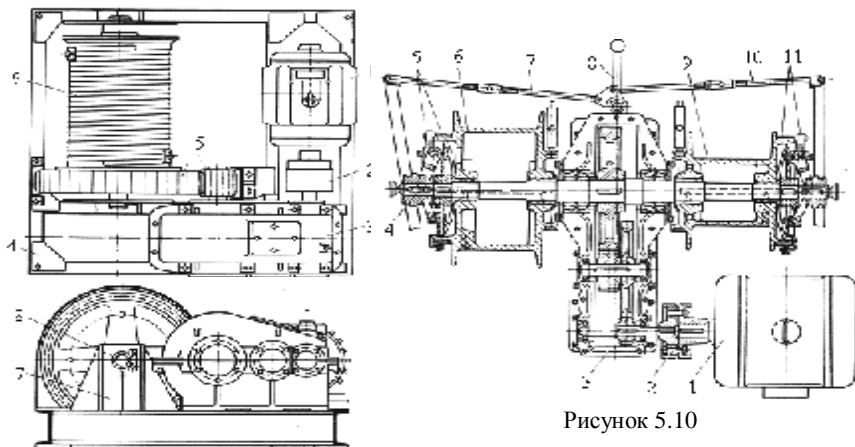


Рисунок 5.9

Рисунок 5.10

Когда рукоятка 8 находится в нейтральном положении, а электродвигатель включен, то вал 4 вращается, а барабаны остаются неподвижными. При повороте рукоятки 8 влево или вправо соответствующая муфта включает один из барабанов. Если включенным оказывается грузовой барабан, то он наматывает на себя канат, развивая на нем тяговое усилие. При этом с возвратного барабана, свободно вращающегося относительно вала 4, канат сматывается. При переключении рукоятки 8 с грузового барабана канат сматывается, а на возвратный – наматывается.

### 5.1.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия талей

Таль – компактное подвесное грузоподъемное устройство, содержащее лебедку. По виду привода различают тали ручные и электрические. Первые получили широкое распространение в практике производства строительно-монтажных работ и ремонта оборудования, а вторые нашли применение в качестве грузовых тележек козловых, мостовых кранов.

По способу установки разделяют тали стационарные и передвижные, а по виду гибкого органа – канатные и цепные. Стационарные тали крепят (подвешивают) к перекрытиям здания или к временным переносным козлам или треногам. Передвижные тали крепят к приводным либо неприводным тележкам, передвигающимся по подвесным двутавровым балкам. По виду передаточного механизма ручные тали разделяют на шестеренчатые и червячные. Электротали оснащают преимущественно канатным гибким органом, а ручные – цепным.

Схема классификации талей приведена на рисунке 5.11.



Рисунок 5.11

Червячная таль с пластинчатой грузовой цепью, образующей двухкратный полиспаст, имеет (рисунок 5.12) верхнюю обойму 6, в которой размещен приводной механизм, и крюковую подвеску 1 с подвижной звездочкой 2, подвешенной на пластинчатой шарнирной цепи 10.

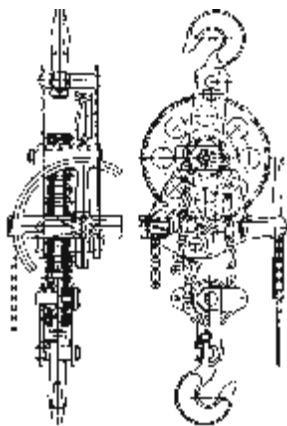


Рисунок 5.12

Приводной механизм состоит из червяка 9, на котором закреплена приводная звездочка 4 с калиброванной сварной бесконечной цепью 3, и из червячного колеса 7, выполненного литьем со звездочкой 5 или жестко соединенного с ней. Звездочка приводит в движение грузовую пластинчатую цепь, от длины которой зависит высота подъема груза. Червячная передача (для увеличения КПД) выполнена несомотормозьящаяся с двухзаходным червяком. Поэтому для предотвращения самопроизвольного опускания груза она имеет дисковый грузоупорный тормоз 5. Грузоподъемность червячных талей составляет

0,5...10,0 т, а КПД – 0,55...0,70.

Шестеренчатая ручная таль показана на рисунке 5.13.

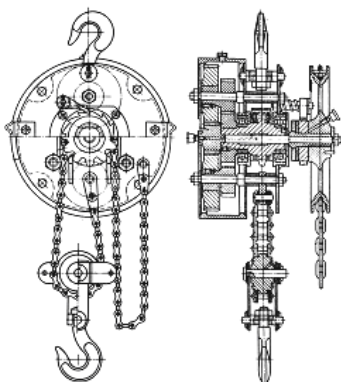


Рисунок 5.13

Крутящий момент тали от тягового колеса 5 передается на приводной вал с шестерней 3, находящейся в зацеплении с двумя зубчатыми колесами 4, и далее через еще одну зубчатую передачу – на звездочку 2, осуществляющую привод грузовой пластинчатой цепи 1. Подъемный механизм приводится в действие бесконечной калиброванной сварной цепью 7, огибающей тяговое колесо 5. Таль снабжена дисковым грузоупорным тормозом 6, встроенным в тяговое колесо. Грузоподъемность шестеренных талей составляет 0,25...10,0 т, а КПД – 0,7...0,9.

Электротали подвешивают к неподвижным опорам (балкам, колоннам, стенам и т. д.) с помощью болтов или крюков или к тележкам, перемещающимся по монорельсовому пути. Управление механизмом подъема электротали производят с пола с помощью двухкнопочного поста управления, повешенного к тали. Токосвод выполнен в виде троллей или гибкого кабеля. Грузоподъемность электроталей составляет 0,1...15,0 т, высота подъема – до 30 м, скорость подъема – 0,05...0,15 м/с.

Электротали могут быть использованы в качестве самостоятельных грузоподъемных машин или в качестве механизмов подъема в более сложных машинах (монорельсовых тележках, мостовых и козловых однобалочных кранах, настенных консольных кранах). Большинство электроталей имеют в качестве гибкого грузового элемента стальной канат и реже сварную или пластинчатую цепь.

На рисунке 5.14 показана электроталь 2, подвешенная к четырехколесной неприводной тележке 1, передвигающейся с помощью приводной тележки 4. Управление талью и приводной тележкой осуществляется с пола при помощи четырехкнопочного поста управления 3.

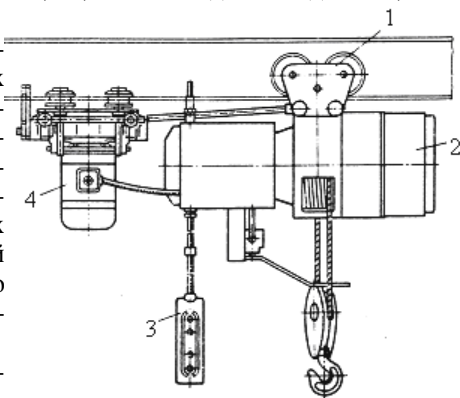


Рисунок 5.14

Пневматические тали используют для работы во взрывоопасной среде, в которой использование электродвигателей не допускается.

## 5.2 Устройства для рыхления, размораживания грузов и очистки подвижного состава

### 5.2.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия устройств для рыхления грузов

В зимнее время при низких температурах влажные насыпные грузы смерзаются в вагонах. Это затрудняет выгрузку, осложняет работу транспорта.

Для рыхления смерзшихся грузов применяют механические рыхлители. Наибольшее распространение получили следующие виды механических рыхлителей: буровые, вибрационные, виброударные и экскавационные.

Схема классификации приведена на рисунке 5.15.



Рисунок 5.15

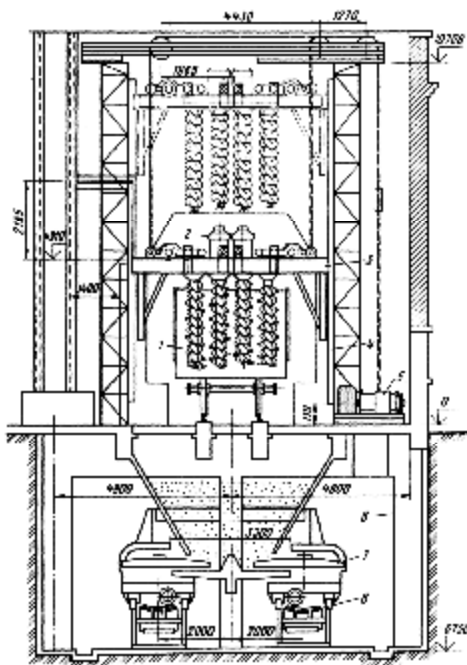


Рисунок 5.16

Стационарная бурофрезерная рыхлительная машина (рисунок 5.16) предназначена для восстановления сыпучести грузов, смерзшихся в полувагонах. Она состоит из рамы, каретки, двух приводов фрез, четырех фрез с наголовниками, приводов поперечного перемещения и ограничителя перегрузки. Комплекс бурорыхлительной машины включает также стационарный портал и систему подвески. В нерабочем положении машина поднимается за пределы габарита приближения строений и опирается на специальные упоры. Перемещается машина по направляющим портала с шириной колеи 5230 мм, установленного на специальный фундамент, с помощью лебедки и трособлочной системы.

Машина имеет четыре вертикальных бурофрезерных барабана 1, оснащенных спиральными лентами шнека и резами для бокового и торцевого фрезерования. Два электродвигателя 2 вращают барабаны через редукторы попарно в разные стороны. Траверса-каретка 3, на которой смонтированы эти механизмы, свободно опускается по направляющим стойкам 4, жестко связанным с конструкцией стационарного портала. Редукторы с фрезами могут перемещаться по траверсе. Лебедкой 5 и системой блоков бурофрезерные барабаны поднимаются за пределы габарита.

Разрыхленный груз через открытые люки полувагона высыпается в приемный бункер 6 с лопастными питателями 7 и ленточными конвейерами 8, транспортирующими выгружаемый материал к месту его потребления.

Производительность бурофрезерной установки – до 240 т/ч. Рыхлят смерзшийся груз вначале вертикальной проходкой фрезами бурорыхлительной машины штабеля смерзшегося насыпного материала в вагоне с последующим боковым разрыхлением резами фрезерных барабанов массы смерзшегося груза при одновременном надвиге вагона с грузом маневровой лебедкой на вращающиеся рабочие органы машины.

Схема бурофрезерного передвижного рыхлителя приведена на рисунке 5.17.

Рыхлитель смонтирован на самоходном портале 2, перемещающемся по специальному пути с шириной колеи 9000 мм, ось которого совпадает с осью железнодорожного разгрузочного пути. Портал опирается на две двухкатковые тележки 11; один из катков каждой тележки приводной. На тележках смонтированы противогогонные захваты и установлены контргрузы 1. База тележек – 7100 мм. Конструкция портала позволяет пропускать под ним железнодорожный подвижной состав, при этом все механизмы рыхлителя должны быть установлены в нерабочее положение.

На портале предусмотрены ригель, стойки с направляющими 3 с шириной колеи 5230 мм, по которым с помощью механизма подъема лебедки 7, установленной на площадке 8, и трособлочной системы перемещается рама-каретка 4 бурофрезерного рыхлителя. В нерабочем положении бурофрезерный рыхлитель ус-

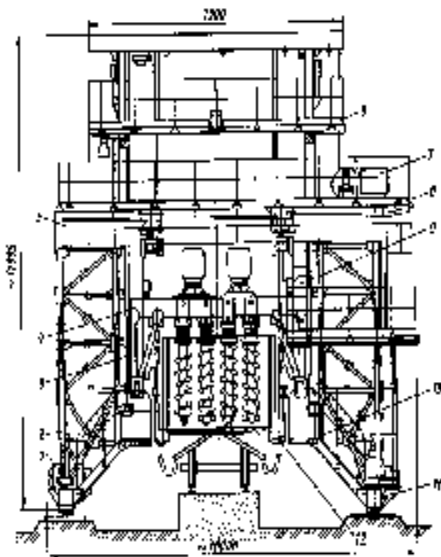


Рисунок 5.17

танавливают на верхние упоры, а нижние упоры ограничивают опускание рыхлителя. На раме-кадетке установлены два привода шнековых фрез.

Для механизации закрывания крышек люков полувагонов используют электрические люкоподъемники 12, подвешенные на монорельсе 5. Обслуживают запоры крышек люков полувагонов и люкоподъемники рабочие с нижних площадок 10. Приводы рабочих органов обслуживают с площадок 6.

Группу полувагонов устанавливают на приемном бункерном устройстве, повышенном пути или эстакаде. Установка самоходом перемещается вдоль фронта выгрузки, и рабочие открывают крышки люков полувагонов. В случае поступления смерзшегося груза оператор установки, управляющий рыхлителем из кабины 9, рыхлит его. Вращающиеся фрезы рыхлителя опускаются на смерзшийся материал у ближайшей торцевой стены полувагона, и он разрыхляется методом вертикального бурения.

После первой проходки толщи смерзшегося материала включают привод механизма передвижения машины и восстанавливают сыпучесть смерзшегося материала методом бокового фрезерования в процессе непрерывного надвига на него работающего рыхлителя.

При приближении фрез рыхлителя ко второй торцевой стене полувагона (на 100 мм) надвиг машины прекращается: выключаются электродвигатели привода механизма передвижения и включается электродвигатель привода механизма подъема рыхлителя. Фрезы поднимаются на 500 мм выше стенок кузова полувагона, и рыхлитель передвигается к следующему полувагону.

Восстанавливают сыпучесть сильно смерзшегося груза методом вертикального бурения по следующей технологии: опускание рыхлителя, вертикальное бурение смерзшейся массы, подъем рыхлителя, его передвижение на 600...800 мм, опускание рыхлителя и т.д.



Рисунок 5.18

Для обеспечения устойчивого вертикального положения виброрыхлителя в процессе рыхления смерзшегося груза применяется переносная рама 4 с вертикальными направляющими, которая устанавливается краном грузоподъемностью не менее 10 т вместе с рыхлителем на верхний обвязочный пояс кузова полувагона. Переносная рама опирается на кузов свободно подвешенными балками 1, оборудованными амортизаторами.

Виброрыхлитель краном устанавливают поперек вагона над двумя смежными открытыми люками; после включения вибратора он опускается на смерзшийся материал. Первыми соприкасаются с материалом угловые удлиненные штыри, которые в начальный момент имеют повышенную скорость внедрения и тем самым способствуют устойчивости машины. В конце погружения эти штыри пробивают нижнюю смерзшуюся корку груза, после чего начинается выгрузка материала через люки. В конце погружения машина, опираясь лапами на верхнюю обвязку вагона, передает колебания его кузову и тем самым зачищает борта и днище полувагона от остатков разрыхленного материала. Для разгрузки одного четырехосного полувагона со смерзшимся грузом требуется 5...10 перестановок машины вдоль вагона, а время рыхления и виброзащитки – 30...90 мин.

Стационарный вибрационный рыхлитель (рисунок 5.19) состоит из двух опор с направляющими 4 портала 2 и рыхлителя. По направляющим портала перемещается на специальных катках 3 рама 6, к которой крепится рабочий орган – вибрационно-штыревой рыхлитель. Рыхлитель в нерабочем положении устанавливают на специальных упорах за пределами габарита приближений строений, а в рабочем положении вводят внутрь полувагона. Рыхлитель состоит из виброрыхлителя 5, плиты 7 и рыхлящих штырей 8 с наконечниками 9. В систему подвески входят лебедка 10, двойные блоки на раме рыхлителя, блоки подвески с натяжным устройством 1.

Оператор маневрового устройства подает полувагон в зону действия рыхлителя, включает привод лебедки и опускает вибрационно-штыревой рыхлитель на смерзшийся груз. Затем включает привод виброрыхлителя. Рыхлитель, внедряясь, разрыхляет штырями груз по всей ширине полувагона в зоне первой пары люков. После того как рама виброрыхлителя ляжет на борт полувагона, он начинает работать в режиме очистки. Затем виброрыхлитель поднимают за пределы полувагона, включают привод маневрового устройства, полувагон передвигается на 800...1000 мм, и операции повторяются. Для разрыхления требуется 10...15 перестановок виброрыхлителя.

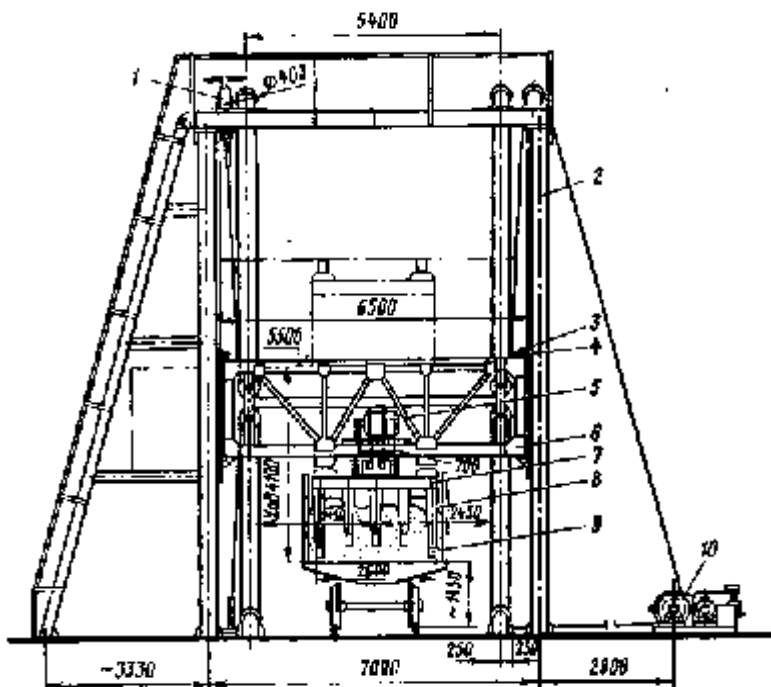


Рисунок 5.19

Самоходная виброударная установка (рисунок 5.20) представляет собой самоходный портал 8, перемещающийся по специальному пути 1 вдоль фронта разгрузки. По верхней раме портала перемещается тележка 5 грузовой лебедкой и вертикальными направляющими 4. Рабочим органом установки является электромагнит 3, упруго соединенный с траверсой. К ней жестко прикреплены подвижная рама, охватывающая вибромолот, и рыхлящие приспособления 2. На рисунке 5.20 показаны верхние 12 и нижнее 9 положения рыхлящих приспособлений относительно уровня пола и верхнего обвязочного пояса четырехосного 10 и шестисосного 11 полувагонов.

Для передвижения тележки по верхней раме портала, а всей установки вдоль фронта разгрузки используются типовые механизмы 6. Управление механизмами установки осуществляется с пульта управления из кабины 7, прикрепленной на амортизаторах к раме портала.



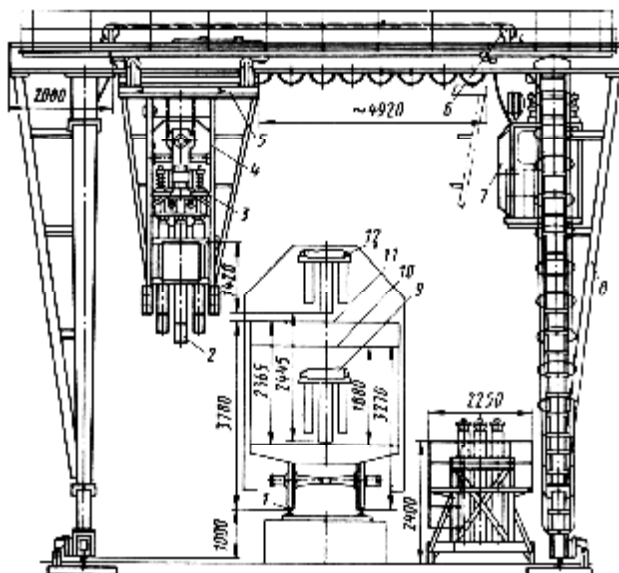


Рисунок 5.20

Для выгрузки груза самоходный портал подают к полувагону, опускают подвижную раму с вибратором до соприкосновения клиньев с поверхностью груза. Затем включают вибромолот. Значительное динамическое воздействие вибромолота на клинья обеспечивает их быстрое погружение в смерзшийся груз. В начальный момент клиньями пробивают сквозное отверстие в смерзшемся грузе над одним из открытых средних люков. Последующими погружениями клиньев пробивают траншею в грузе (поперек кузова), после чего рыхлят смерзшийся материал скалыванием отдельных слоев толщиной 0,2...0,3 м.

Разрыхленный груз свободно высыпается через открытые люки полувагона. Возможность подачи рабочего органа в любое место кузова позволяет рыхлить весь смерзшийся груз без передвижения полувагона.

Производительность установки – до 120 т/ч.

Навесной виброударный рыхлитель (рисунок 5.21) состоит из виброударного силового устройства 2, рабочего органа 5, направляющей рамы 3, амортизирующей подвески 1, пульта управления 6 и кабеля 4. Рабочий орган представляет собой штырь крестообразного сечения с расширенной нижней частью.

После установки направляющей рамы на кузов полувагона рабочий орган опускается до упора в смерзшийся материал, затем включают электро-

двигатели виброблока. Под действием ударных импульсов рыхлитель погружается в материал, разрыхляет его и обрушивает в проемы люков. Продолжительность выгрузки рыхлителем одного полувагона – около 1 ч. Для подъема, опускания и перестановки виброударного рыхлителя необходим кран грузоподъемностью не менее 7 т.

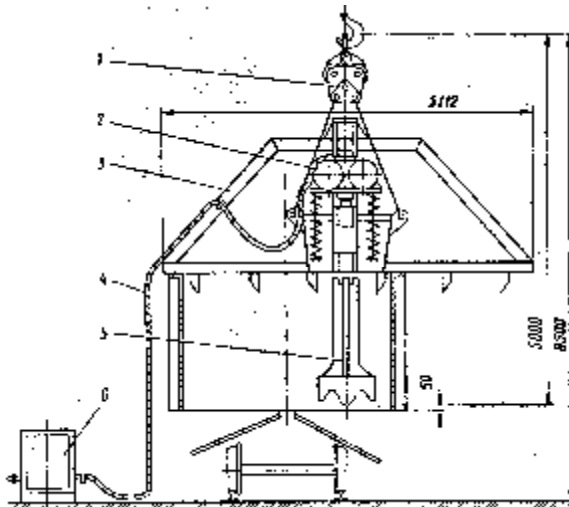


Рисунок 5.21

Установка экскавационного действия (рисунок 5.22) предназначена для выгрузки пластичных глин. Установка состоит из самоходного портала 1, на котором смонтированы: ковшовый рыхлитель 10 с пятью зубьями 9, устройство 2 для зачистки полувагонов от остатков груза, площадки 6 для открывания люков полувагона, люкоподъемники 7, кабина оператора 3.

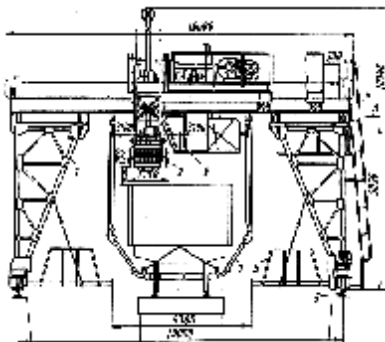


Рисунок 5.22

Самоходный портал представляет собой сварную металлическую конструкцию, состоящую из двух опор и горизонтальной рамы 4; каждая из опор установлена на тележках 8.

Горизонтальная рама портала состоит из двух продольных балок, которые снабжены направляющими для передвижения рыхлителя в направлении, перпендикулярном железнодорожному пути.

Основной агрегат установки – рыхлитель, состоящий из сварной рамы, установленной на двух катках, ковша, соединенного с жесткой 11 и шарнирной 12 рукоятками, перемещающимися в направляющих шарнирно закрепляемых на раме тележки с помощью индивидуальных приводов 13, 14 и канатно-блочной системы. Передвигают рыхлитель по направляющим портала в направлении, перпендикулярном оси железнодорожного пути, лебедкой, установленной на его раме.

Очищают кузов полувагона от остатков груза зачистным устройством, которое установлено на кранштейнах рамы рыхлителя со стороны шарнирной рукояти. Оно состоит из рабочего органа, подвижной рамы, направляющей и привода зачистного устройства.

Рабочим органом зачистного устройства служит горизонтальный барабан со стальными щетками и ножами, который вращается. На концах вала щеточно-ножевого барабана есть две дисковые щетки. Привод барабана смонтирован на подвижной раме, вращение от привода барабану передается с помощью цепной передачи. Подвижная рама перемещается вверх и вниз с помощью лебедки в специальной неподвижной раме с направляющими роликами.

Горизонтальная щетка предназначена для зачистки торцовых бортов и элементов рамы кузова полувагона, дисковые щетки – для очистки боковых стенок кузова. Материал, примерзший к элементам рамы полувагона и торцовым бортам кузова, скалывают с помощью ножей.

Недостаток зачистных устройств щеточного и щеточно-ножевого типов – залипание рабочего органа при очистке кузова полувагона от остатков сильно увлажненных пластинчатых глин, а также невозможность полной очистки открытых наклонных крышек люков полувагонов.

Производительность установки – до 100 т/ч.

### **5.2.2 Назначение, классификация, принцип действия устройств для размораживания грузов в транспортных средствах**

Восстановление сыпучести смерзшихся грузов путем размораживания является весьма дорогим средством, требующим строительства специальных помещений с установленными в них источниками конвективного тепла или газовых горелок инфракрасного излучения. Этот способ считается эффективным для металлургических заводов или тепловых электростанций.

Для обеспечения сохранности полувагонов тепляки должны быть оборудованы устройствами автоматической регистрации температурного режима, ограничения предельно допустимой температуры разогрева, контрольно-измерительными приборами для замера температуры и приспособлениями, защищающими буксы и тормозные приборы от попадания влаги.

Для оттаивания смерзшихся грузов используют конвективные тепляки, установки с инфракрасными излучателями и установки комбинированного обогрева.

Конвективный тепляк для оттаивания смерзшегося угля (рисунок 5.23) состоит из одной или двух крытых секций, внутри которых проложен железнодорожный путь.

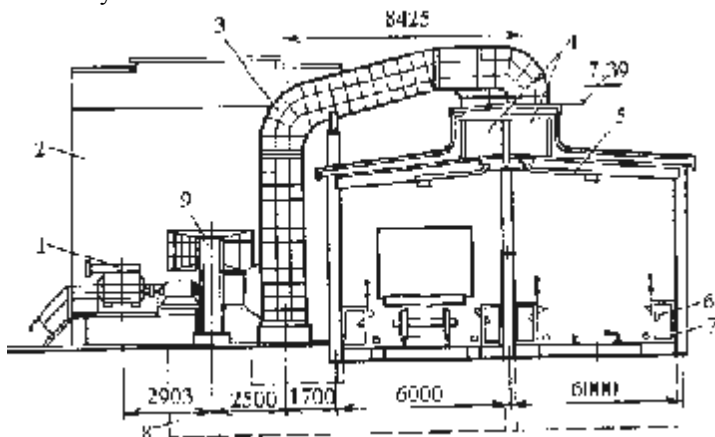


Рисунок 5.23

В машинном отделении 2 тепляка расположены паровые калориферы, вентиляторы 1 с электродвигателями 9, приборы управления и автоматики. Нагнетаемый вентиляторами горячий воздух подается в секции тепляка по бетонным коробам 7, расположенным по обе стороны железнодорожного пути, и через натрубки 6, вмонтированные в эти короба через каждые 2 м, поступает к вагонам.

Из секции тепляка остывший воздух с температурой 60...65 °С забирается рециркуляционными натрубками 5, расположенными на верху каждой секции. Эти натрубки соединены с коробами рециркуляционного воздуха 4, идущими вдоль тепляка по обе стороны каждой секции, от которых он направляется через короб 3 к вентиляторам, подающим его в калориферы для повторного нагрева и последующего направления в нагнетательные шахты 8. Температура подаваемого в секцию теплоносителя на выходе из нагнетательного натрубка 90...100 °С.

Для предохранения от порчи в процессе разогрева смерзшегося угля тормозное оборудование вагонов орошается водой.

В зависимости от потребностей тепляки могут строиться односекционными вместимостью до 3 вагонов и пятисекционными – до 12 вагонов. Продолжительность размораживания – 1,5...2,5 ч.

Работа установок с инфракрасными излучателями основана на нагреве размораживаемых объектов инфракрасными лучами, исходящими от тел с температурой 800...900 °С. Главная особенность этого метода оттаивания – инфракрасные лучи разогревают только ту часть поверхности размораживаемого объекта, на которую они направлены, не нагревая в то же время воздушный промежуток между источниками излучения и объектом.

Схема установки с газовыми инфракрасными излучателями приведена на рисунке 5.24.

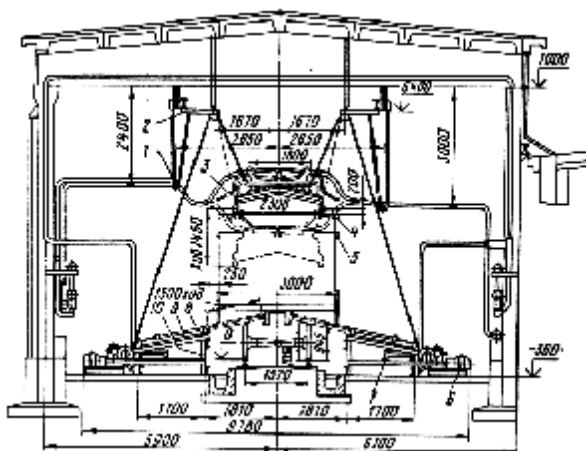


Рисунок 5.24

На установке можно разогревать грузы, смерзшиеся в полувагонах грузоподъемностью 69, 94, 125 т – цельнометаллических, с деревянной обшивкой кузова, с тормозной площадкой и без нее.

Установка включает в себя: агрегаты с газовыми инфракрасными излучателями с подвижными системами (2 – подвесная металлоконструкция, 3 – панель верхнего обогрева, 6 – привод панелей верхнего и нижнего обогрева, 8 – горелка, 9 – направляющая рама панели нижнего обогрева, 10 – опорная металлоконструкция), системы подвода газа и воды (1, 7 – газопроводы), контрольно-измерительную аппаратуру и приборы автоматики, пульт управления, помещение установки вагонов (4-й, 5-й уровни обвязочных поясов шестиосного и четырехосного полувагонов), маневровое устройство.

Число агрегатов в установке определяется потребным фронтом размораживания.

Смерзшаяся в полувагоне железная руда и ее концентрат толщиной слоя 200...300 мм оттаивает в установке в 1,5...2,0 раза быстрее, чем в конвективном тепляке. Особенно заметно увеличивается скорость размораживания (в 5...6 раз) при оттаивании слоя смерзшегося груза толщиной 20...30 мм. При глубине промерзания железной руды до 100 мм на ее оттаивание установкой требуется 20 мин.

Схема тепляка с комбинированным подводом тепла к вагонам с размораживаемым грузом приведена на рисунке 5.25.

Излучатели, отражатели и вентиляционное оборудование размещены в здании типового конвективного тепляка длиной 117 м, шириной 6 м и высотой 4 м. Тепляк по длине разделен на восемь самостоятельных теплоизлучающих секций длиной по 14 м. Каждая из них состоит из потолочной панели 4, боковых вертикально-трубчатых панелей 11, состоящих из монтажных блоков длиной 3 м, и нижних панелей 7. Потолочные и боковые панели оснащены отражательными экранами 10 из алюминиевых листов, размещенными между панелями и стенами здания тепляка.

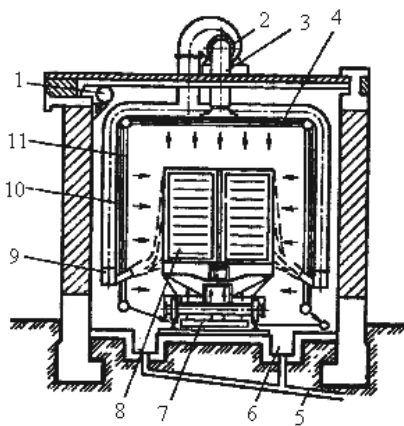


Рисунок 5.25

Каждая теплоизлучающая секция оборудована самостоятельной вентиляционной системой, состоящей из вентилятора 2, всасывающего короба 3, напорных воздуховодов 9 и распределительных коробов с соплами (расположены с шагом 600...700 мм), расположенными с обеих сторон железнодорожного пути. Из коробов через сопла воздух направляется на кузов полувагона 8. Пар с температурой 180 °С поступает по паропроводу 1. Конденсат отводится от каждой панели в общую сточную канаву 6, конденсатную магистраль 5 и далее через охладитель в дренажный бак.

Продолжительность оттаивания для полувагонов с деревянной обшивкой 40...50 мин, а с металлическим кузовом – 25...35 мин.

Вентиляторы в секциях включают только при разогреве груза в металлических полувагонах, когда возможно в допустимых пределах увеличить тепловую нагрузку. При этом продолжительность работы вентиляторов составляет 20 % общего времени размораживания угля.

### 5.2.3 Назначение, классификация, принцип действия устройств для очистки подвижного состава

Для механизации операций по выгрузке остатков грузов создан ряд устройств, применение которых значительно ускоряет процесс очистки, обеспечивает условия охраны труда и техники безопасности работников, занятых на разгрузочных операциях. Схема классификации этих устройств приведена на рисунке 5.26.

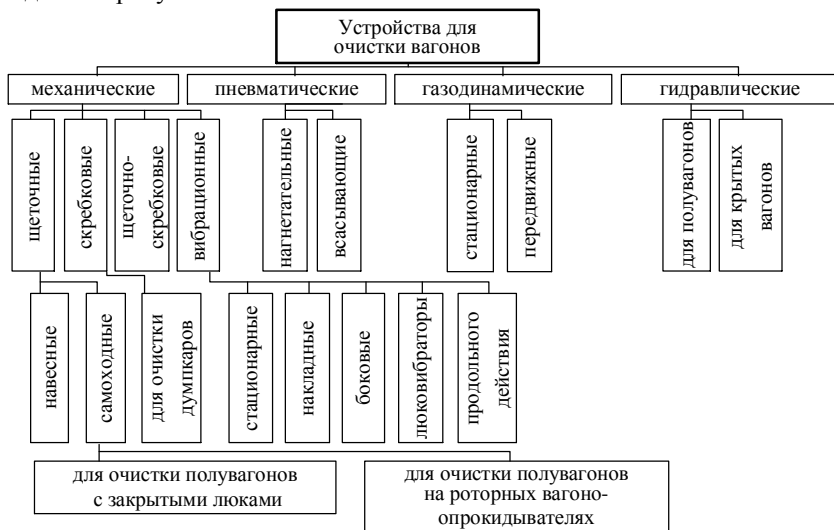


Рисунок 5.26

При существующих способах разгрузки полувагонов в их кузовах остается значительная часть невысыпавшегося или невычерпанного груза. Основная его масса обычно задерживается на крышке нижних люков, нижнем обвязочном поясе кузова и верхних полках хребтовой, шкворневых и поперечных балок. Наибольшее количество остатков наблюдается на крышках надтележечных люков, угол открывания которых ( $26^\circ$ ) значительно меньше угла естественного откоса насыпных грузов в покое ( $40 \dots 45^\circ$ ).

При выгрузке на вагоноопрокидывателях его остатки в полувагоне составляют  $0,3 \dots 1,0$  т, при выгрузке грейферным краном –  $2 \dots 6$  т, а при гравитационной выгрузке через нижние люки остатки груза достигают  $10 \dots 15$  т.

Щеточные очистные устройства механически очищают полувагоны от остатков груза, воздействуя на насыпной материал непосредственно своими рабочими органами-щетками из металлической проволоки. Щетки могут располагаться вертикально, горизонтально и комбинированно в зависимости от того, какую часть внутренней поверхности кузова они очищают: боковые стенки, днище или одновременно всю поверхность кузова.

Достоинство щеточных устройств – малый шум в процессе работы, просты в конструкционном отношении, сравнительно дешевы в изготовлении.

Щеточное устройство (рисунок 5.27) выполнено в виде сменного навесного оборудования к козловому крану. Оно предназначено для очистки полувагонов, разгружаемых через нижние люки. Для одновременной очистки крышек двух пар люков устройство имеет комплект из четырех очистных элементов, поворачивающихся относительно приводных валов 2 основной продольной рамы 3. Каждая пара очистных элементов 1 на противоположных сторонах кузовов имеет электропривод 6 со специальным редуктором. Очистные элементы 1 представляют

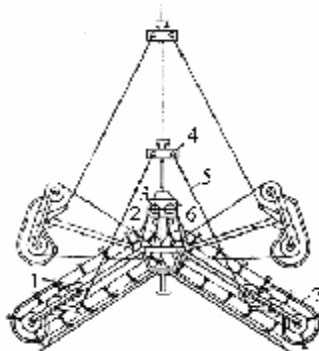


Рисунок 5.27

собой сдвоенные щеточные конвейеры с плоскими щетками, которые равномерно распределены на тяговых цепях конвейеров. Тяги 5 на подъемной траверсе 4 создают третью точку подвеса для каждого очистного элемента. Для исключения ударов щеток о стенки кузова предусмотрены защитные дуги-ограничители 7. Крышки люков очищают при включении конвейеров движением щеток в сторону открытого люка. По окончании очистки траверсу 6 поднимают вверх и за счет имеющихся в рамах очистных элементов балансиров уменьшают габарит элементов по ширине. При этом нижняя рабочая ветвь каждого из них занимает горизонтальное положение. Это обеспечивает очистку поверхностей балок рамы полувагона в процессе переноса устройства к следующей группе люков.

Схема самоходного щеточного устройства для очистки полувагонов с закрытыми люками приведена на рисунке 5.28.

Вращающаяся горизонтальная щетка 14 рабочего органа машины и движущиеся перед нею два подгребающих лопастных шнека 13 подают остатки груза к скребковому питателю, который передает их в загрузочную воронку ковшового элеватора 15. Поднятый элеватором груз выдается на один из двух поперечных отвальных ленточных конвейеров 3. Портал 12 машины, установленный на четырех тележках 1, перекрывает два пути и перемещается с помощью электроприводов 2. На верхней ферме портала размещены рельсы 5, по которым движется с помощью электропривода 11 и концевого блока 4 тележка 10 с поворотной фермой 7, опирающейся катками на опорно-поворотный круг 6. В направляющих поворотной фермы установлен ковшовый элеватор 15 с электроприводом 8, а в нижней ее части смонтирована зачистная головка со скребковым питателем, подгребающими шнеками 13 и щеткой 14.



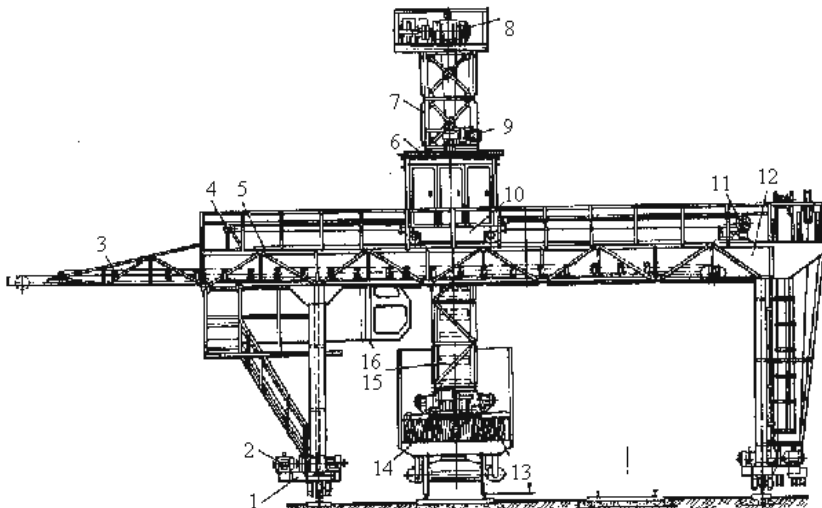


Рисунок 5.28

Шнеки и скребковый питатель, щетки и привод смонтированы на качающихся рамах, каждая из которых удерживается пружинами и может поворачиваться на небольшой угол. Такая конструкция подвески обеспечивает плотное прилегание щетки к днищу полувагона и необходимый зазор между подгребающими шнеками и их отражательным щитом и днищем полувагона. Управляют установкой из кабины 16. В нерабочем положении тележку с элеватором и зачистной головкой выводят за пределы габарита подвижного состава в сторону от железнодорожного пути.

Для очистки группы полувагонов оператор опускает в первый из них (вплотную к его торцевой двери) зачистную головку с включенной в работу щеткой. По достижении щеткой днища полувагона оператор включает механизм передвижения портала и со скоростью 9 м/мин очищает полувагон от остатков насыпного груза. После подхода кожуха элеватора 15 к плоскости, противоположной торцевой двери кузова полувагона, что фиксируется концевым выключателем, его поднимают с помощью электропривода 9, выводят за пределы бортов и разворачивают на 180°.

Затем рабочий орган вновь опускается внутрь кузова щеткой вплотную к этой же торцевой двери и при обратном движении портала окончательно очищают кузов. Забранный груз подается в отвал конвейером. После этого элеватор и зачистную головку вновь поднимают из кузова вагона и подают портал к следующему вагону.

Время очистки четырехосного полувагона – не более 4 мин.

Схема передвижного щеточного устройства для очистки полувагонов, разгружаемых на стационарных роторных вагоноопрокидывателях, приведена на рисунке 5.29.

Самоходная тележка 4 установки перемещается по рельсовому пути, уложенному вдоль приемного бункера вагоноопрокидывателя. На тележке смонтирована поворотная платформа с колонной 5, оборудованной горизонтальными и вертикальными роликами 2, между которыми перемещается стрела 6. К стреле крепится рама 1 с одной вертикальной 9 и двумя горизонтальными 8 щетками, имеющими каждая свой индивидуальный привод 7.

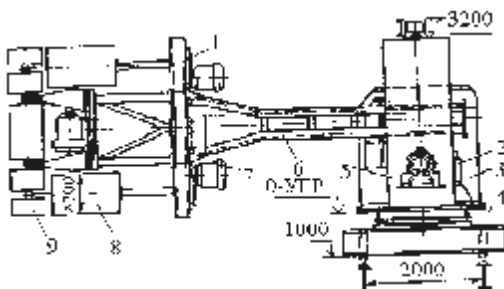


Рисунок 5.29

После опрокидывания полувагона ротор вагоноопрокидывателя устанавливают так, чтобы боковые стенки кузова заняли горизонтальное положение. Затем щеточное очистное устройство выводится из тупика и стрела поворачивается таким образом, чтобы вертикальная щетка оказалась у торца вагона. Этой щеткой очищают торцовую стенку кузова, затем в процессе передвижения установки оператор, находящийся в кабине 3, очищает боковые стенки и днище кузова. Для обеспечения лучшего прилегания щеток к днищу кузова горизонтальные щетки могут раздвигаться с помощью пневмоцилиндра. После очистки второй торцевой стенки щеточное устройство выводят из вагона и устанавливают в тупике в нерабочее положение так, что ось стрелы располагается вдоль оси ротора вагоноопрокидывателя.

Время очистки четырехосного полувагона – 2...3 мин.

Скребковое устройство для очистки думпкаров (рисунок 5.30) представляет собой самоходную раму 10, передвигающуюся с помощью электромеханического привода 8 вдоль вагона по рельсам опорных балок 9. В направляющих самоходной рамы привод 5 перемещает тележку 6, несущую стрелу 2 со скребком 1. На ведущей оси тележки смонтирован барабан 7 с тросом, второй конец которого крепится в зажиме 11. Такой барабан устраняет пробуксовку катков тележки. Предусмотрена специальная муфта привода для предупреждения обрыва троса при перегрузках. Стрела 2 поднимается и опускается с помощью лебедки 4 и полиспаста 3.

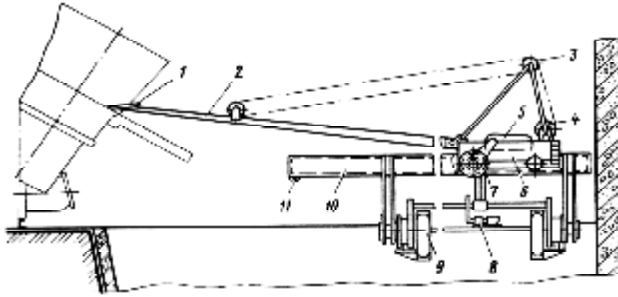


Рисунок 5.30

Управление установкой дистанционное. Включая лебедку, опускают стрелу с ножами на днище думпкара. Очистка его начинается с момента включения электропривода тележки, которая, подавая вперед стрелу с ножами, очищает остатки груза. Затем тележку отводят в исходное положение и включают привод самоходной рамы. Чередую взаимные перемещения тележки и самоходной рамы, очищают всю рабочую поверхность днища думпкара от намерзшей и налипшей руды.

Навесное щеточно-скребковое устройство (рисунок 5.31) рассчитано для использования его в разгрузочном комплексе на повышенном пути. Это устройство содержит основную продольную раму 13, комплект очистных элементов в виде сдвоенных щеточно-скребковых конвейеров, шарнирно подвешенных верхними концами своих рам 16 на приводных валах 15, механизмах привода 14, траверсу 6, шарнирные тяги 11 и гибкие подвески 12.

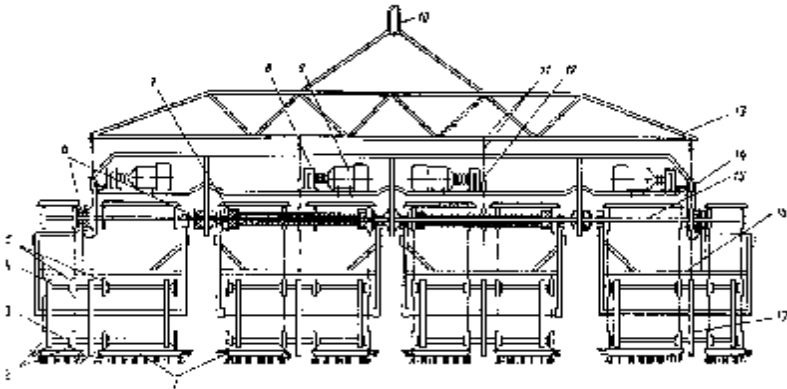


Рисунок 5.31

Рабочие очистные элементы расположены симметрично продольной оси устройства и смонтированы по числу одновременно очищаемых крышек люков – по четыре с каждой стороны. Очистной элемент состоит из двух параллельных конвейеров, имеющих общие приводные валы 3,4 и 15 для

ведущих 7 и концевых звездочек 2 и 5. Тяговые цепи, огибающие эти звездочки, попарно оснащены плоскими щетками и скребками 1, расположенными последовательно.

В зазоре между конвейерами каждого очистного элемента проходит тяга, удерживающая раму 16 при подъеме устройства краном за серьгу 10. Электродвигатели 9 и редукторы 8 обеспечивают синхронное вращение валов 15 во взаимно противоположных направлениях. Таким образом, щетки и скребки с нижней стороны конвейеров движутся от продольной оси вагона в стороны боковых стен и обеспечивают удаление остатков груза с наклонных крышек люков за пределы кузова вагона. Для исключения ударов о стенки кузова вагона скребками и жесткими деталями щеток в зазоре каждого очистного элемента установлены защитные дуги-ограничители 17, которые обеспечивают удобную наводку устройств при установке его на открытые крышки люков.

Время очистки четырехосного полувагона – не более 4...5 мин.

Применение вибрационных механизмов (вибраторов) для очистки полувагонов от остатков насыпных грузов – наиболее распространенный и достаточно эффективный способ. При колебании вибратором стен кузова и крышек нижних люков полувагона с определенным ускорением свободно лежащие на их поверхностях или несильно прилипшие к ним частицы груза под действием сил инерции отрываются от этих поверхностей и постепенно начинают "стекать" в открытые люки.

Если частицам сообщить колебания с ускорением выше определенного критического значения, угол естественного откоса насыпного груза уменьшается, стремясь к нулевому значению. При этом частицы груза становятся все более подвижными, приобретают свойства текучести, благодаря чему интенсивно высыпаются из полувагона.

При работе вибрационного механизма его "рабочая зона" проходит лишь по плоскости контакта частиц насыпного груза с очищаемой поверхностью кузова, не распространяясь в глубину слоя оставшегося насыпного груза, поэтому вибрационные очистные механизмы оснащены электродвигателями небольшой мощности.

Стационарный боковой вибратор (рисунок 5.32) устанавливается на бункерных и эстакадных грузоприемных устройствах. Вибровозбудитель 9, имеющий два вала 3 и позволяющий регулировать амплитуду возмущающей силы, приводится в движение электродвигателем 4 посредством клиноременной передачи. Вибровозбудитель

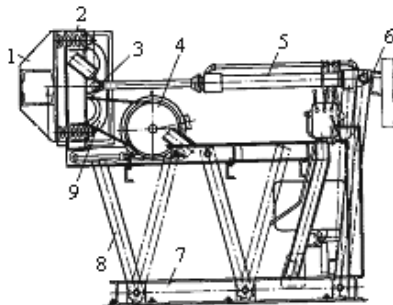


Рисунок 5.32

крепится болтовым соединением к привалочному брусу 1, связанному пружинными амортизаторами с нажимным брусом 2, шарнирно скрепленным стойками 8 с основной рамой 7. Штоки гидроцилиндров 5, закрепленных на опорном бруске 6, вводят вибрационное устройство в пределы габарита подвижного состава и прижимают вибратор к нижней раме кузова полувагона. Продолжительность вибрирования кузова вагона не более 3 мин.

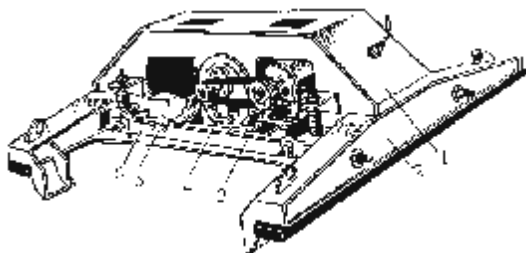


Рисунок 5.33

Накладной вибратор (рисунок 5.33) состоит из вибровозбудителя 4, представляющего собой двухвальный дебалансовый привод закрытого исполнения, размещенного в средней части основной рамы корпуса вибратора 1, опирающегося лыжками 2 на борта полувагона. Асинхронный электродвигатель 3 мощностью 28 кВт и противовес 5 установлены на специальной раме 6, свободно подвешенной с помощью вертикальных и горизонтальных пружин для того, чтобы исключить вредное воздействие на него вибрации.

Вибратор устанавливают краем посередине кузова полувагона на его верхний обвязочный пояс. После включения электродвигателя вибратора за 4...6 мин четырех-, шести- или восьмиосный вагон очищают от остатков насыпного груза, которые сыплются под действием вибрации по наклонным крышкам люков за пределы кузова полувагона.

Перед включением вибратора несущие тросы должны быть ослаблены, чтобы не подвергать вредному воздействию вибрации конструкцию грузо-подъемного крана.

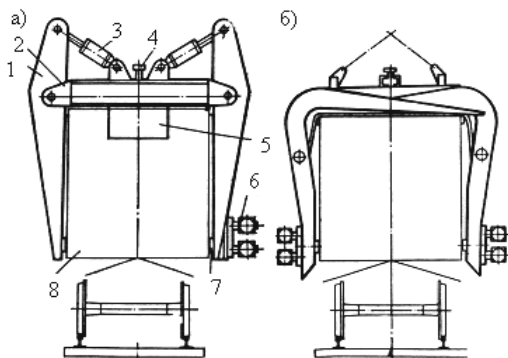


Рисунок 5.34

Боковой вибратор одно-стороннего действия (рисунок 5.34, а), подвешиваемый на кране приспособлением 4, охватывает кузов полувагона двумя рычагами 1, шарнирно закрепленными на горизонтальной балке 2. На верхние концы рычагов воздействуют гидроцилиндры 3, прижимающие находящийся на нижнем конце двухвальный вибровозбудитель 6. В средней части горизонталь-

ной балке 2. На верхние концы рычагов воздействуют гидроцилиндры 3, прижимающие находящийся на нижнем конце двухвальный вибровозбудитель 6. В средней части горизонталь-

ной балки смонтирована гидронасосная станция 5. После опускания вибратора на верхнюю обвязку полувагона 8 кузов сжимается привалочными балками 7 и очищается направленными горизонтальными колебаниями. Разработан также вариант с вибровозбудителями на двух рычагах (рисунок 5.34, б).

Люковибратор (рисунок 5.35) предназначен для очистки остатков насыпных грузов из полувагонов, разгружаемых на бункерных приемных устройствах. Два его вибровозбудителя состоят из двух соосных вибраторов 1, закрепленных на опорных плитах 3. Каждая из плит оборудована двумя штырями 2. Траверса 4 с блоками подвески 5 служит основной рамой люковибратора. В нерабочем положении люковибратор поднимается электротельфером 6 за пределы габарита приближения строений.

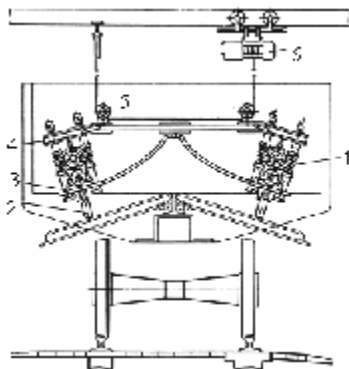


Рисунок 5.35

Зачистку крышек крайних люков полувагона оператор начинает после того, как через эти люки высыплется груз. Для этого он опускает люковибратор внутрь кузова до упора штырями 2 в крышки двух противоположных люков; в течение 20...30 с после пуска электродвигателей крышки очищаются от остатков груза. Затем полувагон передвигается маневровым устройством, груз выгружается через открываемые следующие люки, и люковибратор очищает следующую пару крышек.

Общая затрата времени на очистку люков одного четырехосного полувагона составляет 8...10 мин, что объясняется цикличностью работы вибратора и необходимостью многократных (7 раз на один полувагон) перестановок; стенки и балки рамы полувагона при этом практически не очищаются.

Вибратор продольного действия (рисунок 5.36) устанавливается краном в промежутке между сцепленными полувагонами и очищает одновременно их кузова без отцепки от состава. Корпус 1 вибратора вклинивается между упорами-скользунами 2, опирающимися на элементы рамы каждого из вагонов.

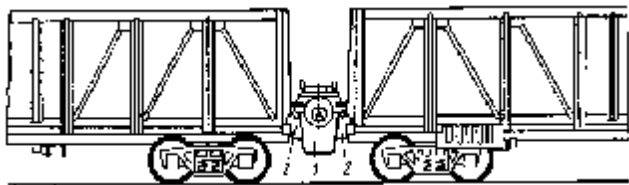


Рисунок 5.36

Поглощающие аппараты автосцепок, находящиеся в сцепленном состоянии, сжимаются так, что вибратор и полувагон образуют единую жесткую систему. Время очистки двух полувагонов составляет 1...3 мин.

Пневматическое навесное очистное устройство конструкции ХИИТ нагнетательного действия (рисунок 5.37) предназначено для очистки полувагонов выдуванием остатков грузов через открытые нижние люки. На раме 1 устройства смонтированы два вентилятора 2, оснащенные насадками 3, седлообразными соплами 5 и боковыми патрубками 4. Для подавления пыли устройство оснащено водяными баками и форсунками подачи воды в струи воздуха.

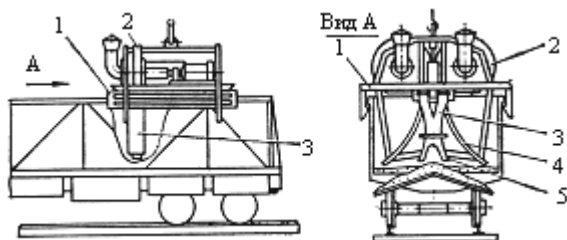


Рисунок 5.37

Струи воздуха, направленные на поверхности хребтовой балки, крышек и стен полувагона, эффективно удаляют остатки не только угля и других грузов с частицами до 50...80 мм. В процессе очистки кран перемещает устройство вдоль полувагона и опускает его в кузов.

Всасывающая пневматическая очистная установка используется для сухой очистки кузовов крытых вагонов от остатков грузов с частицами размером до 45 мм. Установка рассчитана на очистку одновременно двух вагонов четырьмя насадками щелевого или вихревого типа. Пылесосные насадки с гибкими шлангами перемещаются внутри вагона вручную. Крупные остатки груза, увлекаемые потоками воздуха, засасываемого воздухоудовкой, оседают в циклоне и собираются в бункерах-сборниках. На очистку вагона затрачивается 10 мин.

Получил развитие газодинамический способ очистки полувагонов, позволяющий за счет теплового и динамического воздействия реактивной струи газа от турбореактивного двигателя удалять прилипшие, смешавшиеся и даже сильно примерзшие остатки груза. Газодинамическая очистка обеспечивает высокую производительность до 200...250 полувагонов в час при хорошем качестве очистки.

Основной недостаток ее – сильный шум, превышающий допустимые нормы, значительное пылеобразование.

Схема стационарной газодинамической (турбореактивной) очистной установки приведена на рисунке 5.38. Входящий в ее состав авиационный двигатель 2 установлен в специальном помещении 3.

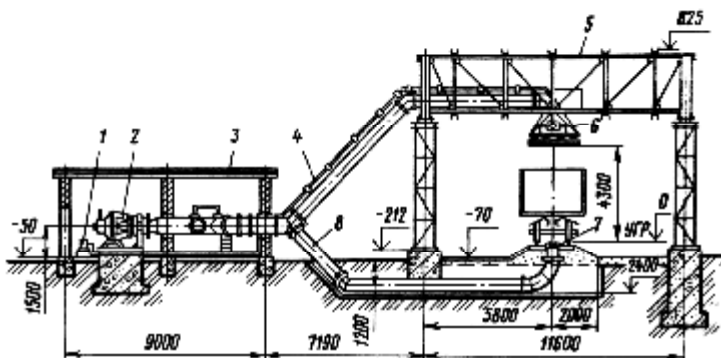


Рисунок 5.38

Верхний газопровод с соплом 6 опирается на ферму стационарного портала 5 и служит для очистки внутренних поверхностей кузова. Для уменьшения пылеобразования к соплу по трубопроводу 4 насосом 1 подается вода, вследствие чего образуется направленное пароводяное облако. По газопроводу 8 обработанный газ подается из камер сгорания двигателя к соплам 7 для очистки наружных поверхностей и ходовых частей полувагона.

Вагоны передвигаются под установкой маневровой лебедкой. Удаленные из вагонов остатки грузов, скапливающиеся на площадке в зоне работы установки, периодически убираются бульдозером.

Передвижная газодинамическая установка (рисунок 5.39) состоит из авиационного двигателя 1, шарнирно установленного 2 на удлиненной раме трактора 3. Канатно-блочная стрела позволяет поднимать и опускать авиадвигатель. Это изменяет угол атаки газовой стрелы из сопла по отношению к поверхности кузова очищаемого думпкара.

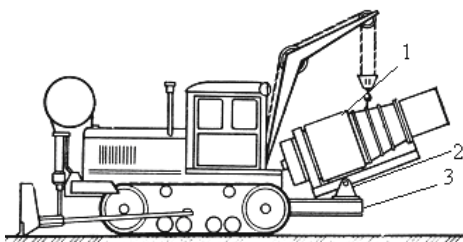


Рисунок 5.39

В гидравлических установках для очистки полувагонов, крытых вагонов используется динамический удар водяной струи, подаваемый через сопла на остатки груза под давлением 0,5...0,8 МПа.

Гидравлическая установка для очистки полувагонов (рисунок 5.40) смонтирована в крытом ангаре. Обмывочная рамка 3 с соплами 4, установленная на портале 1, опускается в кузов вагона подъемным устройством 2. Вода для обмыва, зимой подогретая, подается насосом 6. Рамка 3 имеет привод качания сопел 4, обслуживающих внутренние поверхности кузова.



Сопла наружного и нижнего 5 контуров также могут раскачиваться с помощью рычажной системы от привода 7.

Передвижная гидравлическая установка для очистки крытых вагонов (рисунок 5.41) оборудована моющими приборами на трубах 1 и 4, соединенных рамой с нижними трубами, к которым присоединен питающий напорный шланг. Трехходовые краны 9 переключают поток воды в предельных положениях. К корпусу 3 прикреплен гидродвигатель 2, вал которого через муфту 6 соединен с валом червячного редуктора 7 на колесной паре. На раме установлены также ведомая колесная пара 8 и домкрат 5 с выдвигаемым рояльным колесом для разворота машины.

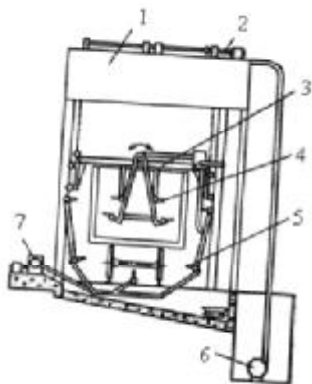


Рисунок 5.40

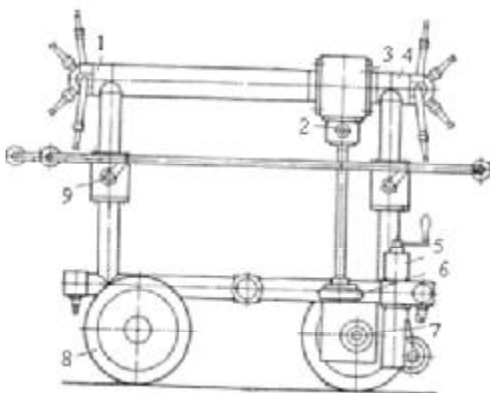


Рисунок 5.41

### 5.3 Бункеры. Затворы. Питатели

#### 5.3.1 Назначение, классификация, устройство, принцип действия, пропускная способность бункеров

Бункеры представляют собой емкости, предназначенные для кратковременного хранения сыпучих материалов.

Бункеры применяются для накопления груза (аккумулирующие); для обеспечения равномерного непрерывного движения грузов в технологическом процессе и при сочетании работы машины периодического действия с машинами непрерывного действия (уравнительные); для временного хранения сыпучих грузов в производственном процессе до начала переработки и после (технологические).

По размерам бункеры можно разделить на неглубокие (или просто бункеры), у которых плоскость обрушения в самой глубокой точке массы пересекает свободную поверхность материала, и глубокие (или силосы), у которых плоскость обрушения пересекает стенки бункера, т.е. высота значительно превышает ширину. Силосы, у которых диаметры имеют большие размеры (18...24 м), называют резервуарами.

Схема классификации бункеров в зависимости от их формы приведена на рисунке 5.42, а схемы бункеров – на рисунке 5.43.



Рисунок 5.42

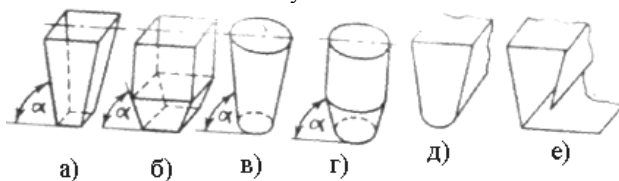


Рисунок 4.53

Бункеры изготавливают металлическими, железобетонными, деревянными и комбинированными.

Металлические бункеры имеют сравнительно небольшую массу, их опоры занимают мало места; изготавливают их на заводах с последующей сваркой на местах установки. Эти бункеры достаточно долговечны при хранении в них сухих грузов, эксплуатация их дешевле эксплуатации других бункеров. При хранении влажных грузов металлические бункеры подвержены коррозии и увеличивается коэффициент трения груза о стенки, что может затруднять разгрузку бункеров.

Железобетонные бункеры применяют для хранения сухих и влажных грузов. Они долговечны, но, как правило, дороже и тяжелее металлических. Железобетонные бункеры малопригодны для хранения горячих материалов, так как бетон дает трещины вследствие термических деформаций.

Деревянные бункеры сравнительно недолговечны (срок службы 8...10 лет) и требуют частого ремонта. Комбинированные бункеры представляют собой сочетание отдельных конструкций, изготовленных из различных материалов. Например, железобетонный корпус бункера соединяют с металлическим днищем, каменный или кирпичный корпус с металлической арматурой сочленяют со сборным железобетонным днищем.

Форму и размеры бункера, величину угла наклона стенок днища, размеры и расположение разгрузочного отверстия выбирают в соответствии с родом груза, подлежащего переработке, для обеспечения правильного истечения материала из бункера.

Истечение груза из выпускных отверстий полностью заполненного бункера обычно характеризуется тем, что в массе груза начинается движение вертикальный столб, расположенный над выпускным отверстием. Верхний слой груза образует воронку, по которой его частицы перемещаются в центральную зону (рисунок 5.44, а) и происходит нормальное истечение.

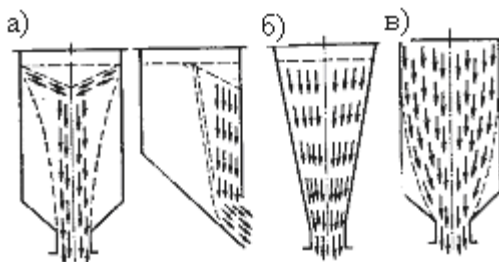


Рисунок 5.44

При углах наклона поверхностей днища более  $70...80^\circ$  происходит сплошное или гидравлическое истечение (рисунок 5.44, б). Гидравлическое истечение возникает и при выпуске из бункера сильно аэрированного насыпного груза и интенсивных вибраций груза в бункере. При нормальном истечении груза и при постоянном пополнении бункера в массе груза развивается так называемый объем обрушения (рисунок 5.44, в), в котором груз по всему сечению, кроме пограничных слоев, движется равномерно и имеет вид сплошного истечения. Это не исключает, однако, возможности образования сводов над выпускным отверстием и выброса груза, особенно пылевидного в момент разрушения сводов.

Своды над отверстием могут образовываться не только из кусковых грузов (рисунок 5.45, а), но и из мелкофракционных, обладающих связностью (рисунок 5.45, б).



Рисунок 5.45

Для хорошо сыпучих грузов ширина отверстия истечения

$$A_{\text{н}} \geq (3...6)a, \quad (5.1)$$

где  $a$  – размер типичного куска груза.

Меньшие значения  $A_{\text{и}}$  принимают для рядовых грузов, а бóльшие – для сортированных.

Минимально допустимый гидравлический радиус отверстий бункеров, содержащих связные грузы,

$$R_{\Gamma}^{\min} = K_0 R_{\text{св}} , \quad (5.2)$$

где  $K_0$  – коэффициент надежности истечения;  $K_0 = 1,5 \dots 2,0$  ;

$R_{\text{св}}$  – гидравлический радиус наибольшего сводообразующего отверстия для связных грузов;

$$R_{\text{св}} = \tau_0 (1 + \sin \varphi) / (\rho g) , \quad (5.3)$$

где  $\tau_0$  – начальное сопротивление груза сдвигу;

$\varphi$  – угол внутреннего трения груза;

$g$  – ускорение свободного падения;

$\rho$  – объемная плотность груза.

Гидравлический радиус определяется как отношение площади выпускного отверстия к периметру.

Для плохо сыпучих грузов наименьший размер отверстия определяют по формулам:

– для круглого отверстия диаметром  $D$  и квадратного со стороной  $b$

$$D = b = \frac{4(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0}{\rho g} + a ; \quad (5.4)$$

– для прямоугольного отверстия со сторонами  $a$  и  $b$

$$b = \frac{2(b - a)(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0}{(b - a) \rho g - 2(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0} + a ; \quad (5.5)$$

– для щели шириной  $b_{\text{щ}}$

$$b_{\text{щ}} = \frac{2(1 + \sin \varphi) K_3 \tau_0}{\rho g} + a , \quad (5.6)$$

где  $K_3$  – коэффициент запаса (1,5...2,0).

Для предотвращения сводообразования груза необходимо правильно выбирать конструкцию бункера, особенно углы наклона поверхностей у выпускных отверстий, использовать соответствующие питатели, а также стабилизаторы и побудители.

Стабилизаторы, воспринимающие давление вышележащих слоев, создают постоянное давление в нижней части бункера. Используются простейшие стабилизаторы – односкатные пластины 1 или двускатные пластины 2, а также конические козырьки-рассекатели, которые устанавливаются над выпускной воронкой (рисунок 5.46,  $a, б$ ).

В качестве побудителей истечения используют горизонтальные или вертикальные валы с лопатками, подвижные штанги 3 (рисунок 5.46, в), решетки 4 (рисунок 5.46, з), цепи и сетки, опущенные в толщу груза, вибропобудители 5 (рисунок 5.46, д, е), накладные вибропобудители 6 (рисунок 5.46, ж), аэрационные рыхлители 7 (рисунок 5.46, з).

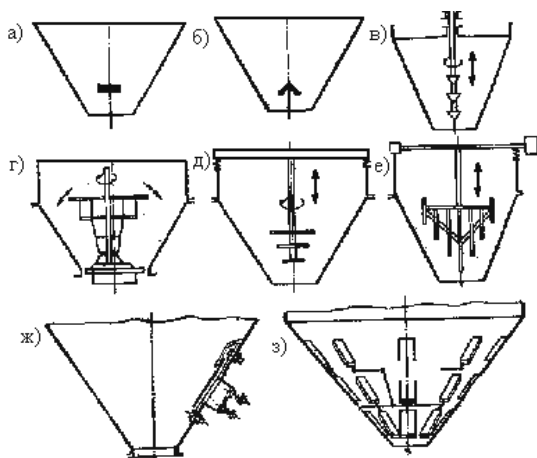


Рисунок 5.46

Вибропобудители воздействуют на стенки емкости или на толщину груза либо только на нижнюю сужающуюся часть бункера, которая в этом случае выполняется в виде отдельной насадки, упруго присоединенной к основной конструкции. Применяют также сотрясательные виброшетки и вибрирующие конусы, которые размещают в зоне возможного образования сводов.

Аэрационные побудители устанавливают в определенном порядке по всей поверхности дна бункера. Аэрирующими плитами покрывают обычно 25...40 % поверхности дна.

Для управления и регулирования загрузочных и разгрузочных устройств и контроля уровня заполнения бункеров и силосов применяют: мембранные и диафрагменные датчики, которые устанавливают в стенках бункеров с их внутренней стороны (рисунок 5.47, а, б); электромеханические датчики-крыльчатки, останавливающиеся при достижении заданного уровня груза (рисунок 5.47, в); электрические щупы (рисунок 5.47, г), посылающие при незначительном отклонении от вертикали при встрече с грузом сигнал в электрическую цепь за счет выкатывания шарика из гнезда (рисунок 5.47, д) или смещения колокола (рисунок 5.47, е); фотоэлектрические или действующие по той же схеме

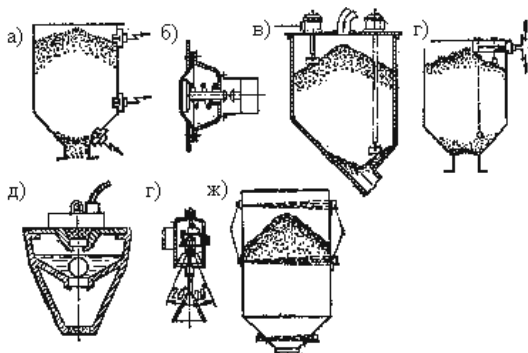


Рисунок 5.47

радиационные датчики (рисунок 5.47, ж), подающие сигнал при наличии некоторой толщи груза в пространстве между излучателем и индикатором.

Пропускная способность определяется количеством груза, способного пройти через выпускное отверстие бункера в единицу времени,

$$\Pi = F_{\Pi} \nu \rho, \quad (5.7)$$

где  $F_{\Pi}$  – эффективная площадь отверстия истечения, определяемая с учетом размера  $a$  типичных кусков груза (размеры отверстия уменьшаются на  $a$ );

$\nu$  – средняя скорость движения насыпного груза из выпускного отверстия бункера.

Средняя скорость движения из выпускного отверстия бункера при гидравлическом истечении

$$\nu = \lambda_{\text{и}} \sqrt{2hg}, \quad (5.8)$$

где  $\lambda_{\text{и}}$  – коэффициент истечения, определяемый опытным путем и зависящий от подвижности и гранулометрического состава материала ( $\lambda_{\text{и}} = 0,6$  – для хорошо сыпучих порошкообразных и зернистых материалов,  $\lambda_{\text{и}} = 0,4$  – для кусковых материалов и  $\lambda_{\text{и}} = 0,22$  – для пылевидных и влажных порошкообразных материалов);

$h$  – высота столба насыпного груза.

При нормальном истечении скорость груза зависит от размеров и формы выпускного отверстия. Для расчета скорости истечения определяется сначала гидравлический радиус отверстия истечения и критическое значение этого радиуса. Гидравлический радиус

$$R_{\Gamma} = F_{\text{и}} / L_{\text{об}}, \quad (5.9)$$

где  $L_{\text{об}}$  – периметр эффективного отверстия истечения.

Гидравлический радиус для круглого отверстия

$$R_{\Gamma} = (D - a) / 4; \quad (5.10)$$

– для квадратного

$$R_{\Gamma} = (\varrho - a) / 4; \quad (5.11)$$

– для прямоугольного

$$R_{\Gamma} = \frac{(\varrho' - a)(\varrho'' - a)}{2(\varrho + \varrho - 2a)}; \quad (5.12)$$

– для щелевого

$$R_{\Gamma} = (A_{\text{ш}} - a) / 2, \quad (5.13)$$

где  $A_{\text{ш}}$  – ширина отверстия.

Критический гидравлический радиус отверстия истечения

$$R_{кр} = t_0 / (r m_{ид} g) + a / 2, \quad (5.14)$$

где  $m_{ид}$  – коэффициент подвижности идеально сыпучего груза;

$$m_{ид} = (1 - \sin\phi) / (1 + \sin\phi) \quad (5.15)$$

или приближенно

$$m_{ид} = 0,18f, \quad (5.16)$$

где  $f$  – коэффициент внутреннего трения.

При гидравлическом радиусе отверстия истечения  $R_r \geq R_{кр}$  скорость истечения груза

$$v = \lambda_{и} \sqrt{2g \left( 1,6R_r - \frac{\tau_0}{g\rho f} \right)}; \quad (5.17)$$

$$\text{при } R_r < R_{кр} \quad (5.18)$$

$$v = \lambda_{и} \sqrt{2g \left( 2,1R_r - \frac{3,4\tau_0}{g\rho f} \right)}. \quad (5.19)$$

Скорость истечения при боковой разгрузке

$$v_a = v \sin\alpha, \quad (5.20)$$

где  $\alpha$  – угол наклона к горизонтали выпускного лотка.

### 5.3.2 Назначение, классификация, устройство, принцип действия затворов бункеров

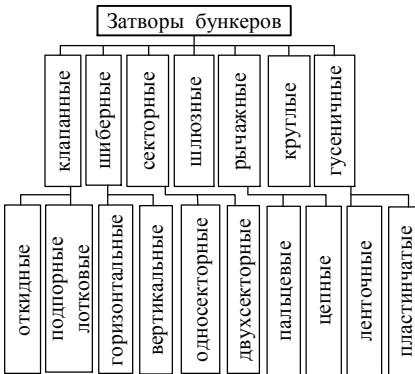


Рисунок 5.48

Для перекрытия выпускных отверстий и регулирования потока груза из бункера при хорошо сыпучих грузах применяют преимущественно затворы различных типов.

Схема классификации затворов бункеров приведена на рисунке 5.48.

Клапанный откидной затвор (рисунки 5.49, а) применяют в бункерах малой вместимости, опорожняющихся за один прием, так как перекрыть выпускное отверстие здесь можно только при порожнем бункере. За-

твор открывают с помощью рукоятки 1. При этом шарнирный клапан 2 поворачивается вокруг оси 3, прикрепленной к стенке бункера. В положение «закрыто» клапан возвращается противовесом 4.

Разновидностью клапанного затвора является лотковый затвор 5 (рисунок 5.49, б), при повороте которого создается подпор истекающему потоку груза. Изменяя угол наклона лотка, регулируют интенсивность опорожнения бункеров малой и средней вместимости.

В плоском (шиберном) затворе (рисунок 5.49, в, г) выпускное отверстие перекрывается плоской задвижкой 6, перемещающейся в направляющих пазах. Основные достоинства этих затворов – малые размеры и простота конструкции, а недостатки – возможность защемления кусков груза и значительные сопротивления закрытию и открытию задвижки.

Односекторный затвор (рисунок 5.49, д) применяют при наличии сыпучих, но не крупнокусовых грузов. Шарнирная цилиндрическая заслонка с боковыми щетками в виде секторов 7 поворачивается вокруг оси 8, закрепленной на стенке бункера. Двухсекторный затвор 9 (рисунок 5.49, е) применяют при значительных размерах выпускного отверстия бункера. По сравнению с плоскими затворами он требует значительно меньшего усилия для открывания и закрывания выпускного отверстия.

Рычажный пальцевый затвор (рисунок 5.49, ж) близок по конструкции к секторному затвору. Несколько массивных криволинейных рычагов 10 (пальцев), посаженных на общую ось 11 вплотную один к другому, образуют сплошную «стенку», позволяющую перекрывать поток высыпающегося груза. Рычаги поднимают и опускают с помощью гибких нитей 12. Если какой-либо рычаг ложится на скользящий по днищу выпускного отверстия груз, это не препятствует остальным рычагам опускаться до днища. Такой затвор применяют обычно при наличии тяжелых крупнокусовых грузов.

Аналогичен пальцевому цепной затвор (рисунок 5.49, з), у которого для закрытия выпускного отверстия опускают несколько обрезков цепей 13 с грузом 14 на концах. Для предотвращения просыпания мелкого груза используют планки, которые опускают перед рычагами и цепями.

Особым является шлюзовой затвор (рисунок 5.49, и), выполняемый в виде принудительно вращаемого в плотно прилегающем корпусе 15 секторного ротора 16, обеспечивающего изоляцию бункера от места выдачи материала. Такие затворы применяются в установках для пневматического транспортирования материала.

Гусеничные затворы разделяют на ленточные и пластинчатые (рисунок 5.49, к). Рабочим органом ленточного затвора является бесконечная прорезиненная лента 17, расположенная под выпускным отверстием и закрепленная в точке  $a'$ . Она огибает два барабана 18, а ее ветвь, прилегающая к выпускному отверстию, установлена на поддерживающие ролики, которые, как и барабаны, смонтированы на подвижной раме затвора, пере-



мещаемой горизонтально-реечной передачей. При движении рамы вправо верхняя ветвь ленты до концевой барабана остается неподвижной, а нижняя движется вправо, что сопровождается укорачиванием находящегося над отверстием участка верхней ветви ленты, и выпускное отверстие постепенно открывается.

Круглый затвор (рисунок 5.49, л) состоит из корпуса 19 и барабана 20, цапфы которого вращаются в подшипниках скольжения. Барабан имеет сквозные отверстия 20, пропускающие насыпной груз, вытекающий из выпускного отверстия бункера.

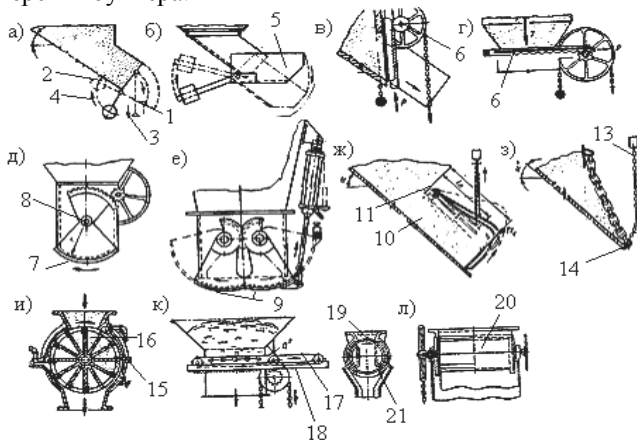


Рисунок 5.49

### 5.3.3 Назначение, классификация, устройство, принцип действия питателей бункеров

Подбункерные питатели (рисунок 5.50) применяют для выдачи из бункеров в течение длительного времени равномерного, непрерывного, регулируемого по размеру потока навалочного груза, например, на машины непрерывного действия. Питатели устанавливают под выпускными отверстиями бункеров. При этом, как правило, отпадает необходимость в затворах, так как питатели обеспечивают необходимый подпор потока

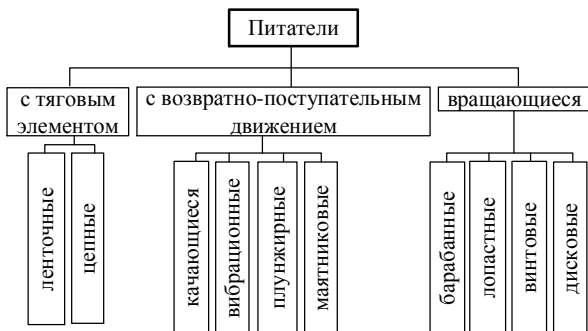
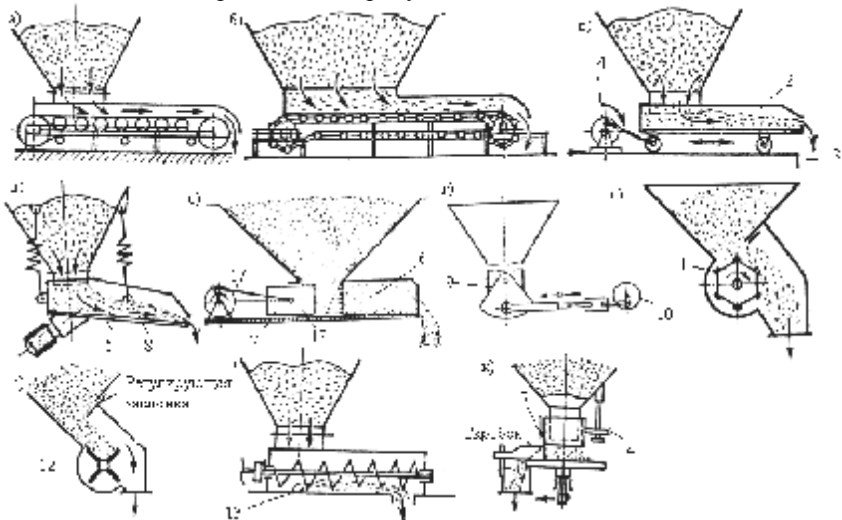


Рисунок 5.50

Питатели устанавливают под выпускными отверстиями бункеров. При этом, как правило, отпадает необходимость в затворах, так как питатели обеспечивают необходимый подпор потока

истекающего груза.

Схемы питателей приведены на рисунке 5.51.



**Рисунок 5.51**

Ленточные питатели (рисунок 5.51, а) применяют для выдачи из бункеров всех видов материалов – от пылевидных до среднекусковых при производительности до  $300 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Представляет собой короткий ленточный конвейер 1 повышенной прочности, рассчитанный на восприятие усилия от давления груза, передающегося через выпускное отверстие. В питателях используют резинотканевые ленты шириной  $0,4 \dots 1,2 \text{ м}$ . Длина питателей – до  $4 \text{ м}$ , скорость ленты –  $0,05 \dots 0,5 \text{ м/с}$ .

Производительность питателя регулируется изменением либо толщины слоя груза с помощью задвижки, либо скорости движения ленты.

Производительность питателя регулируется изменением либо толщины слоя груза с помощью задвижки, либо скорости движения ленты.

Цепные пластинчатые питатели (рисунок 5.51, б) применяют, в отличие от ленточных, в тяжелых условиях под большим выпускным отверстием для плохосыпучих, крупнокусковых грузов при производительности до  $1000 \text{ м}^3/\text{ч}$ . Они допускают подъем под углом до  $30^\circ$ . Настилы имеют ширину  $0,5 \dots 2,4 \text{ м}$ . Длина питателей – до  $18 \text{ м}$ , скорость –  $0,02 \dots 0,4 \text{ м/с}$ .

Ленточные и цепные пластинчатые питатели снабжают бортами, что позволяет увеличить толщину слоя перемещаемого груза и производительность питателей.

Качающийся питатель (рисунок 5.51, в) применяют для хорошо сыпучих грузов. Груз на огражденный кожухами рабочий стол питателя 2 поступает из бункера. Стол опирается на ролики 3 и получает возвратно-

поступательное движение от кривошипно-шатунного механизма 4. При ходе вперед стол выносит из-под выпускного отверстия бункера порцию груза, которая при ходе стола назад ссыпается через его переднюю кромку. Поток груза, выдаваемый питателем, регулируется заслонкой или изменением частоты качения хода стола. Производительность 50...75 т/ч.

Вибрационный питатель (рисунок 5.51, *з*) применяют для мелко- и среднекусковых грузов. Он является разновидностью качающихся питателей, имеет малую амплитуду (ход) и большую частоту колебаний лотка 5, а также более равномерную подачу груза. Поток груза, выдаваемый питателем, регулируют изменением амплитуды или частоты колебания лотка. Производительность – до 1200 т/ч, длина – до 5 м, ширина – до 1,9 м.

Плунжерный питатель (рисунок 5.51, *д*) снабжен лотком 6, по которому возвратно-поступательно при помощи кривошипно-шатунного механизма 8 движется плунжер 7. Стальной питательный плунжер при ходе вперед перемещает перед собой мелкофракционный насыпной груз, который ссыпается с лотка в приемное устройство, при ходе назад плунжер освобождает место для следующей порции груза. Обычно число ходов плунжера не превышает одного в минуту, длина хода плунжера 75...150 мм; производительность зависит от площади сечения плунжера, его хода, скорости движения. Большие сопротивления, возникающие при проталкивании груза плунжером вдоль неподвижных лотка и стенок, ограничивают производительность питателей этого типа.

Маятниковый питатель (рисунок 5.51, *е*) имеет секторный затвор 9, приводимый в действие кривошипно-шатунным механизмом 10. Его производительность регулируется изменением частоты вращения каленчатого вала. Применяют при работе с мелкокусковыми и зернистыми грузами.

В барабанном питателе (рисунок 5.51, *ж*) в качестве рабочего элемента служит вращающийся вокруг горизонтальной оси гладкий (для хорошосыпучих мелкокусковых, зернистых и пылевидных грузов) или граненый (для крупнокусковых грузов) барабан. При неподвижном положении барабан подпирает истекающий из бункера груз, выполняя функцию затвора. Во время вращения барабан увлекает груз в направлении выгрузки, обеспечивая производительность, пропорциональную окружной скорости на поверхности барабана и сечению потока, которое регулируется заслонкой. Скорость выдачи груза 0,025...1,0 м/с.

Лопастные питатели (рисунок 5.51, *з*) применяют как дозаторы, т.е. при повороте на некоторый угол они могут выдавать определенную порцию груза, находящуюся между лопастями 12.

Винтовой питатель (рисунок 5.51, *и*) применяют для перемещения малоабразивных мелкокусковых, зернистых и пылевидных грузов. Горизонтальный винтовой конвейер 13 ограниченной длины без промежуточных опор работает с коэффициентом заполнения, близким к единице. Пита-

тель обеспечивает надежную выдачу равномерного потока груза и надежное регулирование производительности (с помощью задвижки выпускного отверстия бункера или вследствие изменения частоты вращения винта. Производительность винтового питателя – 5...25 т/ч.

Дисковый питатель (рисунок 5.51, κ) применяют для любых навалочных грузов. Груз из выпускного отверстия бункера поступает на вращающийся вокруг вертикальной оси диск 14 питателя, с которого необходимой ширины слой груза сбрасывается с помощью неподвижного скребка 15. Выдаваемый питателем поток груза регулируют с помощью телескопического патрубка и скоростью вращения диска.

## 5.4 Перегрузочные и спускные самотечные устройства

### 5.4.1 Назначение, классификация, принцип действия спускных самотечных устройств

В тех случаях, когда материал транспортируется сверху вниз, можно применять гравитационный его спуск по наклонной плоскости. Такой способ широко используется в различного рода транспортирующих установках: при подаче материала в бункеры, для передачи от затворов и питателей к конвейерам, при перегрузке с одного конвейера на другой и при укладке материала на месте.

Угол наклона самотечного устройства должен быть таким, чтобы груз мог перемещаться вниз самотеком с заданной скоростью. Неправильный выбор угла наклона ведет к тому, что груз застревает на лотке или перемещается с недопустимой скоростью, что может привести к его порче.

Схема классификации спускных самотечных устройств приведена на рисунке 5.52, а их схемы – на рисунке 5.53.



Рисунок 5.52

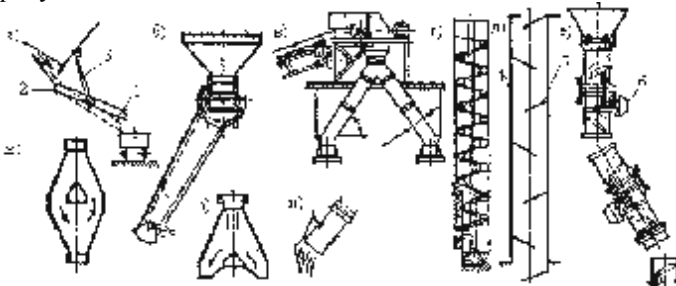


Рисунок 5.53

Спускные лотки 1 (желоба) (рисунок 5.53, а) выполняют корытообразной формы, немного суживающимися к выходной части. Одним концом они подвешены шарнирно 2, второй висит на тяге изменяемой длины 3, что позволяет варьировать угол наклона желоба.

При транспортировании по желобу кускового материала или штучных грузов с максимальным размером  $a_{\max}$  ширина желоба  $B$  должна быть не меньше  $3a_{\max}$ . Высота бортов в желобах равна  $0,4B$ , а толщина металла –  $3 \dots 8$  мм.

Спускные трубы (рисунок 5.53, б) применяют для перемещения пылящих материалов. Трубы с разветвлениями (рисунок 5.53, в) используют для перегрузки материала с одного конвейера на другие.

При перемещении мелкофракционного материала диаметр спускной трубы должен быть не менее 300 мм.

Для спуска материалов, преимущественно штучных, с большой высоты (при ограничении участка в плане) целесообразно применять винтовые спуски (рисунок 5.53, з). Сыпучие материалы при нежелательности их падения с большой высоты можно подавать через каскадные спуски (рисунок 5.53, д), представляющие собой вертикальные шахты 4 с расположенными по спирали наклонными лотками 5, применяемыми в качестве гасителей скорости.

Спускные трубы используют для подачи бетона к местам укладки. Чтобы бетон в них не задерживался и не расслаивался, их оборудуют вибраторами 6. Называют такие устройства виброхоботами (рисунок 5.53, е).

#### **5.4.2 Назначение, классификация, принцип действия перегрузочных устройств**

Перегрузочные устройства предназначены для передачи грузов с одного на другое транспортное средство и на склад.

Классификация перегрузочных устройств приведена на рисунке 5.54.

Горизонтальные сталкиватели (переталкиватели) в основном используются для перегрузки тарно-штучных грузов. Широкое применение горизонтальные сталкиватели получили при механизации операций по загрузке и разгрузке различного подъемно-транспортного оборудования: напольных и подвесных конвейеров, ручных и самоходных тележек, штабелирующих устройств, гравитационных спусков, приемных бункеров, подъемных столов и т. д.

Наиболее широкое применение горизонтальные сталкиватели получили при двухпозиционной перегрузке, когда груз переталкивается с одной опорной плоскости на другую.

На рисунке 5.55 приведены схемы двухпозиционной перегрузки грузов с помощью стационарных сталкивателей с пневматическим или гидравли-

ческим приводом. На рисунке 5.55, а груз 3 переталкивается пневмотолкателем 4 с роликового конвейера 2 на самоходную тележку 1. Схема перегрузки с напольного конвейера на другой напольный конвейер, установленный под углом 90° к первому, приведена на рисунке 5.55, б. Груз 3, транспортируемый пластинчатым конвейером с помощью гидротолкателя 4, переталкивается на пластинчатый конвейер.

Загрузка и разгрузка тележек горизонтально замкнутого напольного конвейера с помощью гидротолкателей изображена на рисунке 5.55, в. Грузы 2, транспортируемые тележками 4 конвейера с помощью гидротолкателя 3, перегружаются на рабочие роликовые столы 1, а при помощи гидротолкателя 5 перегружаются со стола на платформу тележки. На рисунке 5.55, г показана перегрузка груза с грузонесущего подвешенного конвейера на ленточный конвейер. Груз 2 с подвешенного конвейера 3 с грузозахватного устройства 4 перегружается пневмотолкателем 5 на ленточный конвейер 1, расположенный под углом 90° к трассе подвешенного конвейера. На рисунке 5.56 приведена схема трехпозиционной перегрузки с помощью двухступенчатого телескопического цилиндра. Грузы 2 с двух параллельно направленных роликовых конвейеров 3 и 4 передаются на пластинчатый конвейер 1, расположенный к ним под углом 90°, а также с конвейера 4 на конвейер 3.

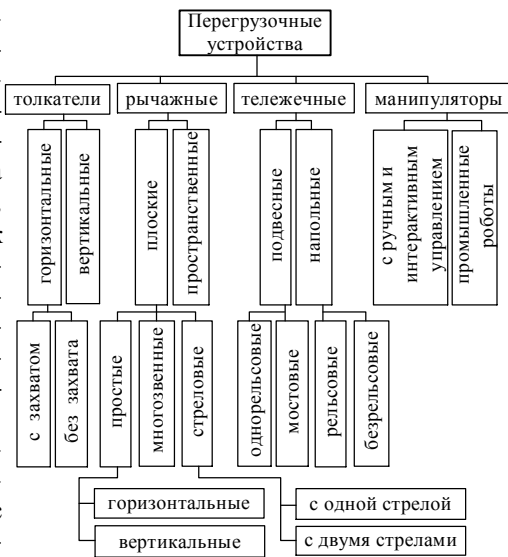


Рисунок 5.54

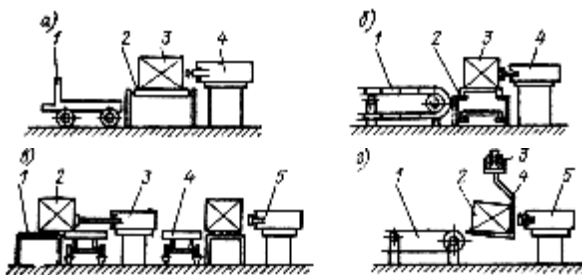


Рисунок 5.55

В зависимости от типа груза и особенностей перегрузочного процесса на горизонтальных переталкивателях устанавливают толкающие упоры различной конфигурации или захватные устройства. Толкающие упоры только передают усилие грузу при прямом или обратном ходе переталкивателя. Захваты выполняют более сложные функции по сохранению определенного положения груза в процессе перегрузки, по обеспечению захвата груза при прямом и обратном ходе переталкивателя, по изменению положения груза в период перегрузки.

Вертикальные толкатели широко используются для перегрузки тарных, штучных грузов с напольного конвейера на напольный конвейер, с напольного конвейера на подвесной, с подвесного конвейера на подвесной, с конвейера на транспортное средство.

Пример перегрузки штучных грузов с напольного конвейера на другой напольный конвейер, расположенный под углом к первому, приведен на рисунке 5.57. Грузы 1, транспортируемые приводом роликового конвейера 9, перегружаются на приводной роликовый конвейер 2, роликотное полотно которого находится ниже роликов конвейера 9. Вертикальный толкатель содержит пневмоцилиндр 8 со штоком 5. На конце штока закреплена рама 3 (стол) с роликами 4. В верхнем положении штока ролики стола находятся на одном уровне с роликами конвейера 9. В нижнем положении штока ролики стола располагаются ниже роликов 7 конвейера 2.

При подходе груза к конечному участку конвейера 9 стол поднимается в верхнее положение, и груз под действием сил инерции перемещается с конвейера на стол. При этом упор 6 препятствует сходу груза со стола. Затем стол опускается в нижнее положение, и груз оказывается лежащим на роликах 8, связанных с приводом конвейера 3. В результате груз перемещается из зоны стола, и вертикальный толкатель готов к выполнению очередного цикла перегрузки.

Перегрузка цилиндрических грузов 11 с внутренним отверстием с пластинчатого конвейера 9 на подвесной конвейер 1 схематично показана на рисунке 5.58.

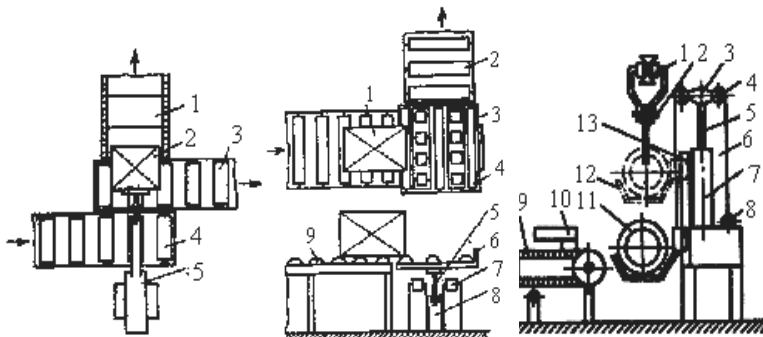


Рисунок 5.56

Рисунок 5.57

Рисунок 5.58

С помощью отсекаателя 10 плужкового типа груз по одному подается к вертикальному толкателю, состоящему из подъемного лотка 12, гидроцилиндра 7 со штоком 5, на конце которого закреплена траверса 3 с двумя звездочками 4. Через звездочки перекинута цепь 6, один конец которой прикреплен к лотку, а другой – к кронштейну 8, закрепленному на металлоконструкции. Лоток перемещается вдоль направляющей 13.

После загрузки лотка и при подходе свободной подвески с крюковым захватом 2 к зоне перегрузки подается команда на подъем лотка в верхнее положение. При дальнейшем продвижении подвески захват входит в отверстие заготовки, а лоток опускается, заготовка транспортируется подвесным конвейером в соответствии с заданным маршрутом.

Перегрузка грузов с одного подвесного конвейера на другой схематично показана на рисунке 5.59.

Грузы транспортируются в специальной таре 3, имеющей кронштейны для навешивания на подвески 8 подвесных контейнеров 1 и 10. Каждая подвеска несет адресоноситель 9 штыревого типа. Считывание адресов производится с помощью адресоприемников 2, установленных на позиции перегрузки. Перегрузка осуществляется автоматически по командам, подаваемым адресоприемниками.

Перегрузочное устройство содержит два вертикальных толкателя 5 и 6 и два горизонтальных переталкивателя 4 и 7, при помощи которых можно производить перегрузку с правого конвейера на левый и в обратном направлении.

При подходе адресованного на перегрузку груза вертикальный толкатель 5 поднимается в верхнее положение, снимая тару с подвески. После ухода подвески толкатель опускает стол с грузом в нижнее положение. Горизонтальный переталкиватель 4 перемещает груз на стол вертикального толкателя 6.

В момент подхода свободной подвески конвейера 10 толкатель 6 поднимает стол с грузом в верхнее положение и затем опускается. В результате тара оказывается на подвеске конвейера.

Рычажные перегрузжатели используют для загрузки и разгрузки тарноштучными грузами различных транспортно-складских и технологических установок: напольных и подвесных конвейеров, автомобилей, тележек, накопителей, подъемников, штабелеров.

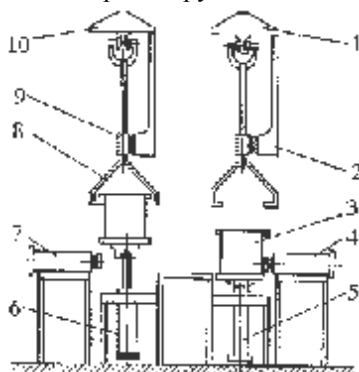


Рисунок 5.59



К основным достоинствам рычажных перегружателей относятся простота конструкции, надежность в эксплуатации, сравнительно небольшие затраты на изготовление.

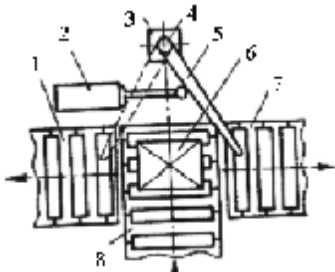


Рисунок 5.60

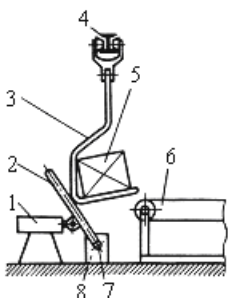


Рисунок 5.61

К простейшим перегрузочным механизмам относится горизонтальный рычажный переключатель (рисунок 5.60). Шарнирный рычаг 5, перемещающийся в горизонтальной плоскости, установлен на основании 3 с помощью шарнира 4. Рычаг предназначен для перегрузки грузов 6, транспортируемых роликовым конвейером 8, на два других роликовых конвейера 1 и 7. До подхода груза на позицию перегрузки с помощью пневмоцилиндра 2 рычаг устанавливается в нужное положение. После подхода груза пневмоцилиндр движется в обратном направлении, перемещая груз на другой конвейер.

Применение простейшего рычага, перемещающегося в вертикальной плоскости, показано на рисунке 5.61. Рычажный перегружатель 2, установленный с помощью шарнирного соединения 7 на основании 8, перемещается гидроцилиндром 1 на угол  $90^\circ$ .

Однозвенный рычаг предназначен для перемещения тарных грузов 5, транспортируемых подвесным конвейером 4, на ленточный конвейер 6, расположенный под углом  $90^\circ$  к трассе подвесного конвейера. В момент подхода подвески 3 с грузом к перегружателю срабатывает переключатель, и щиток цилиндра перемещает рычаг, который сбрасывает груз на движущуюся ленту конвейера.

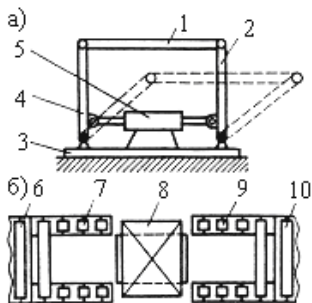


Рисунок 5.62

Четырехзвенный перегружатель (рисунок 5.62) используют для передачи грузов с одного напольного конвейера на другой. Устройство состоит из основания 3, к которому шарнирно прикреплены два рычага 2 и 4, несущие шарнирно закрепленную грузовую платформу 1. При повороте одного из рычагов платформа перемещается (выдвигается и опускается одновременно), оставаясь параллельной основанию.

Поворот рычагов осуществляется при работе гидроцилиндра 5 двустороннего действия с двусторонним штоком.

Устройство позволяет передавать грузы с роликового конвейера 6 на роликовый конвейер 10 и в обратном направлении. С этой целью хвостовые части конвейеров выполнены в виде вилок 7 и 9. До подхода груза 8, предназначенного для перегрузки, платформа, ширина которой меньше расстояния между зубьями вилок, переводится из среднего (исходного) положения в крайнее. После подхода груза платформа возвращается в исходное положение, снимая груз с конвейера. При перемещении платформы с грузом в противоположное крайнее положение груз устанавливается на полотно другого конвейера. После ухода груза устройство возвращается в исходное положение.

Перегружатель с одной стрелой (рисунок 5.63, а) установлен на полу и содержит опорную конструкцию 1, на которой шарнирно закреплена стрела 3, несущая вакуумный захват 4. Перегружатель имеет только привод изменения вылета стрелы в виде гидроцилиндра 2. Траектория перемещения груза ограничена дугой, лежащей в вертикальной плоскости.

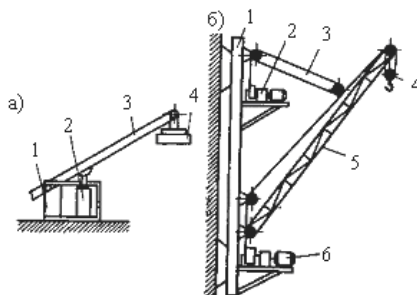


Рисунок 5.63

Стреловой перегружатель (рисунок 5.63, б) помимо привода изменения вылета стрелы имеет привод подъема груза. Перегружатель смонтирован на горизонтальной плите 1, закрепленной на стене. Привод изменения вылета стрелы содержит барабанную лебедку 2, которая через полиспаст 3 соединена со стрелой 5. Подъем груза осуществляется барабанной лебедкой 6, которая соединена с полиспастом крюкового захвата 4.

Перегрузочное устройство с двумя стрелами (рисунок 5.64) установлено на поворотной колонне 5 с приводом от электродвигателя 8 через редуктор 7 и зубчатую передачу 6. Устройство содержит две стрелы – основную 3 и вспомогательную 1 (гусек). Вылет основной стрелы меняется с помощью гидроцилиндра 4, угол наклона гуська меняется при работе гидроцилиндра 2.

Пространственный рычажный перегружатель для передачи грузов с одного подвесного конвейера на другой (рисунок 5.65) установлен на раме 5, к которой крепятся подвесные пути 6 конвейеров. При подходе грузовой каретки 7 в зону перегрузки подается команда на поворот рычага 11, установленного на кронштейне 9, в положение съема подвески 8. Поворот рычага осуществляет пневмоцилиндр 1, связанный через рейку 2 с шестерней 4, насаженной на вал 3.

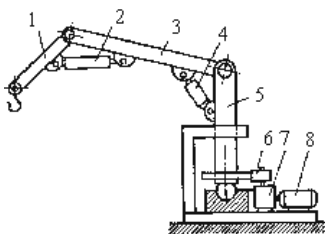


Рисунок 5.64

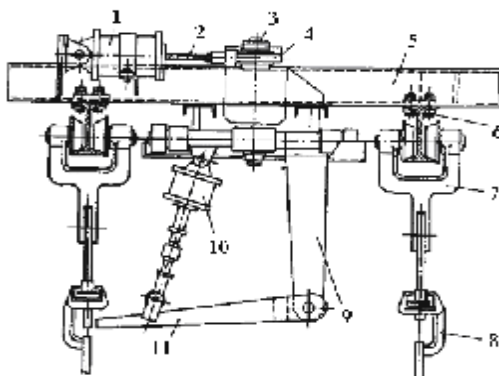


Рисунок 5.65

Съем подвески с конвейера происходит в момент подъема рычага пневмоцилиндром 10. Рычаг с грузом поворачивается на  $180^\circ$  в положение навешивания. В момент подхода каретки подается команда на опускание рычага, что приводит к навешиванию груза на конвейер.

К тележечным перегружателям относятся устройства, содержащие тележки и механизм перегрузки в виде захватов, переталкивателей, сбрасывателей. Помимо операций перегрузки тележечные устройства выполняют операции транспортирования грузов.

Подвесные тележечные перегружатели с автоматическим и полуавтоматическим управлением обычно создаются на базе узлов серийно выпускаемых электроталей, электротягачей, пневмоподъемников, крановых тележек. При этом часто крюковой захват заменяется специализированным механическим, вакуумным и электромагнитным захватом.

В качестве подвесных однорельсовых перегружателей применяются канатные электрические тали (рисунок 5.66), имеющие привод 4 и холостую тележку 1. На приводной тележке установлены два электродвигателя 5, которые через редуктор вращают приводные колеса 3. К тележкам крепится траверса 2, несущая механизм подъема 9, ящик 6 с пусковой аппаратурой, кнопочную станцию 7. Механизм подъема содержит канатный барабан 8 с подводом от электродвигателя, а также тормоза – электромагнитный колодный и грузоопорный. Питание на электродвигатель подается по троллеям с помощью токосъемочного устройства.

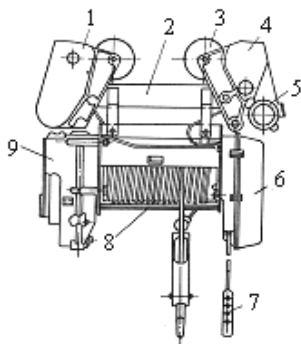


Рисунок 5.66

Тележечный перегружатель (рисунок 5.67) перемещается по двум рельсам 2. На платформе 14 смонтированы привод горизонтального передвижения тележки и привод подъема. Перемещение тележки осуществляется от электродвигателя 10 переменного тока. Вращение от двигателя передается на редуктор 13, соединенный с двигателем через муфту, на которую воздействует колодочный тормоз 11. Через вал 12 вращение передается на приводные колеса 1 с двумя ребордами. Перемещение тележки с малой скоростью (2,4 м/мин) происходит при работе электродвигателя 4.

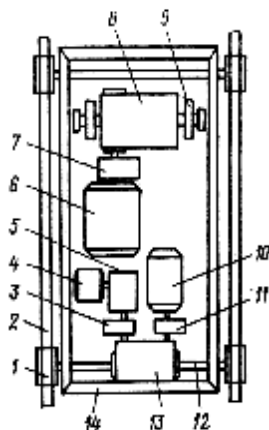


Рисунок 5.67

С редуктором 13 малый двигатель соединен через вспомогательный редуктор 5 и муфту с колодчатым тормозом 3. Привод подъема состоит из электродвигателя 6, редуктора 8, колодочного тормоза 7 и двух звездочек 9, несущих цепи, к которым прикреплен захват.

Тележечные перегружатели напольного типа применяют для передачи с одного напольного конвейера на другой, на участках приема и выдачи грузов складов различного назначения.

Схемы рельсовых напольных тележечных перегружателей приведены на рисунке 5.68.

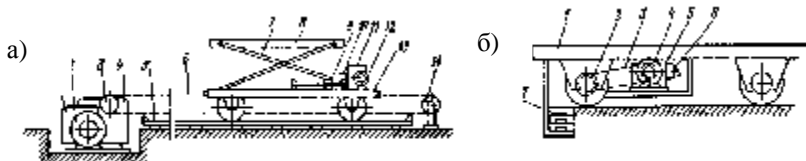


Рисунок 5.68

Перегружатель с вынесенным приводом (рисунок 5.68, а) перемещается по рельсам 5. Состоит из тележки 13 с подъемной платформой 8. Подъем платформы осуществляет рычажный механизм 7 с поступательной парой винт-гайка 9, получающей вращение от двигателя 12 через редуктор 11 и зубчатую передачу 10. Передвижение тележки осуществляет привод, состоящий из двигателя 2, редуктора 4 и тяговой цепи 6, огибающей приводную звездочку 3 и натяжную 14. На приводе установлен колодочный тормоз 1.

Стационарное размещение привода позволяет значительно сократить массу и габариты тележки, а также значительно увеличить ускорение (замедление) рельсовой тележки. Подобное увеличение ускорения дает воз-

возможность сократить время транспортных операций и значительно повысить производительность тележечного перегружателя.

Самоходная рельсовая тележка с троллейным питанием (рисунок 5.68, б) имеет привод с цепной передачей, размещенной под платформой 1. От электродвигателя 4 вращение передается через редуктор 5 и цепную передачу 3 на вал приводных колес 2. Имеется колодочный тормоз 6. Питание электродвигателя производится по троллеям с помощью токосъемника 7.

Для безрельсовых тележек применяют колеса, изготовленные из металла или полимерных материалов, а также с резиновыми шинами (пневматическими или массивными). Использование колес с резиновыми шинами позволяет снизить толчки, шум и вибрацию при движении тележки и предохранить пол от механических повреждений.

Манипуляторы применяются на погрузочно-разгрузочных операциях при обслуживании технологического оборудования, для внутрицеховых и межоперационных перемещений грузов на незначительные расстояния с одновременным переориентированием деталей (манипулированием).

Манипуляторы с интерактивным управлением также требуют участия оператора, но у них ручное управление чередуется с автоматическим, часть операций автоматизирована.

Автоматические манипуляторы выполняют все двигательные функции автоматически, по заданной программе. По способу обработки и перестройки программы различают автоматические манипуляторы, неперепрограммируемые автооператоры и перепрограммируемые – промышленные роботы.

Манипуляторы с ручным и интерактивным управлением выполняются с манипулирующим устройством в виде шарнирно-рычажного механизма, устанавливаемого на колонне (рисунок 5.69), подвесной кран-балке, с креплением на перекрытии, с креплением на настенном кронштейне.

Манипулятор предназначен для выполнения подъемно-транспортных операций при загрузке технологического оборудования и в складах. На опорном поворотном устройстве 2, установленном на колонне 1, размещены привод подъема 3 и манипулирующее устройство 4 с рукояткой управления и сменным захватом 6. Скорость перемещений регулируется бесступенчато. Манипулятор снабжен устройством с электронным ручным управлением, позволяющим точно и быстро маневрировать грузом, поднимать его и автоматически удерживать на любом уровне при перемещениях в горизонтальной плоскости, с высокой точностью ориентирования. Манипулятор оборудуется специальными сменными захватами для различных по форме грузов.

Промышленные роботы предназначены для автоматического выполнения операций по перемещению различных грузов с целью автоматизации производственных процессов. От традиционных средств автоматизации

они отличаются универсальностью воспроизводимых движений возможностью и быстрой перестройки и перехода на новые операции.

На рисунке 5.70 показан манипулятор, работающий в автоматическом режиме разгрузки подвешенного конвейера 2 через роликовые конвейеры 3 на один из ленточных конвейеров 4.

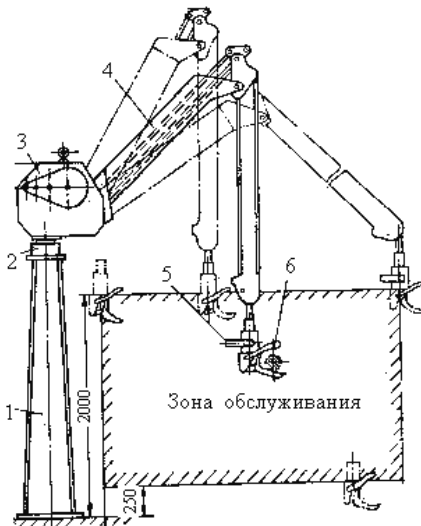


Рисунок 5.69

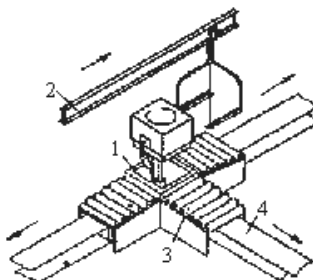


Рисунок 5.70

## 5.5 Подвесные монорельсовые и канатные дороги

### 5.5.1 Назначение, устройство, производительность подвесных монорельсовых дорог

Для перемещения грузов в закрытых складах, на открытых площадках при ограниченной площади, не позволяющей использовать наземные транспортные средства, применяют подвесные монорельсовые дороги.

Электрифицированная подвесная дорога (рисунок 5.71) предназначена для автоматизации подъемно-транспортных процессов и позволяет транспортировать различные грузы по разветвленной пространственной трассе, переводить их с одного уровня на другой, варьировать скорость передвижения, складировать, подавать изделия на технологические участки, автоматизировать процессы погрузки-выгрузки. Дорога может эксплуатироваться во взрывобезопасных и пожаробезопасных помещениях при температуре от +5 °С до +50 °С. Если на подвижном составе отсутствуют микропроцессорные устройства управления, эксплуатация возможна при температуре до минус 30°С.

Электрифицированная подвесная дорога состоит из ходового пути 3 (специальный алюминиевый профиль), на котором установлен малогабаритный защищенный шинопровод 4. Шинопровод крепится к вертикальной стенке ходового пути. Стандартное исполнение предусматривает 6 троллеев (максимальное – 8). По верхней полке ходового пути, подвешенного на специальных кронштейнах к металлоконструкции, перемещаются тележки 2 с индивидуальным приводом от мотор-редуктора 1. На каждом подвижном составе установлены бортовые устройства управления.

Питание и управление электродвигателем тележки осуществляется по шинопроводу с помощью токосъемников, установленных на бортовых устройствах управления.

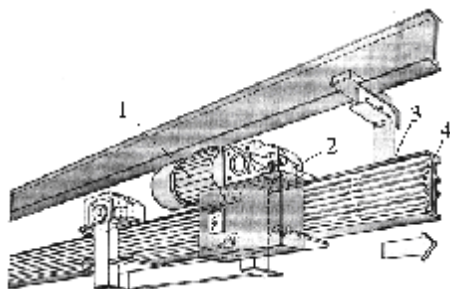


Рисунок 5.71

Электродвигатели привода – одно- или двухскоростные со встроенным тормозом.

Ходовые колеса и направляющие ролики бандажированы пластмассой.

В состав оборудования подвесной монорельсовой дороги входят (рисунок 5.72): пути прямые 1, горизонтальные изгибы 2, вертикальные изгибы (рисунок 5.73), шинопровод, элементы крепления, температурные стыки, подвижной состав, стрелки рамные 3, симметричные, тройные, стрелки-крестовины, секции круговые 4, секции с параллельными путями, секции с переносным горизонтальным устройством (рисунок 5.74), подъемно-опускные секции (рисунок 5.75), межэтажные лифты (рисунок 5.76).

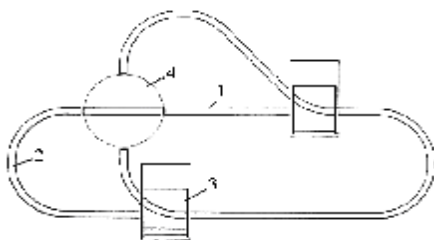


Рисунок 5.72

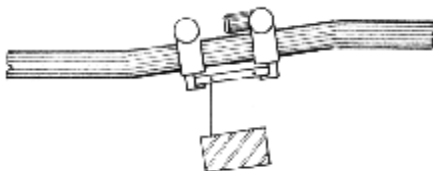


Рисунок 5.73

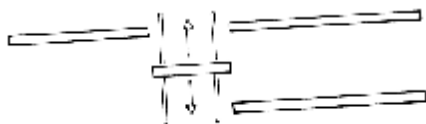


Рисунок 5.74

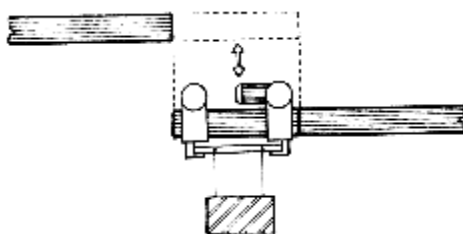


Рисунок 5.75

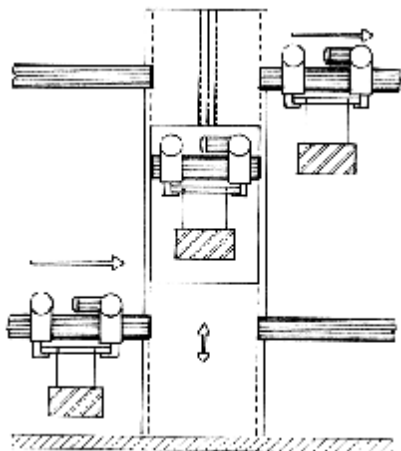


Рисунок 5.76

В состав оборудования также входят станции диагностики, которые предназначены для автоматического контроля (на ходу) параметров всех подвижных составов, находящихся в транспортной системе; износа щеток токосъемника, тормозного пути, работы электродвигателя и т. д. В случае каких-либо отклонений подвижной состав автоматически выводится на ремонтный участок.

Достоинства монорельсовой электрической дороги:

- высокая точность позиционирования ( $\pm 1$  мм);
- малая удельная металлоемкость;
- низкий уровень звукового давления (до 70 дБА);
- модульный принцип компоновки трассы.

Скорость движения подвижного состава – 0,06...2,0 м/с.

Производительность подвесной монорельсовой электрической дороги

$$P = nG_{гр}c, \quad (5.21)$$

где  $n$  – количество тележек, перемещающихся по дороге;

$G_{гр}$  – вес груза, перемещаемый одной тележкой;

$c$  – количество циклов, выполняемых тележкой за единицу времени.

### 5.5.2 Назначение, устройство, производительность подвесных канатных дорог

Подвесными канатными дорогами называют транспортные сооружения, в которых в качестве несущих и тяговых элементов используют канаты, подвешенные на опорах на некоторой высоте над поверхностью земли.



Подвесные канатные дороги используют для транспортирования грузов в горных, пересеченных, труднодоступных, густо застроенных местностях, где они часто являются единственно возможным видом транспорта и обеспечивают перевозки с наибольшей быстротой и наименьшими затратами.

Подвесные канатные дороги используют преимущественно для транспортирования массовых насыпных грузов – полезных ископаемых (руды, угля, торфа), нерудных строительных материалов (песка, гравия, щебня, дробленого камня), химического сырья, а также пустой породы в отвалы.

Схема классификации подвесных канатных дорог приведена на рисунке 5.77.



Рисунок 5.77

Характерной особенностью двухканатной грузовой подвесной дороги с кольцевым движением (рисунок 5.78, *а*) является наличие на линии гибких подвесных путей – несущих канатов 4 и 14, по которым совершает кольцевое движение подвижной состав – вагонетки 12, перемещаемые на линии (между станциями А и Б) тяговым канатом 5, счаленным в замкнутое кольцо. На погрузочной станции А вагонетки с помощью выключателя освобождают от тягового каната, загружают из бункера 2, в который груз, подлежащий перевозке, подается конвейером 1. Загруженные вагонетки перемещаются по жесткому рельсовому пути 3 к выходу станции, где с помощью включающего устройства они подключаются к тяговому канату 5 и перемещаются им по несущему канату 4 грузовой ветви к разгрузочной станции Б. Здесь вагонетки снова переходят на жесткий рельсовый путь 7, соединяющий несущие канаты грузовой и порожней ветвей, разгружаются в бункер 9, обходят оборотный шкив 8 тягового каната, подключаются к последнему и по несущему канату 14 порожней ветви возвращаются в пункт А. Концы несущих канатов 4 и 14 на станции А закреплены в якорях 11, а на станции Б натянуты грузами 10. На линии эти канаты поддерживаются опорами 6, тяговый канат 5 приводится в движение фрикционным приводом 13, расположенным на станции А.

Особенностью одноканатной подвесной дороги с кольцевым движением (рисунок 5.78, *б*) является то, что функции несущего и тягового элементов совмещены в одном несуще-тяговом канате 20 в замкнутое кольцо. Вагонетки 19 и здесь совершают кольцевое движение, но на линии между станциями А и Б они не опираются на гибкий подвесной путь, а подвешены к непрерывно движущемуся несуще-тяговому канату 20 и перемещаются вместе с ним.

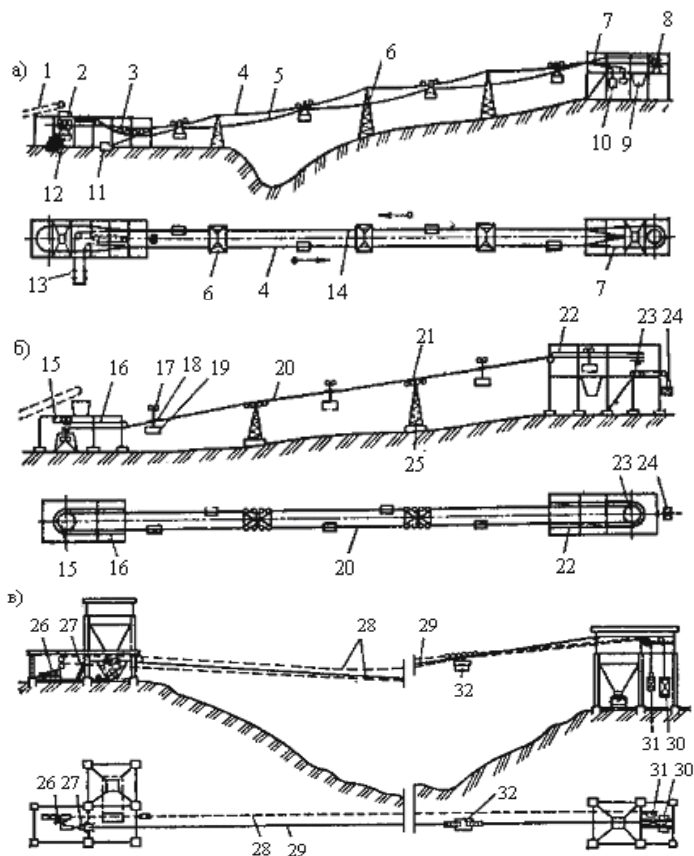


Рисунок 5.78

При входе на станцию вагонетки 19 автоматически отключаются от каната 20 и передвигаются по жестким рельсовым путям 16 и 22, опираясь на них ходовыми колесами 17. При спуске с рельсового пути вагонетки автоматически сцепляются с канатом зажимным аппаратом 18. Несущий-тяговый канат 20 приводится в движение фрикционным приводом 15 с канатоведущим шкивом.

Первоначальное натяжение каната, необходимое для передачи тягового усилия, создается натяжным грузом 24, оттягиваемым концевой шкив 23. На линии между станциями А и Б канат 20 поддерживается опорами 25 с балансируемыми роликовыми батареями 21. Есть дороги этого типа, у которых вагонетки наглухо прикреплены к тяговому канату и не имеют ходовых колес, а на станциях для них не устраиваются жесткие рельсовые пути.

Устройство однопутной канатной дороги с маятниковым движением показано на рисунке 5.78, в. Реверсивное (маятниковое) движение по несущему канату 29

совершает только одна вагонетка 32. Несущий канат прикреплен к якорю 27 и натянут контргрузом 30. Тяговый канат 28, как и на дорогах с кольцевым движением, отводится на одной из станций к фрикционному приводу 26, а на другой натягивается контргрузом 31. В качестве привода на таких дорогах иногда используют лебедку с барабаном, на котором закреплены два конца каната – сбегающий и набегающий. В этом случае натяжное устройство не применяют. Дороги данного типа выполняют как однопутными, так и двухпутными. В последнем случае маятниковое движение во взаимно противоположных направлениях совершают две вагонетки (каждая по своему пути), присоединенные к общему тяговому канату.

Производительность дорог достигает 1000 т/ч (двухканатная кольцевая с восьмью вагонетками грузоподъемностью 5,2 т). Довольно высокие значения производительности маятниковых дорог (хотя намного меньше, чем кольцевых) обеспечиваются высокими скоростями движения одиночных вагонеток (до 10 м/с) и их большой грузоподъемностью (до 25 т).

Длина подвесных канатных дорог не ограничена, так как дорогу можно образовывать из многих последовательно соединяемых самостоятельных секций. Известна дорога длиной 98 км. Длина безопорных пролетов может достигать 1,5 км, но обычно ее принимают во много раз меньшей. Уклон трассы, как правило, не превышает 30°.

Производительность канатных дорог определяется по формуле

$$П = nG_{гр}, \quad (5.22)$$

где  $n$  – число вагонеток, перемещаемых за единицу времени;

$G_{гр}$  – масса груза, загружаемого в вагонетку.

Достоинства подвесных канатных дорог:

- возможность соединять конечные пункты по кратчайшему расстоянию;
- их сооружение мало зависит от характера местности, наличия водных преград, сложного рельефа, застройки территории и др., не связано со строительством мостов, тоннелей, подземных переходов, выполнением других планировочных работ на местности;
- бесперебойная работа при любых погодных условиях (исключая сильный ветер);
- использование экологически чистого энергоносителя (электрическая энергия) и малые энергозатраты;
- бесшумная работа;
- высокая степень механизации и автоматизации рабочих процессов на станциях и на линии.

Недостатками канатных дорог являются:

- высокие единовременные капитальные вложения на их строительство;
- сложность выполнения строительно-монтажных работ в горной местности, где преимущественно их сооружают;
- существенно меньшая производительность по сравнению с производительностью ленточных конвейеров.

## Список литературы

- 1 *Абрамович И. И., Березин В. Н., Яуге А. Г.* Грузоподъемные краны промышленных предприятий: Справочник. – М.: Машиностроение, 1989. – 360 с.
- 2 *Александров М. П., Колобов Л. Н., Лобов Н. А.* и др. Грузоподъемные машины. – М.: Машиностроение, 1986. – 400 с.
- 3 *Аннинский Б. А.* Погрузочно-разгрузочные работы: Проектирование и расчет систем комплексной механизации. – Л.: Машиностроение, 1975. – 344 с.
- 4 *Батищев И. И.* Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте: Учебник для автотракторных техникумов. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1979. – 216 с.
- 5 *Богорад А. А.* Грузоподъемные и транспортные машины: Учебник для техникумов. – М.: Металлургия, 1989. – 416 с.
- 6 *Богорад А. А., Загузин А. Т.* Грузоподъемные краны машиностроительных предприятий: Учебник для ПТУ. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Высш. шк., 1990. – 271 с.
- 7 *Вайнсон А. А.* Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». – М.: Машиностроение, 1989. – 536 с.
- 8 *Вайнсон А. А., Андреев А. Ф.* Крановые грузозахватные устройства: Справочник. – М.: Машиностроение, 1982. – 304 с.
- 9 *Вьшинградский И. А.* Курс подъемных машин. – СПб., 1972. – 302 с.
- 10 *Гаранин Н. П.* Портовое подъемно-транспортное оборудование: Учебник для институтов водного транспорта. – М.: Транспорт, 1985. – 311 с.
- 11 *Голубков В. В., Киреев В. С.* Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства: Учебник для техникумов железнодорожного транспорта. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1981. – 350 с.
- 12 *Гриневич Г. П.* Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных работ на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1981. – 343 с.
- 13 *Дегтярев Г. Н.* Организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на автомобильном транспорте. – М.: Транспорт, 1978. – 105 с.
- 14 *Додонов Б. П., Лифанов В. А.* Грузоподъемные и транспортные устройства: Учебник для средних специальных учебных заведений. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1990. – 248 с.
- 15 *Ефимов Г. П., Алетин Е. А., Зискинд М. А., Коковский Я. Г., Мачульский И. И.* Погрузчики: Справочник / Под ред. Г. П. Ефимова. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Транспорт, 1989. – 240 с.
- 16 *Зенков Р. Л., Иваишков И. И., Колобов Л. Н.* Машины непрерывного транспорта. – М.: Машиностроение, 1987. – 432 с.
- 17 *Зерцалов А. И., Певзнар Б. И., Беленсон И. И.* Краны-штабелеры. 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1986. – 320 с.
- 18 *Иванов К. А., Смирнов Г. А.* Погрузочно-разгрузочные работы на мясокомбинатах: Справочник. 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Агропромиздат, 1990. – 191 с.
- 19 *Казакон А. П.* Технология и организация перегрузочных работ на речном транспорте. – М.: Транспорт, 1984. – 416 с.

- 20 Ковалев В. П. Транспортно-складское хозяйство: Справочное пособие. – Мн.: Выш. шк., 1994. – 208 с.
- 21 Козлов Ю. Т., Обермейстер А. М., Протасов Л. П. и др. Грузозахватные устройства: Справочник. – М.: Транспорт, 1980. – 223 с.
- 22 Куйбида Г. Г. Кабельные краны. – М.: Машиностроение, 1989. – 288 с.
- 23 Лапкин Ю. П., Малкович А. Р. Перегрузочные устройства: Справочник. – М.: Машиностроение, 1984. – 224 с.
- 24 Мачульский И. И., Киреев В. С. Подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте: Учебник для вузов. – М.: Транспорт, 1989. – 319 с.
- 25 Подъемно-транспортная техника и склады. – 1990. – № 4. – 79 с.
- 26 Подъемно-транспортная техника и склады. – 1991. – № 5. – 64 с.
- 27 Подъемно-транспортная техника и склады. – 1992. – № 3. – 48 с.
- 28 Перевозки смерзающихся грузов: Справочник / И.И. Батраков, Ю.А. Носков, В.Н. Хорламов, В.А. Шуруин/ Под ред. Ю. А. Носкова. – М.: Транспорт, 1988. – 208 с.
- 29 Петухов П. З., Ксюнин Г. П., Серлин Л. Г. Специальные краны: Учебное пособие для машиностроительных вузов по специальности «Подъемно-транспортные машины и оборудование». – М.: Машиностроение, 1985. – 248 с.
- 30 Плюхин Д. С., Угодин Е. Г., Икаников Е. А., Алыкская Л. И. Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами: Справочник / Под ред. Д.С. Плюхина – М.: Транспорт, 1989. – 303 с.
- 31 Погрузочная техника: Эксплуатация и ремонт: Справ. изд. / Г. И. Потаков, А. А. Раков, В. И. Пандеров – Симферополь: Таврия, 1986. – 176 с.
- 32 Рачков Е. В., Силиков Ю. В. Подъемно-транспортные машины и механизмы. – М.: Транспорт, 1989. – 240 с.
- 33 Ридель А. Э., Игнатов А. П. Погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте. – М.: Транспорт, 1986. – 264 с.
- 34 Ручной труд на плечи машины (механизация переработки и складирования тарнопштучных грузов) / Под ред. А. В. Коваленко. – М.: Транспорт, 1986. – 183 с.
- 35 Федосеев В. Н. Приборы и устройства безопасности грузоподъемных машин: Справочник. – М.: Машиностроение, 1990. – 320 с.
- 36 Чернега В. И., Мазуренко И. Я. Краткий справочник по грузоподъемным машинам. – К.: Техніка, 1981. – 360 с.
- 37 Экскаваторы и стреловые краны. Каталог-справочник. – М.: ЦНИИТЭстроймаш, 1977. – 360 с.

Учебное издание

*БЕРЛИН Николай Петрович*

**Погрузочно-разгрузочные, транспортирующие  
и вспомогательные машины и устройства**

Учебное пособие

Редактор Н. А. Д а ш к е в и ч  
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а  
Корректор Т. М. Р и з е в с к а я  
Компьютерная верстка – С. В. С м ы ш л е н о в а

Подписано печать 23.03.2005 г. Формат 60×84 1/16.  
Бумага офсетная. Гарнитура Таймс. Печать на ризографе.  
Усл. печ. л. 19,06. Уч.-изд. л. 18,90. Тираж 500 экз.  
Зак. № Изд. № 4060.

Редакционно-издательский отдел УО «БелГУТ», 246653, г. Гомель, ул. Кирова, 34.  
Лиц. № 02330/0133394 от 19.07.2004 г.

Типография УО «БелГУТ», 246022, г. Гомель, ул. Кирова, 34.  
Лиц. № 02330/0148780 от 30.04.2004 г.