

## Содержание

Введение..	4
1 Характеристика грузов, условия их перевозки и хранения	5
2 Классификация погрузочно-разгрузочных машин и вспомогательные устройства	18
3 Грузозахватные устройства для штучных и насыпных грузов	20
4 Расчет вместимости и основных размеров склада	31
5 Расчет производительности погрузочно-разгрузочных машин периодического и непрерывного действия	38
6 Расчет необходимого количества погрузочно-разгрузочных машин	42
7 Расчет числа подач вагонов к грузовому фронту и длины фронта работ	44
Список литературы	47



## Введение

Целью учебной дисциплины «Комплексная механизация погрузочно-разгрузочных и транспортно-складских работ» является приобретение студентами навыков по обоснованию и результативному применению существующих и освоению новых, наиболее перспективных технологий в области погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских работ с массовыми грузами.

Практические занятия направлены на закрепление знаний по классификации и характеристике грузов, условиям их перевозки и хранения, устройству и принципу действия автоматических грузозахватных приспособлений, характеристике погрузочно-разгрузочных машин и расчетам основных параметров схем комплексной механизации с их применением.



# 1 Характеристика грузов, условия их перевозки и хранения

По условиям перевозки, погрузки-выгрузки и хранения все грузы, имеющие большое количество наименований, разделяют на следующие группы:

– насыпные или навалочные сыпучие грузы, которые по условиям перевозки и хранения разделяют на три подгруппы:

1) грузы, перевозимые на открытом подвижном составе и хранимые на открытых складах (песок, гравий, щебень, каменный уголь, торф и т. п.);

2) грузы, перевозимые в закрытом или специальном подвижном составе и хранимые в закрытых складах (в силосах, бункерах, под навесом), к таким грузам относятся цемент, известь, мел, минеральные удобрения и др.;

3) зерновые грузы (пшеница, ячмень, рожь, гречиха, овес и т. п.), относящиеся к ценным грузам, носящие сезонный характер и требующие особых условий перевозки и хранения;

– тарно-штучные грузы, имеющие большое разнообразие по форме и массе, подразделяемые на две подгруппы:

1) тарно-упаковочные, перевозимые в таре, параметры которой установлены государственными стандартами (широкий ассортимент товаров народного потребления, метизы, мелкие одноименные запчасти и комплектующие):

2) штучные грузы без упаковки (кирпич, строительные блоки и камни, чушковый чугун и алюминий, заготовки и др.);

– контейнеры, которые подразделяются на:

1) универсальные, для временного хранения и перевозки тарно-штучных грузов различными видами транспорта (железнодорожным, автомобильным, водным, воздушным) с возможной перегрузкой с одного вида транспорта на другой;

2) специализированные контейнеры, предназначенные для перевозки и временного хранения определенных категорий грузов (химических, жидких, скоропортящихся, некоторых видов опасных грузов, баллонов со сжатым и сжиженным газом);

– тяжеловесные грузы – станки, гусеничная и колесная техника, оборудование, строительные конструкции, прокат черных металлов;

– лесные грузы – круглый лес, пиломатериалы, заготовки и изделия из дерева;

– наливные грузы, перевозимые наливом в цистернах (нефть и нефтепродукты, кислоты и щелочи, минеральные и растительные масла, сжиженный газ и др.).

**Навалочные (насыпные) грузы.** При выборе типа транспортных средств для перевозки навалочных грузов, типа склада для их хранения, проектировании схем механизации погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских (ПРТС) работ необходимо учитывать физико-механические и химические свойства этих грузов.

Кусковатость (размер и форма частиц) – характеризуется наибольшим размером однородных частиц (кусков) насыпного груза. Кусковатость груза с



размером частиц более 0,05 мм определяют ситовым анализом (грохочением). При этом порция (проба) груза поочередно просеивается через сита, с постепенно уменьшающимися размерами отверстий для разделения частиц пробы на отдельные фракции. При этом на каждом сите остаются частицы груза с размерами, превышающими размер отверстий этого сита. Взвесив остатки на каждом сите, определяют отношение их масс к массе всей пробы в процентах и таким образом получают характеристику кусковатости всей пробы и ее гранулометрический состав, характер однородности размеров частиц сыпного груза характеризуется коэффициентом однородности  $k_o$ , представляющим отношение наибольшего  $a_{\max}$  размера частиц груза к наименьшему  $a_{\min}$  –

$k_o = \frac{a_{\max}}{a_{\min}}$ . При  $k_o > 2,5$  – груз считается рядовым, несортированным, при

$k_o \leq 2,5$  – сортированным, т. е. более или менее однородным. Кусковатость сыпного груза определяется размером  $a$  наиболее характерного типичного куска. Для сортированных грузов  $a = 0,5 \cdot (a_{\max} + a_{\min})$ . Для рядовых грузов за размер типичного куска принимают такой размер частицы груза, при котором масса частиц (кусков) этого размера и больших более 10 %.

В зависимости от размера типичного куска  $a$ , мм, сыпные грузы подразделяются на следующие группы: особо крупнокусковые –  $a > 320$ , крупнокусковые –  $160 < a \leq 320$ , среднекусковые –  $60 < a \leq 160$ , мелкокусковые –  $10 < a \leq 60$ , крупнозернистые –  $2 < a \leq 10$ , мелкозернистые –  $0,5 < a \leq 2$ , порошкообразные –  $0,05 < a \leq 0,5$ , пылевидные –  $a \leq 0,05$ .

Плотностью сыпного груза называется отношение его массы к занимаемому объему. Различают плотность свободно насыпанного груза  $\rho$ , уплотненного груза  $\rho_y$ , и плотность в массиве находящегося в естественном неразработанном состоянии  $\rho_m$ . Плотность свободно насыпанного груза колеблется в широких пределах – от 0,16 до 3,5 т/м<sup>3</sup>. Отношение плотности груза в массиве к его плотности в разрыхленном (разработанном) состоянии характеризуется коэффициентом разрыхления –  $k_{pz} = \frac{\rho_m}{\rho}$ . Для песка этот

коэффициент составляет 1,12, для угля – 1,4, для руды – 1,6. Отношение плотности уплотненного груза к плотности свободно насыпанного называют коэффициентом уплотнения –  $k_y = \frac{\rho_y}{\rho}$ . Уплотнение может произойти за счет

сжатия частиц груза в бункере или утряской. Для легкосыпучих сухих грузов коэффициент уплотнения составляет 1,05...1,10, для влажных грузов – 1,3...1,5. По плотности сыпные грузы разделяются на следующие группы: легкие – до 0,6 т/м<sup>3</sup> включительно; средние – свыше 0,6 до 1,6 т/м<sup>3</sup>; тяжелые – свыше 1,6 до 2,0; особо тяжелые – свыше 2,0 до 4,0 т/м<sup>3</sup>.

Влажностью сыпного груза  $W_g$  называют отношение содержащейся в грузе воды  $m_g$ , удаляемой высушиванием при температуре 100 °С к массе высушенного груза  $m_c$  –  $W_g = (m_g/m_c)100$ .



Углом естественного откоса насыпного груза называют угол  $\varphi$  между образующей конуса свободно насыпанного груза к горизонтальной плоскости. Этот угол зависит от подвижности частиц груза, чем она больше, тем меньше угол  $\varphi$ . Различают угол естественного откоса в покое  $\varphi$  и в движении  $\varphi_{\partial}$ . Приблизительно считают  $\varphi_{\partial} = (0,4 - 0,7) \varphi$  в зависимости от динамического режима движения.

По подвижности частиц насыпные грузы распределяются на три группы:

- 1) легкая подвижность (сухой песок, цемент) у которых  $\varphi = 30...35^{\circ}$ ;
- 2) средняя подвижность (влажный песок, щебень, торф) –  $\varphi = 40...45^{\circ}$ ;
- 3) малая подвижность (сырая глина, аммиачная селитра) –  $\varphi = 50...56^{\circ}$ .

Коэффициент внутреннего и внешнего трения насыпного груза характеризует сопротивление его перемещению относительно самого груза или поверхности твердого тела, вызываемого силой трения. В практике часто пользуются углом трения, так что, тангенс этого угла равен коэффициенту трения. Коэффициент трения насыпного груза по стали составляет от 0,4 (сода кальцинированная) до 1,2 (руда железная). Коэффициент внутреннего трения составляет от 0,5 (цемент, гравий) до 1,26 (сода кальцинированная). Для большинства насыпных грузов угол внутреннего трения равен углу естественного откоса в покое. Коэффициент внешнего трения насыпного груза в движении на 10...30 % меньше коэффициента внешнего трения в покое.

Абразивность насыпного груза – это свойство груза оказывать вредное воздействие на элементы конвейеров, бункеров, воронок, т. е. их интенсивное истирание. По абразивности насыпные грузы разделяются на четыре группы:

- А – неабразивные (мука пшеничная, торф и т. п.);
- В – малоабразивные (глина, гравий, уголь каменный);
- С – среднеабразивные (цемент, песок, антрацит);
- Д – высокоабразивные (щебень, зола, руда железная).

Твердость частиц насыпного груза характеризуется сравнительной 10-балльной шкалой (шкалой Мооса), в которой за единицу принята твердость частицы самого мягкого, а за десять единиц – самого твердого грузов. Так твердость частиц грузов по этой шкале составляет: тальк – 1, гипс – 2, известковый шпат – 3, плавиковый шпат – 4, апатитовый концентрат – 5, кварцит – 6...7, гранит – 6...8, сапфир, корунд, хром – 9, алмаз – 10.

Крепкость частиц груза определяется пределом прочности образца груза при сжатии  $\sigma_{сж}$ , характеризуется коэффициентом крепкости по шкале М. М. Протодяконова –  $k_{кр} = \sigma_{сж}/10$ . Так для мела  $k_{кр} = 1$ , для угля  $k_{кр} = 2$ , для железной руды  $k_{кр} = 15$ .

При погрузке-выгрузке, перевозке и хранении необходимо учитывать и другие специфические свойства некоторых насыпных грузов – коррозионность, липкость, хрупкость, слеживаемость, самовозгораемость, взрывоопасность, гигроскопичность, смерзаемость и др.

Коррозионность – характеризуется химическим воздействием влажных насыпных грузов (зола, песок), а также некоторых сухих грузов (поваренная соль, калийная соль и удобрения) на материал стенок бункеров, кузовов



транспортных средств.

Липкостью насыпных грузов называют свойства прилипать к поверхности соприкасающегося с ними твердого тела. Липкими могут быть не только влажные грузы, но и сухие, например, сера и тальк липнут к стали, мел липнет к дереву.

Хрупкость характеризует свойства частиц груза подвергаться разрушению (дроблению) в процессе перемещения, погрузки, выгрузки, сбрасывания с высоты. Хрупкими грузами являются кокс, антрацит, семенное зерно.

Самовозгораемость – свойство некоторых насыпных грузов самовозгораться под действием теплоты, выделяющейся при протекании реакции окисления и других химических процессов. К грузам, опасным в отношении самовозгораемости, относятся некоторые марки углей (особенно во влажном состоянии), древесные отходы (опилки, стружка, щепки), карбид кальция, сера, промасленные металлические опилки и ветошь. Так при хранении угля в штабелях высотой 4...6 м и более температура внутри штабеля контролируется термометром, опускаемым внутрь штабеля посредством установленных заранее труб. Температура внутри штабеля 70 °С считается опасной и уголь этого участка штабеля перелопачивается или отгружается в производство.

Взрывоопасность – свойство некоторых насыпных грузов, особенно их пыли при определенной концентрации в воздухе, взрываться. В этом отношении опасными являются селитра, бертолетова соль, образующие взрывчатые смеси с другими материалами. Взрывоопасными являются угольная, мучная, крахмальная пыль.

Гигроскопичность – свойство груза впитывать влагу. К гигроскопичным грузам относятся поваренная соль, аммиачная селитра, сухие древесные опилки, сульфат натрия, цемент и др.

Смерзаемость – это потеря подвижности частиц насыпного груза вследствие смерзания их между собой и примерзания к стенкам и полу кузовов транспортных средств, бункеров, желобов при отрицательной температуре. Смерзаемости подвержены практически все влажные насыпные грузы. Смерзание усложняет погрузку и выгрузку насыпных грузов, перевозимых железнодорожным и автомобильным транспортом. Для предотвращения смерзаемости применяют профилактические меры – предварительное промораживание, послойное пересыпание насыпного груза негашеной известью, поваренной солью, древесными опилками, соломой, торфом, если это не оказывает влияния на качество груза. Для восстановления сыпучести смерзшегося груза применяют размораживание (разогрев в гаражах размораживания), накладные вибраторы, бурофрезерные и виброударные рыхлители.

**Тарно-штучные грузы.** Наиболее эффективный способ доставки, погрузки, выгрузки и хранения этих грузов – пакетный. Пакетом называется укрупненное грузовое место, сформированное из более мелких грузов в транспортной таре (ящиках, мешках, тюках и т. п.) или без тары, на поддонах или без них. Мелкие грузы могут быть в первичной упаковке или без нее. Пакеты должны обеспечивать их механизированную перегрузку, сохранность количества и качества груза и высокую степень использования грузоподъемности и вместимости транспортных средств.





Транспортная тара может быть жесткой, полужесткой и мягкой.

Жесткая тара предохраняет груз от внешнего воздействия во время транспортировки, перегрузки и хранения. К ней относятся: ящики; бочки; бидоны и другие емкости, способные воспринимать давление со всех сторон; открытые ящики, воспринимающие давление в горизонтальной плоскости.

Полужесткая тара (короба, корзины, решетки и т. п.) частично воспринимает внешнюю нагрузку, частично – груз.

Мягкая тара (мешки, сетки, кули, тюки) не предохраняет груз от внешнего воздействия.

Параметры транспортной тары, поддонов установлены государственными стандартами. В соответствии с рекомендациями Международной организации по вопросам стандартизации (ИСО), решением Европейской федерации упаковки, Международного железнодорожного союза и других организаций в качестве модуля для унификации тары принят поддон размером 800 × 1200 мм. В соответствии с этим модулем составлен унифицированный ряд чисел для наружных размеров транспортной тары.

1200	1000	720	560	400	300	228
1143	960	685	532	360	285	200
1120	900	667	500	353	280	150
1080	885	643	465	333	266	133
1065	800	600	435	320	250	120
1023	748	571	424	311	240	100

На основании унифицированного ряда составляют возможные сочетания длины и ширины тары прямоугольной формы. Применяют около 30 сочетаний длины и ширины тары, представленных в таблице 1.1, позволяющих использовать площадь поддона на 100 %. Высоту тары также принимают из чисел модульного ряда.

Таблица 1.1 – Длина  $L$  и ширина  $B$  тары для формирования пакетов на поддонах 800 × 1200 мм

$L$ , мм	11200	8800	7720	6600	5560	5500	4400	3333	3300	2280	2266	2240	2200
$B$ , мм	800	500	240	400	240	300	400	266	266	240	240	200	200
	400	400		266			300	200	240		200		
	266	300		200			266		200				
	200	240					240						
		200					200						

Применение пакетных перевозок позволяет:

- увеличить производительность труда на ПРТС работах в 3...5 раз;
- повысить вместимость складов за счет многоярусного штабелирования в 1,5 раза;



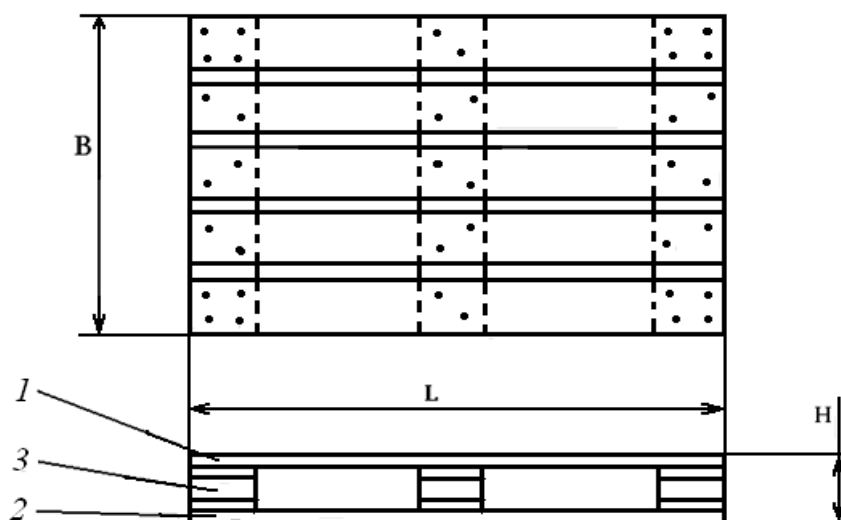
– сократить простой транспортных средств под грузовыми операциями в 2...4 раза.

Для пакетирования грузов используют плоские, ящечные и стоечные (сборно-разборные и неразборные) поддоны. Стоечные и ящечные поддоны обеспечивают стабильную форму пакетов. Для пакетов на плоских поддонах иногда требуется дополнительное крепление.

Техническая характеристика плоских поддонов приведена в таблице 1.2.

Таблица 1.2 – Техническая характеристика плоских поддонов.

Тип поддона	Наименование	Размеры в плане, мм (рисунок 1.1)		Грузоподъемность, т
		Длина	Ширина	
П2	Однонастильный двухзаходный	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
П4	Однонастильный двухзаходный	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
2П4	Двухнастильный четырехзаходный	1200	800	1,0
2ПО4	Двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле	1200	800	1,0
		1200	1000	1,0
2ПВ2	Двухнастильный двухзаходный с выступами	1800	1200	2,0, 3,2
2ПВО2	Двухнастильный двухзаходный с выступами и окнами	1600	1200	2,0, 3,2



1 – верхний настил; 2 – нижний настил; 3 – шашки

Рисунок 1.1 – Деревянные поддоны

Наиболее распространенным типом плоского поддона является деревянный двухнастильный четырехзаходный с окнами в нижнем настиле и размерами 1200 × 800 × 150 мм. Такой поддон (см. рисунок 1.1) состоит из двух настилов, верхнего 1 и нижнего 2, соединенных между собой с помощью



шашек 3. Верхний настил служит основанием для укладки грузов, а нижний – выполняет функцию опоры.

Высота  $H$  порожнего поддона размером в плане  $1200 \times 800$  и  $1200 \times 1000$  составляет 150 мм, а поддонов размером в плане  $1600 \times 1200$  и  $1800 \times 1200$  мм – 180 мм. Зазоры, образуемые между шашками, расположенными на некотором расстоянии друг от друга, обеспечивают возможность подвода вилочного захвата погрузчика с любой из четырех сторон при захвате поддона. Поэтому такие поддоны называют четырехзаходным. В двухзаходных поддонах вилочный захват можно подвести с одной из двух противоположных сторон поддона.

Грузы, спакетированные на поддонах, не должны выступать за их пределы более чем на 40 мм с каждой стороны. Максимальная высота пакета при перевозке железнодорожным транспортом и одноярусной укладке в крытом вагоне не должна превышать 1800 мм, при двухярусной укладке – 1150 мм. Во всех случаях высота пакет не должна превышать высоту дверного проема вагона за вычетом гарантийного зазора между порогом и верхней поперечиной двери.

Плоские поддоны допускают четырехярусное штабелирование с грузами с максимальной нагрузкой. Срок службы деревянных поддонов – до 2 лет, масса поддона – 25...30 кг.

Для обеспечения устойчивости пакета и сохранности груза при перевозке и хранении грузы в каждом горизонтальном ряде на поддоне укладывают с перекрытием стыков между грузами нижнего яруса, т. е. с перевязью. В этих целях используется обвязка пакета с использованием стальных, тканевых, пластмассовых лент, мягкой стальной проволоки, сетки, а также применение термоусадочной и растягивающейся пленки.

Стойчные поддоны имеют над верхним настилом вертикальные стойки, которые могут иметь жесткое крепление (несъемные) и шарнирное (складные). Стойки служат для предотвращения разваливания грузов, а также для восприятия нагрузки от вышерасположенных поддонов при многоярусном штабелировании. Такие поддоны применяют для грузов, не выдерживающих вертикальных нагрузок. Используется два типоразмера стойчных поддонов с размерами  $835 \times 1240 \times 1150$  и  $1040 \times 1240 \times 1150$  мм грузоподъемностью 1,0 и 1,25 т соответственно.

Ящичные поддоны имеют три или четыре боковых стенки, которые могут иметь жесткое крепление, разъемное или складывающееся. Стенки могут быть сплошными, решетчатыми, реечными, сетчатыми. Ящичные поддоны используют для транспортирования и хранения мелких штучных грузов, не имеющих внешней упаковки и тары, т. е. загружаемых в поддон поштучно. Габаритные размеры и грузоподъемность ящичных поддонов такие же, как и для стойчных поддонов. Вместимость ящичного поддона – до  $1 \text{ м}^3$ .

Формирование пакетов с использованием термоусадочной пленки может производиться как на поддонах, так и без них на специальных шаблонах, в которых предусматриваются проемы для завода вил погрузчика.

Для формирования и расформирования пакетов используют пакетоформирующие и пакеторасформировочные машины и роботоманипуляторные установки.

Хранение тарно-штучных грузов в крытых и открытых складах может выполняться в штабелях и в стеллажах с использованием вилочных авто- и электропогрузчиков и кранов-штабелеров.

Ряд предприятий, особенно предприятий строительных материалов (кирпич, строительные блоки, шифер и др.), отгрузку готовой продукции осуществляют с использованием специальных средств пакетирования, размеры и конструктивные особенности которых, в большинстве случаев, взаимосвязаны с завершающей стадией технологического процесса изготовления продукции. Эти средства пакетирования являются собственностью предприятия-изготовителя и подлежат возврату.

**Контейнеры универсальные** (в дальнейшем контейнеры) предназначены для перевозки тарно-штучных грузов более укрупненными партиями смешанными видами транспорта – железнодорожным, автомобильным, водным, воздушным. Грузы непосредственно в контейнер загружают у грузоотправителя, а выгружают у грузополучателя. В пути следования контейнеры могут перегружаться с одного вида транспорта на другой и в этом отношении они используются как съемный кузов. Хранят груженые и порожние контейнеры на открытых площадках и перевозят на открытых платформах-контейнеровозах.

В соответствии со стандартом ИСО830–1981 контейнер – это емкость объемом не менее 1 м<sup>3</sup> (35,3 куб. футов), размеры и прочностные характеристики которой стандартизованы. Универсальный контейнер представляет собой стальной «ящик» сварной конструкции. Он состоит из сварного каркаса с угловыми фитингами, расположение и размеры отверстий которых представлены на рисунке 1.2.

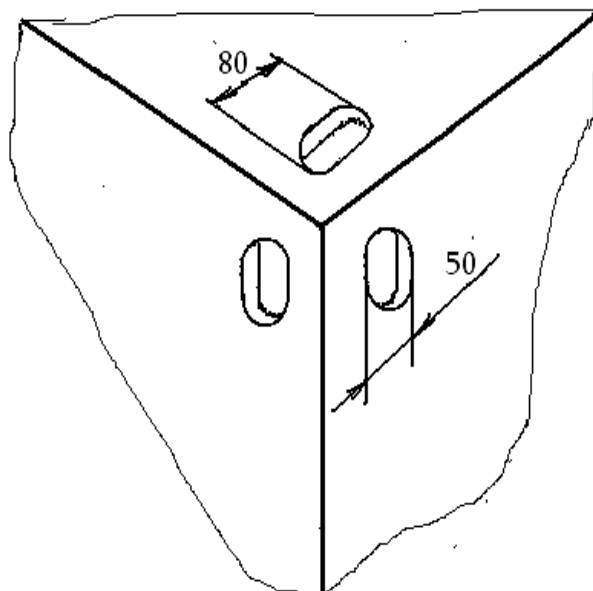


Рисунок 1.2 – Угловой фитинг крупнотоннажных универсальных контейнеров

Фитинги предназначены для обеспечения автоматического захвата и освобождения контейнера при перегрузке. Контейнер оснащен крышей, боко-

выми и торцовыми стенками из гофрированного стального листа. Он обладает достаточной жесткостью, способной выдерживать возможные удары при перегрузке и нагрузке при штабелировании до трех ярусов по высоте и более. По крайней мере в одной из торцовых стенок предусмотрена двустворчатая распашная дверь, створки которой поворачиваются на угол  $270^\circ$  и в открытом состоянии располагаются параллельно боковым стенкам с наружной стороны. Элементы каркаса – угловые стойки, продольные и поперечные балки выполнены из профилей с толщиной полок 3...6 мм.

Универсальные контейнеры в зависимости от длины, массы брутто и конструкции подъемных строповочных устройств делятся на три типа: крупнотоннажные – массой брутто от 10 т и выше с угловыми фитингами; среднетоннажные – массой брутто от 2,5 до 10 т с рымными строповочными узлами; малотоннажные – массой брутто менее 2,5 т с рымными строповочными узлами. Основные параметры грузовых универсальных крупно- и среднетоннажных контейнеров представлены в таблице 1.3.

Таблица 1.3 – Основные параметры универсальных грузовых контейнеров

Типоразмер контейнера	Масса брутто, т	Внутренний размер, мм			Внутренний объем, м <sup>3</sup>
		Длина	Ширина	Высота	
1А	30	12192	2438	2438	61,3
1В	25	9125	2438	2438	45,7
1С	20	6058	2438	2438	30,0
1Д	10	2991	2438	2438	14,8
УУК-5	5	2100	2650	2400	10,3
УУК-3	3	2100	1325	2400	5,1

В связи с возможной неоднородностью загружаемого в контейнер груза допускается смещение его центра тяжести по отношению к геометрическому центру основания контейнера не более чем на  $\pm 10\%$  внутреннего размера по ширине и не более  $\pm 5\%$  внутреннего размера по длине контейнера.

Для хранения контейнеров предусматривают площадки с твердым покрытием (асфальт, асфальтобетон, бетон). Площадке придается продольный и поперечный уклон 2...3 ‰. Контейнеры устанавливают комплектами дверями друг к другу. Между среднетоннажными контейнерами должны быть зазоры 0,1 м, между комплектами – 0,6 м, а для крупнотоннажных контейнеров – соответственно 0,6 и 1,0 м.

Специализированные контейнеры служат для перевозки и временного хранения грузов отдельных видов – сыпучих, жидких, скоропортящихся, опасных. По конструкции специализированные контейнеры делятся на жесткие, мягкие и комбинированные. Жесткие контейнеры изготавливают из деревянных и металлических или только из металлических элементов (сталь, алюминий). В последние годы чаще используют мягкие (эластичные) контейнеры или гибкие оболочки. Преимуществами таких контейнеров является компактность при перевозке в порожнем состоянии, меньшая собственная

масса, простота изготовления. Большинство специализированных контейнеров являются собственностью предприятий.

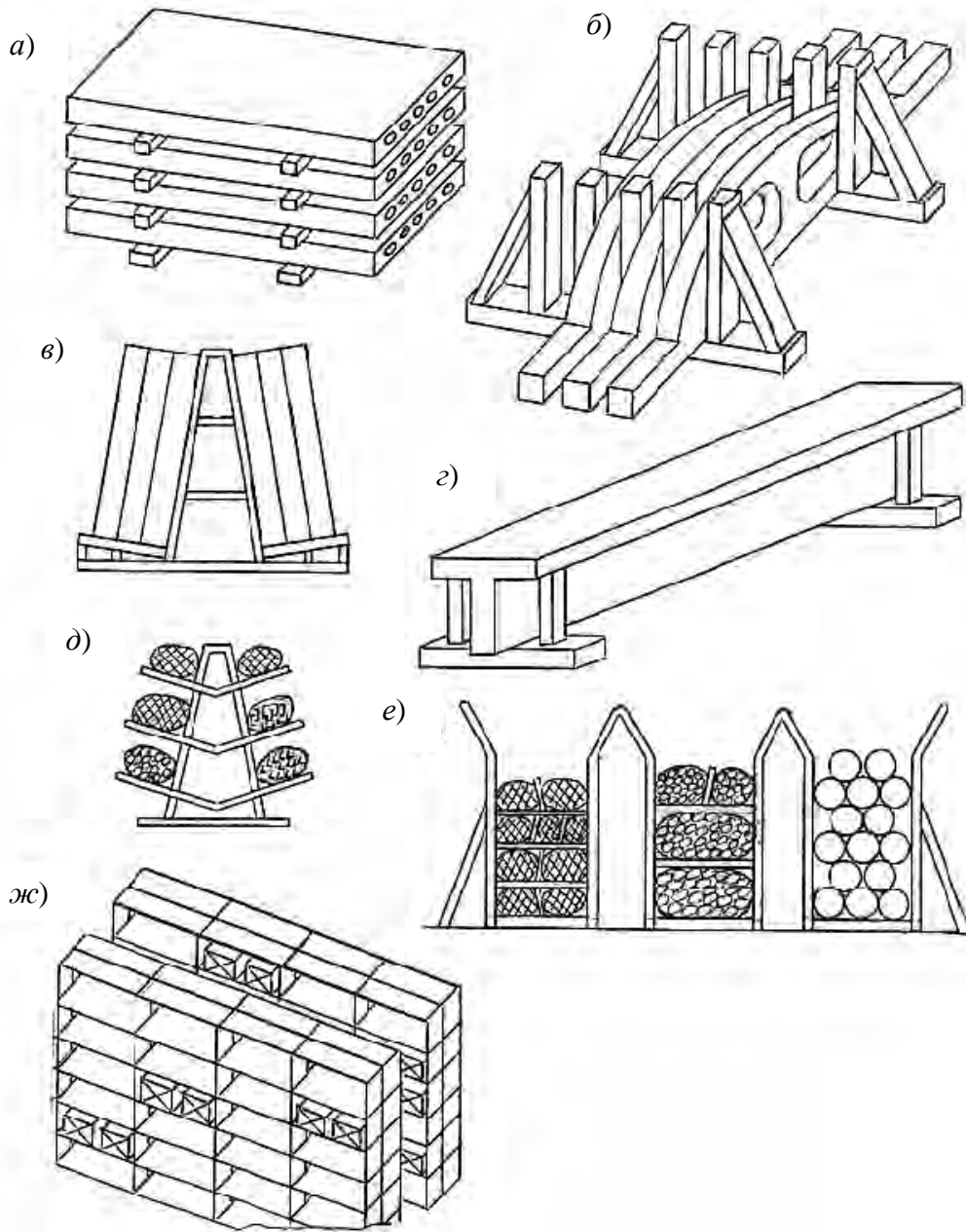
**Тяжеловесные грузы.** К тяжеловесным грузам относятся грузы массой в одном месте свыше 500 кг. Это, в основном, колесные и гусеничные машины, обрабатывающие станки, всевозможное оборудование, строительные конструкции, прокат черных металлов, трубы и т. п., перевозимые на открытом подвижном составе (полувагоны, платформы) и хранимые на открытых площадках с твердым покрытием. В соответствии с ГОСТ 12.3.009 ССБТ *Работы погрузочно-разгрузочные. Общие требования безопасности* предприятие-изготовитель или грузоотправитель должны указать положение центра тяжести, величину массы груза и места строповки. Погрузка и перевозка тяжеловесных и крупногабаритных грузов осуществляется в строгом соответствии с техническими условиями погрузки и крепления грузов на железнодорожном и автомобильном транспорте.

Крупногабаритный прокат (швеллера, двутавры с номер профиля 18...20 и выше), трубы диаметром 300...400 мм и выше отгружаются и складироваются поштучно. Мелкосортный прокат и трубы малого диаметра формируются в пачки овальной или цилиндрической формы с использованием хомутов из вязальной проволоки (проволоки-катанки) диаметром 4...8 мм. Листовой металл отгружается в пачках, обвязанных металлической лентой или в рулонах. Прокат черных металлов и трубы хранят обычно в касетных штабелях (рисунок 1.3, *е*) высотой до 3...4 м и шириной 2...3 м и более. Для хранения мелкосортного проката используют елочные стеллажи (рисунок 1.3, *д*). Расстояние между штабелями и стеллажами для прохода стропальщика и выполнения строповочных операций 1,0...1,5 м.

При перевозке и складировании строительных конструкций, за исключением колонн, необходимо обеспечить их пространственное положение, близкое к такому, какое они будут занимать в возводимом сооружении. Так, для перевозки и складирования стеновых панелей транспортные средства и склады оборудуются специальными пирамидами, представленными на рисунке 1.3, *в*. Тавровые балки для устройства мостовых переходов хранят на складах в соответствии с рисунком 1.3, *з*. Стропильные фермы складировать в специальных кассетах, обеспечивающих их вертикальное положение (рисунок 1.3, *б*). Грузы правильной геометрической формы (плиты перекрытий, фундаментные блоки, брус, шпалы и др.) хранят в штабелях на подкладках соответствующих размеров с прокладками (рисунок 1.3, *а*). Все тяжеловесные грузы при складировании также должны быть уложены на подкладки (деревянные, металлические) соответствующих размеров. Хранение штучных грузов осуществляется в стеллажах (рисунок 1.3, *ж*).

**Лесные грузы** подразделяются на круглый лес, пиломатериалы, заготовки и изделия из дерева. В зависимости от влажности лесоматериалы бывают воздушно сухими (влажность 10...18 %), полусухими (18...25 %) и сырыми (>25 %). Плотность древесины в зависимости от влажности и породы дерева составляет от 0,46 (кедр сухой) до 1,02 т/м<sup>3</sup> (дуб, ясень, клен).





*а* – штабеля для грузов правильной геометрической формы, *б* – кассеты для стропильных ферм, *в* – пирамиды для стеновых панелей, *г* – складирование тавровых железобетонных балок, *д* – елочный стеллаж для мелкосортного проката, *е* – кассеты для длинномерных грузов (трубы, круглый лес, прокат и др.), *ж* – стеллажи для тарно-штучных грузов

Рисунок 1.3 – Способы и устройства для складирования штучных грузов

Круглый лес – это стволы всех видов пород (дуб, граб, клен, ясень, береза, сосна, осина, липа, ель, ольха, кедр) с правильно отпиленными торцами и очищенные от сучьев. В зависимости от длины бревна различают: длинномерный лес (длиной 6,5 м и выше); средних размеров (от 3,75 до 6,5 м); короткомерный (от 2 до 3,75 м). Толщина бревен измеряется по их диаметру в верхнем торце без учета коры. Бревна имеют диаметр не менее 160 мм. Отрезки стволов деревьев хвойных пород толщиной в верхнем торце от 80 до 150 мм и длиной от 3 до 9 м

называют подтоварником, а толщиной от 30 до 70 мм – жердями.

Пиломатериалы подразделяются на доски (толщиной 13...40 мм, шириной 80...250 мм, длиной 1000...6500 мм), бруски сечением 50...100 × 80...250 мм длиной 1000...6500 мм и брусья сечением 139...250 × 150...260 длиной 1000...6500 мм). Заготовки из дерева – наличники, плинтусы, половая доска, поручни для перил, элементы щитовых и каркасных сборных домов и др.

Круглый лес с мест заготовки до потребителя, в основном, доставляется автотранспортом, оборудованным погрузо-разгрузочными гидроманипуляторными установками. Иногда круглый лес пакетируют с использованием строп-контейнеров или проволочных хомутов. Масса пакета – до 10 т при его длине 6,5 м и более. Пиломатериалы для дальнейшей перевозки также пакетируют с использованием проволоки или ленты (металлической или синтетической). Размеры пакетов пиломатериалов: ширина – 850...2500 мм, высота – 500...2400 мм, длина – 800...6500 мм.

Круглый лес и пиломатериалы складывают и хранят на открытых площадках в штабелях.. Поверхность площадки очищают от снега, мусора, растительности и покрывают тонким слоем негашеной извести. Площадка должна иметь продольный и поперечный уклон 2...3 ‰ и по краям водоотводные кюветы и дренаж. Штабель для хранения круглого леса и пиломатериалов формируют без прокладок, с прокладками и пакетами. В качестве подштабельного основания используют бревна, пропитанные антисептиком, железобетон. Высота основания для круглого леса – 200...250 мм, для пиломатериалов – 0,6...0,75 м (в зависимости от толщины снежного покрова).

Для защиты пиломатериалов от солнечных лучей и атмосферных осадков штабеля покрывают односкатной крышей. Размеры штабелей: для круглого леса длина – до 100 м, высота – до 10 м; для пиломатериалов длина – до 20 м, высота – до 8 м.

**Наливные грузы.** Физико-химические свойства наливных грузов обуславливают требования к их хранению, перегрузке и транспортированию.

Наливные грузы подразделяются на опасные и неопасные. Опасные наливные грузы, в свою очередь, подразделяются на три группы:

1) горючие жидкости, к которым относятся легковоспламеняющиеся жидкости с температурой вспышки до 61 °С (бензол, лигроин, керосин, бензин и т. п.) и горючие жидкости с температурой вспышки свыше 61 °С (дизельное топливо, масла, мазуты, битумы, парафины и др.) ;

2) едкие и ядовитые жидкости (кислоты, щелочи, каустик жидкий, хлористый цинк и др.);

3) сжиженные газы (аммиак, хлор, пропан, сжиженный природный газ и др.).

Взрыв или возгорание паров нефтепродуктов возможно вследствие разрядов статического электричества, возникающего при трении нефтепродуктов о трубопроводы и емкости при транспортировании и перекачке. Для предупреждения электрических разрядов все трубопроводы и емкости заземляют.

Пары многих жидкостей обладают отравляющими свойствами (пары бензина, кислот, щелочей, спиртов и др.)



Вязкость наливных грузов, перевозимых в цистернах, особенно нефти и нефтепродуктов, влияет на выбор способа их перевозки и выполнения грузовых операций. По вязкости нефтепродукты, перевозимые в цистернах, подразделяются на: невязкие (бензин, керосин и им подобные); слабовязкие (дизельное топливо); средневязкие (смазочные масла); высоковязкие (мазут, битум).

Для приема, хранения и отпуска нефтепродуктов служит комплекс сооружений, называемый нефтебазой. На территории нефтебазы выделяют зоны:

- слива и налива нефтепродуктов с устройством железнодорожных и автомобильных подъездов, сливно-наливных эстакад, насосных установок;
- хранения, где размещены резервуары для хранения нефтепродуктов, пеноаккумуляторные и пенореактивные станции для выработки пены, необходимой для тушения возможных пожаров;
- операторская, в которой производится отпуск нефтепродуктов мелкими партиями в автоцистерны, бочки, бидоны;
- вспомогательные технические сооружения, куда входят трансформаторная подстанция или электростанция, котельная, водонасосная, механические мастерские;
- административно-хозяйственные сооружения;
- очистные сооружения для ливневых вод и сбора пролитых нефтепродуктов.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов могут быть железобетонными или металлическими и по расположению – подземными и наземными. К подземным относятся резервуары, у которых наивысший уровень жидкости не менее чем на 0,2 м ниже планировочной отметки площадки, к наземным – те, у которых днище находится на одном уровне или выше планировочной отметки площадки.

По форме различают цилиндрические и шарообразные резервуары, причем цилиндрические могут располагаться вертикально и горизонтально.

Суммарная вместимость группы рядом расположенных резервуаров не должна превышать 40 тыс. м<sup>3</sup>. Расстояние от одного резервуара в группе до другого должно быть не менее 10 м, а между группами – не менее 50 м. Отдельные резервуары имеют вместимость: железобетонные для нефти и нефтепродуктов – от 0,1 до 40 тыс. м<sup>3</sup>; а для светлых нефтепродуктов – от 0,1 до 20 тыс. м<sup>3</sup>; металлические – от 0,1 до 20 тыс. м<sup>3</sup>; для битумохранилищ – от 0,1 до 3 тыс. м<sup>3</sup>.

Резервуары для хранения нефти и нефтепродуктов оборудуют указателями уровня и температуры, предохранительными клапанами, смотровыми люками, сифонными клапанами для спуска шлама, лестницами, пеновододами.

Для хранения нефтепродуктов в таре строят склады из огнестойких материалов (кирпич, камень, железобетон) и оборудуют их взрывозащищенной вентиляцией. В этих складах предусматриваются отдельные секции, разделенные несгораемыми перегородками. Вместимость секции для хранения легковоспламеняющихся нефтепродуктов не более 200 м<sup>3</sup> и не более 1000 м<sup>3</sup> для хранения горючих нефтепродуктов.

При перевозке нефтепродуктов в таре обычно используют металлические





бочки вместимостью 75...500 л.

Хранение нефтепродуктов в таре допускается на открытых площадках и под навесом. Площадка должна быть ограждена земляным валом или несгораемой стеной высотой 0,5 м. На одной площадке можно разместить не более шести штабелей шириной 15 м, длиной 25 м и высотой 5,5 м.

### ***Порядок выполнения практического занятия***

Изучить и представить отчет по классификации и характеристике грузов, имеющим непосредственное отношение к условиям их перевозки и хранения.

## **2 Классификация погрузочно-разгрузочных машин и вспомогательные устройства**

По характеру выполнения рабочих движений все машины для погрузочно-разгрузочных, транспортных и складских (ПРТС) работ разделяются на три группы: периодического (циклического) действия; непрерывного действия; комбинированные установки.

К машинам периодического действия относятся почти все виды грузо-подъемных кранов, вилочные и ковшовые погрузчики, мостовые и стеллажные краны-штабелеры, роторные и башенные вагонопрокидыватели, автомобильнопрокидыватели, береговые перегружатели. К машинам непрерывного действия относятся малогабаритные вагоноразгрузочные машины МВС, элеваторные разгрузчики С-492, пневматические разгрузчики, самоходные погрузчики непрерывного действия. Комбинированные установки сочетают в себя машины периодического и непрерывного действия – вагонопрокидыватели и ленточные конвейеры; береговые грейферно-конвейерные перегружатели; вилочные погрузчики, краны-штабелеры и гравитационные стеллажи. Для повышения эффективности ПРТС работы широко применяются вспомогательные машины и устройства – пакетформирующие и пакеторасформировывающие машины, повышенные пути и эстакады, погрузочные и разгрузочные бункера, устройства для восстановления сыпучести слежавшихся и смерзшихся насыпных грузов, устройства для очистки вагонов от остатков груза, устройства для открытия и закрытия люков полувагонов и др.

Источники информации о характеристике машин и устройств для механизации ПРТС работ, схем комплексной механизации с их применением представлены в таблице 2.1.

При выполнении ПРТС работ обычно задействуется несколько погрузочно-разгрузочных машин, соответствующих роду и характеру перерабатываемых грузов. Склад для приема и хранения перерабатываемого груза также должен быть оснащен соответствующим оборудованием и вспомогательными устройствами.

В таблице 2.2 представлены источники информации о наиболее эффективных схемах комплексной механизации ПРТС работ для различных массовых грузов.



Таблица 2.1 – Источники информации по машинам и вспомогательным устройствам комплексной механизации ПРТС работ

Наименование погрузочно-разгрузочных машин и вспомогательных устройств	Источник информации
<b>Погрузочно-разгрузочные машины периодического действия</b>	
Краны мостовые	[2, с. 192; 3, с. 78; 4, с. 63–64; 15, с. 93–96; 16, с. 75–81]
Краны козловые	[1, с. 102, 104; 2, с. 81, 193, 248, 259; 3, с. 79–80, 202–204, 273, 254, 255; 4, с. 63–65, 204, 213, 8, с. 75; 15, с. 93–96, 121, 125, 16, с. 54–75]
Контейнерные перегружатели	[3, с. 83–88; 11, с. 130; 16, с. 90–126]
Краны стреловые самоходные	[1, с. 105–109; 3, с. 89–94; 15, с. 112–113; 16, с. 90–126]
Краны порталные и башенные	[2], с. 93–95, 248; 3, с. 94–95, 237; 11, с. 155]
Вилочные автомобильные и электрические погрузчики	[1, с. 110–117; 2, с. 65–74; 3, с. 51–71; 4, с. 76–79; 6, с. 44–97; 8, с. 80; 11, с. 251–259; 15, с. 38–62, 120; 16, с. 9–46, 190–203]
Ковшовые погрузчики	[16, с. 146–153]
Краны-штабелеры	[4, с. 67–68; 7, с. 44–47; 8, с. 211; 11, с. 137–139]
Вагоноопрокидыватели и автоподъемники (автомобилеопрокидыватели)	[1, с. 240–244; 2, с. 263–266; 3, с. 119, 125; 4, с. 89–93; 5, с. 72; 6, с. 195–212; 11, с. 292–295; 15, с. 112; 16, с. 156–163]
Береговые перегружатели	[3, с. 311–321; 5, с. 50–51, 61]
Пакетоформирующие и пакеторазборные машины	[2, с. 150–153; 3, с. 152–155; 7, с. 58–65, 10, с. 14–43, 64–82; 11, с. 304–309, 15, с. 31–32]
<b>Погрузочно-разгрузочные машины непрерывного действия</b>	
Машины вагонные МВС	[1, с. 230–231; 2, с. 280; 6, с. 184–185; 3, с. 128–130, 261; 4, с. 102–103; 11, с. 298–299; 15, с. 126; 16, с. 155]
Элеваторный разгрузчик С-492	[1, с. 226; 2, с. 115–118; 3, с. 131–133; 4, с. 101; 6, с. 189–191; 11, с. 289–292; 15, с. 126]
Самоходные погрузчики непрерывного действия	[3, с. 115–116; 6, с. 149–159]
Инерционная разгрузочная машина	[1, с. 295; 2, с. 294; 3, с. 125–126; 4, с. 157; 11, с. 296–298; 6, с. 225–229]
Пневматические разгрузчики	[1, с. 234–237; 2, с. 118–119, 281; 3, с. 118–119, 272; 5, с. 131–134; 6, с. 164–174; 15, с. 127; 16, с. 144–146; 17, с. 88–107]
<b>Вспомогательные устройства</b>	
Установки для восстановления сыпучести слежавшихся, смерзшихся грузов и зачистки полувагонов	[1, с. 218, 244–248; 2, с. 271–276; 3, с. 264–270; 4, с. 25–33; 5, с. 76–77; 6, с. 239–253; 11, с. 199–304; 16, с. 176–181]
Повышенные пути и эстакады	[1, с. 114–115, 220; 2, с. 261; 3, с. 257; 4, с. 140–144; 15, с. 121, 123]
Бункеры, силоса, бункерные затворы и питатели	[2, с. 283; 4, с. 162–163, 166–172, 226–227; 6, с. 273–296; 8, с. 270–296; 15, с. 127–130, 141–142]
Устройства для закрывания крышек люков полувагонов	[1, с. 218–220; 17, с. 222–228]



Таблица 2.2 – Источники информации по схемам механизации ПРТС работ

Наименование массовых грузов	Источник информации
Тарно-штучные грузы	[1, с. 131–135, 149, 165; 2, с. 135–142, 159–173; 3, с. 142–147, 160, 162, 164–165; 4, с. 172–181; 7, с. 125–133; 8, с. 80, 83–85, 87–88, 92–96; 15, с. 59–62]
Контейнеры	[1, с. 177–187; 2, с. 189–211; 3, с. 184–188, 194, 203–206; 4, с. 182–194; 5, с. 49–51; 15, с. 93–96]
Тяжеловесные грузы, металл и металлоизделия	[2, с. 220–223; 3, с. 208, 219, 214–220; 8, с. 68, 71, 73]
Лес и лесоматериалы	[1, с. 261–263, 266–267, 273, 277; 2, с. 232–249; 3, с. 222–239; 4, с. 204–205; 5, с. 59–63; 15, с. 112–113]
Цемент, известь, химические грузы и минеральные удобрения	[3, с. 245–246, 261, 270–274; 4, с. 157–158, 162–164; 5, с. 106–115; 15, с. 126–127; 17, с. 267–271]
Сыпучие навалочные грузы	[1, с. 210, 212–214, 220, 224–227, 235; 2, с. 251–283; 3, с. 240–244, 250–260; 4, с. 137–144; 5, с. 66–97; 15, с. 120–126; 17, с. 150–151, 254–266; 19, с. 131–144], 8, с. 46, 56–57]
Зерновые грузы	[1, с. 295; 2, с. 287–295; 3, с. 275–288; 5, с. 118–134]
Наливные грузы	[2, с. 301–303; 3, с. 288–295; 15, с. 164–167]

### ***Порядок выполнения практического занятия***

Изучить и представить отчет по характеристике погрузочно-разгрузочных машин и схем комплексной механизации ПРТС работ с массовыми насыпными и штучными грузами.

## **3 Грузозахватные устройства для штучных и насыпных грузов**

Наиболее трудоемкими и массовыми вспомогательными операциями при погрузочно-разгрузочных работах, выполняемых различными грузоподъемными кранами, являются застропка и отстропка грузов. Следует отметить сложность и небезопасность труда стропальщиков, особенно при работах на открытых площадках и в стесненных условиях кузова транспортных средств. В целях сокращения трудозатрат и улучшения условий труда стропальщиков в настоящее время широко применяются автоматические и полуавтоматические грузозахватные устройства различных конструкций.

Для перегрузки грузоподъемными кранами насыпных грузов (песок, гравий, уголь, торф и др.) широко применяются одноканатные, двухканатные и моторные грейферы. Для перегрузки круглого леса используются лесные грейферы. Для перегрузки толстолистового металла, чушкового чугуна, стальных слитков, металлолома, металлической стружки используются круглые и прямоугольные электромагниты.

Погрузочно-разгрузочные работы с широким ассортиментом массовых штучных грузов выполняется с использованием автоматических и полуавтоматических грузозахватных устройств (ГЗУ), охватывающих более тысячи



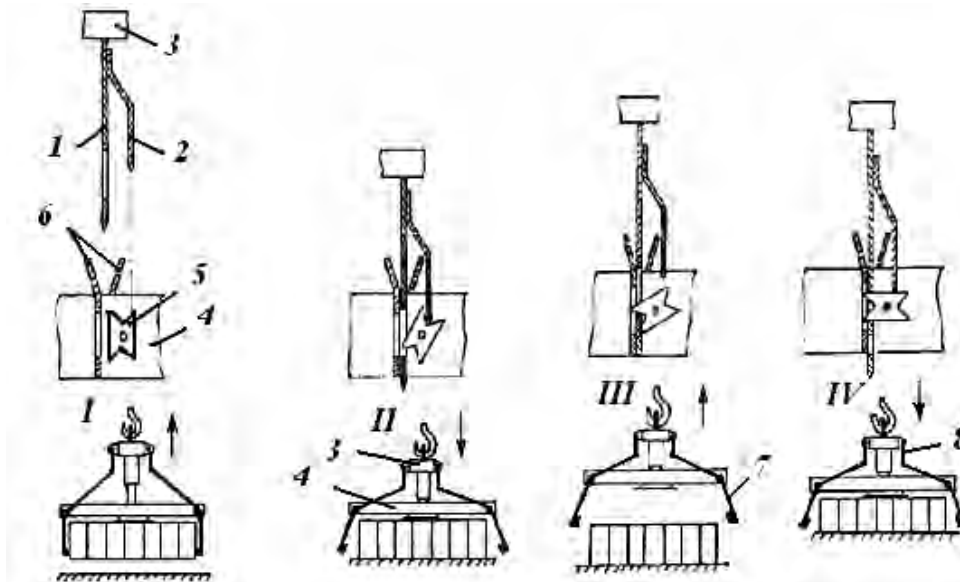
различных конструкций. Однако гибкий, на канатах, подвес ГЗУ в грузоподъемных крюковых кранах требует ручного выполнения операций по успокаиванию и ориентированию как грузозахвата при захвате груза, так и груза при укладке последнего на требуемое место. Выполнение этих операций также трудоемко и небезопасно. В современных условиях к грузоподъемным кранам предъявляются требования в отношении выполнения ими как можно большего числа операций с грузом, и, прежде всего, наведение ГЗУ на груз, захват последнего и укладку его на требуемое место без участия подкрановых рабочих. Такие задачи подсилы лишь кранам с жестким подвесом груза. Так как в настоящее время в основном эксплуатируются краны с гибким подвесом груза, то важным является оборудовать их устройствами и приспособлениями, обеспечивающими ориентированное перемещение груза и его позиционирование. Источники информации о устройстве и характеристике ГЗУ для различных грузов, а также устройств для ориентированного перемещения груза и его позиционирования представлены в таблице 3.1.

Таблица 3.1 – Источники информации о наиболее распространенных грузозахватных приспособлениях и устройствах для ориентированного перемещения груза

Наименование грузозахватных устройств и приспособлений	Источник информации
Грузозахватные устройства для штучных грузов с ручным выполнением строповочных операций	[1, с. 202–203, 252–254, 360–361; 2, с. 96–97, 215–216, 225; 3, с. 99, 212; 5, с. 40–44; 12, с. 24–29, 55–57; 13, с. 102–116, 160–164, 191–214; 14, с. 35–51]
Грузозахватные устройства с дистанционным управлением	[13, с. 102–109; 14, с. 201–213]
Автоматические и полуавтоматические грузозахватные устройства для контейнеров	[1, с. 106–198; 2, с. 201–213; 3, с. 202–205; 4, с. 187–188; 12, с. 88–114; 13, с. 152–160; 14, с. 53–54, 71–75]
Грейферы для насыпных грузов	[1, с. 327; 2, с. 66–67, 99–101; 3, с. 101, 103; 4, с. 47–52; 5, с. 69–71; 12, с. 150–189; 13, с. 59–101; 14, с. 110–124; 16, с. 182–187; 17, с. 116–125]
Грейферы и другие захватные устройства для круглого леса и лесоматериалов	[1, с. 267–272; 2, с. 246–247; 3, с. 233–238; 4, с. 199–200; 5, с. 57–58; 12, с. 136–143, 171, 186; 16, с. 188–189]
Электромагниты	[1, с. 255; 2, с. 224–225; 12, с. 135–143, 171, 186; 13, с. 210–228; 14, с. 163–169; 16, с. 189]
Автоматические и полуавтоматические механические грузозахватные устройства для штучных грузов	[1, с. 200–201; 2, с. 217, 226–227; 3, с. 213–215; 12, с. 29–53, 57–60, 132–136; 13, с. 175–190; 14, с. 61–71, 75–109]
Вакуумные грузозахватные устройства	[2, с. 218–219; 12, с. 69–87; 13, с. 229–292; 14, с. 125–163]
Устройства для ориентированного перемещения груза и его позиционирования	[12, с. 193–211; 13, с. 35–58; 14, с. 21–35]

Принцип действия большинства автоматических ГЗУ одинаков и основан на использовании механизма фиксации Меламеда, представленного на рисунке 3.1.

Механизм фиксации содержит тягу 1 с толкателем 2, закрепленные на траверсе 3. На раме 4 шарнирно закреплена звездочка 5, с левой стороны которой предусмотрены направляющие 6. По краям рамы 4 шарнирно смонтированы двухплечие захватные рычаги 7, горизонтальные плечи которых тягами 8 соединены с траверсой. Указанные ГЗУ работают следующим образом. В исходном положении, перед захватом пакета, траверса 3 расположена вблизи по отношению к раме 4 и удерживается механизмом фиксации (см. рисунок 3.1, положение III).



1 – тяга; 2 – толкатель; 3 – траверса; 4 – рама; 5 – звездочка; 6 – направляющие; 7 – рычаг; 8 – тяга

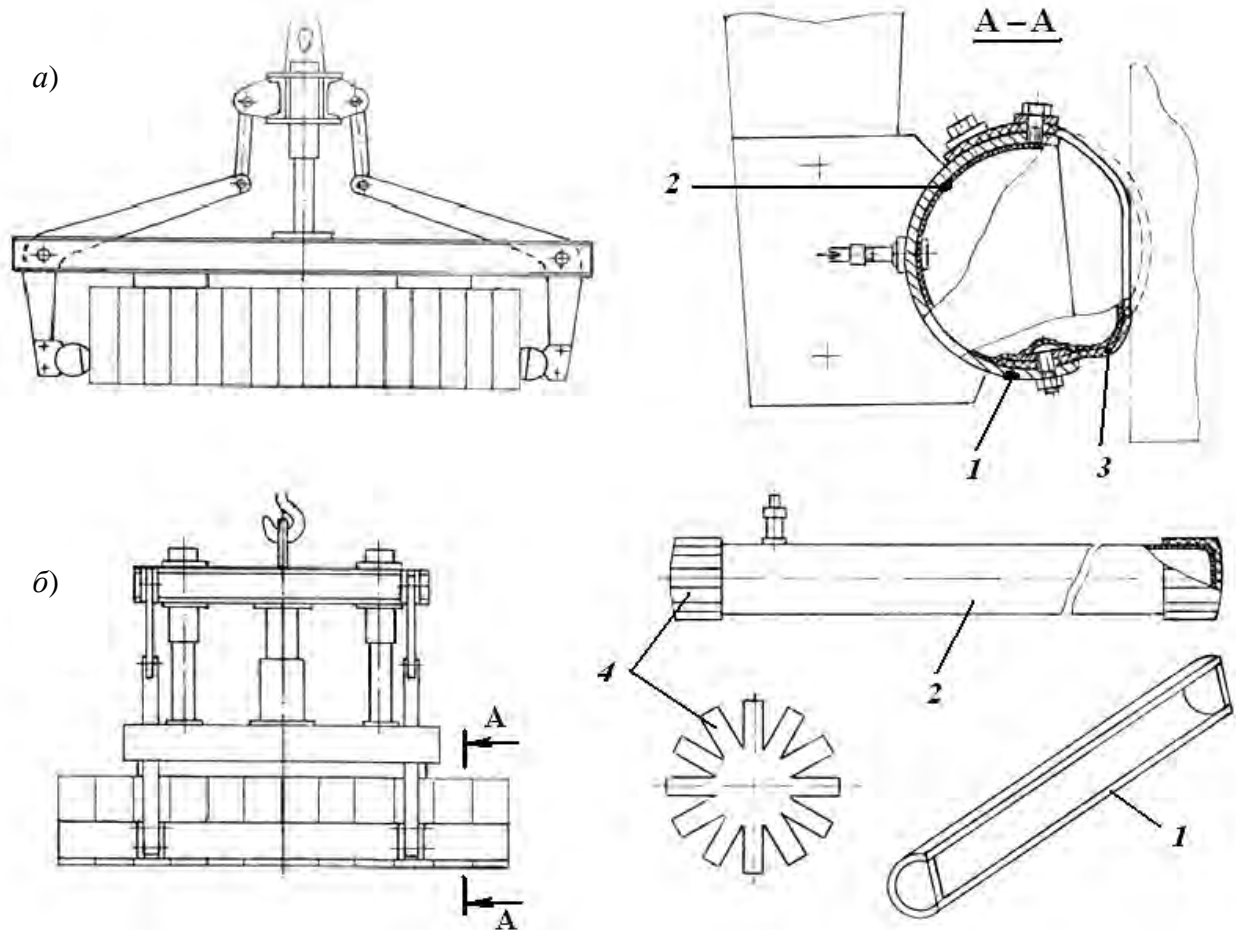
Рисунок 3.1 – Устройство и принцип работы ГЗУ с использованием механизма фиксации Меламеда

Вертикальные плечи захватных рычагов 7 с прижимными балками разведены в противоположные стороны. В таком положении ГЗУ устанавливается на захватываемый пакет до ослабления натяжения канатов механизма подъема крана. При этом траверса 3 опускается вниз на высоту 30...40 мм по отношению к раме 4 и толкатель 2 поворачивает звездочку 5 по часовой стрелке в положение, близкое к горизонтальному (см. рисунок 3.1, положение IV). При последующем подъеме траверсы 3 она по направляющим удаляется от рамы 4, тяга 1 поворачивает звездочку 5 по часовой стрелке в положение, близкое к вертикальному (см. рисунок 13.1, положение I) и выходит из зацепления со звездочкой 5. При этом двухплечие рычаги 7 посредством тяг 8 поворачиваются обеспечивая захват пакета. После установки пакета и дальнейшем опускании траверсы 3 двухплечие рычаги 7 под воздействием тяг 8 поворачиваются в противоположные стороны освобождая пакет. При этом толкатель 2 поворачивает звездочку 5 по часовой стрелке и ее нижний левый зуб входит в окошко тяги 1 (см. рисунок 3,1, положение II). При подъеме траверсы 3 тяга 1 поворачивает звездочку 5 по часовой стрелке до упора ее правым нижним



зубом о тягу *1* (см. рисунок 3.1, положение III). При дальнейшем подъеме устройство поднимается с разведенными двуплечими рычагами *7*, а нагрузка от рамы *4* воспринимается звездочкой *5*. Следует отметить, что звездочка *4* подпружинена для исключения ее самопроизвольного поворота. На практике встречаются механизмы фиксации и других конструкций.

На рисунках 3.2–3.4 представлены автоматические и полуавтоматические ГЗУ для отгрузки готовой продукции предприятий стройматериалов.



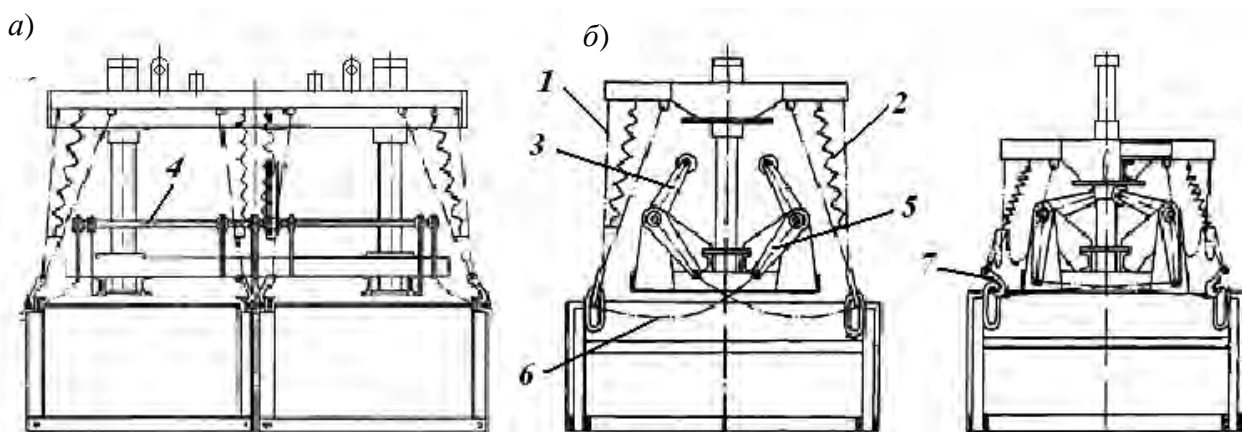
*a* – вид спереди; *б* – вид боку; *1* – корытообразная прижимная балка; *2* – цилиндрическая пневмокамера; *3* – защитная эластичная оболочка; *4* – уплотнительный торцовый манжет

Рисунок 3.2 – Автоматическое ГЗУ для газосиликатных блоков

Применение цилиндрических пневмокамер (см. рисунок 3.2), установленных в корытообразных прижимных балках, обеспечивает сжатие всех продольных рядов блоков одинаковым усилием и более равномерную передачу сжимающей нагрузки по площади контакта по сравнению с жесткими прижимными балками. Это обеспечивает повышение сохранности блоков при их складской переработке и отгрузке потребителю.

Полуавтоматическое ГЗУ для контейнеров (см. рисунок 3.3) обеспечивает повышение удобства строповки контейнера и его автоматическую отстроповку в кузове транспортного средства. Предварительная вертикальная нагруз-

ка 25...35 Н на чалочный крюк при строповке, создаваемая пружиной растяжения, исключает возможность его самопроизвольного выпадания с захватной проушины. Это позволяет выполнять строповку контейнера одним стропальщиком вместо двух. После установки контейнера и дальнейшем опускании траверсы последняя воздействует на приводные рычаги и поворачивает их навстречу друг другу. Отстроповочные рычаги поворачиваются в противоположные стороны и отстроповочными цепочками выдергивают чалочные крюки с захватных проушин. При этом под воздействием растянутых пружин чалочные крюки подтягиваются вверх, что исключает возможность их самопроизвольного зацепления за элементы контейнера. Вместо пружин можно использовать противовес, что позволит повысить удобство в работе.



*а* – вид сбоку; *б* – вид с торца при подъеме и отстроповке контейнера»; 1 – стропа; 2 – пружина; 3 – приводной рычаг; 4 – вал; 5 – отстроповочный рычаг; 6 – отстроповочная цепочка; 7 – чалочный крюк

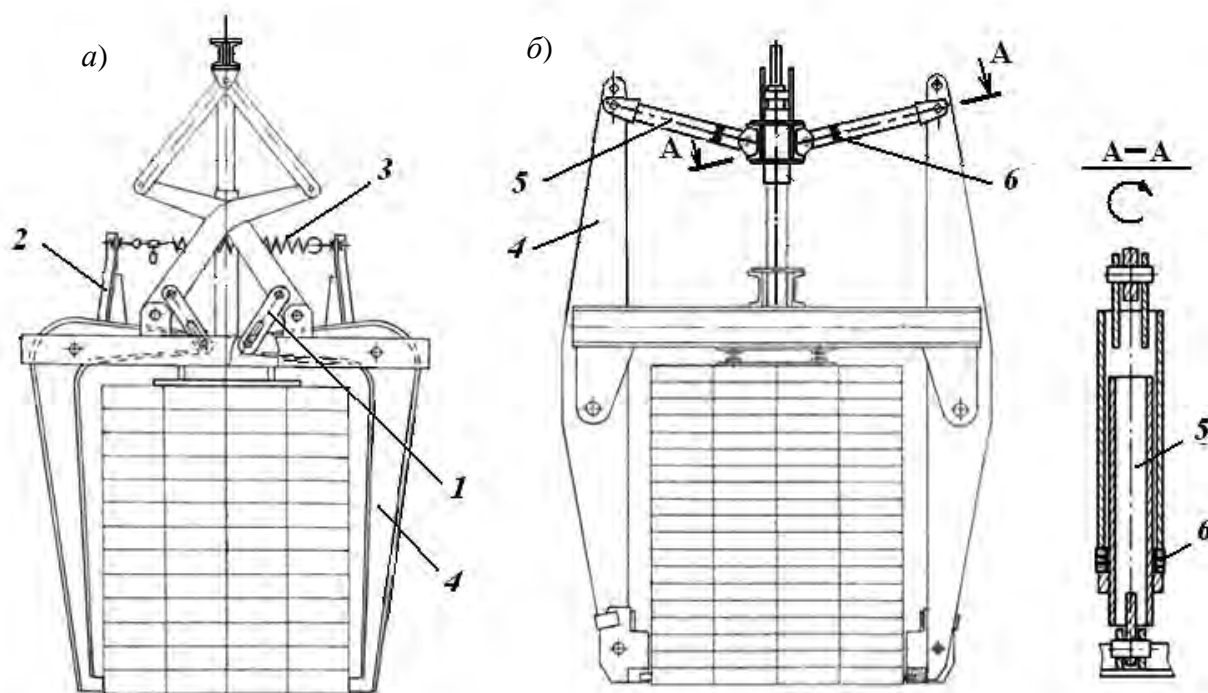
Рисунок 3.3 – Полуавтоматическое ГЗУ для контейнеров с газосиликатными блоками

В ГЗУ для силикатного кирпича (см. рисунок 3.4, *а*) в серьгах предусмотрены продольные пазы, что обеспечивает возможность свободного опускания траверсы и срабатывания механизма фиксации при ограничении подвижности захватных рычагов. При подъеме порожнего ГЗУ под воздействием пружины и посредством кронштейнов захватные рычаги расходятся в противоположные стороны, обеспечивая наведение и захват очередного пакета кирпича. В старой конструкции этого ГЗУ продольных пазов в серьгах не было предусмотрено, и траверса могла опускаться вниз с обязательным разведением захватных рычагов. В стесненных условиях кузова транспортного средства это условие не всегда выполнялось, что вызывало значительные неудобства в работе.

Захват пакета силикатного кирпича осуществляется за счет сжатия нижнего ряда. Естественно, чем меньше толщина сжимаемого ряда, тем больше должно быть и усилие его сжатия для захвата и подъема всего пакета. ГЗУ (см. рисунок 3.4, *а*) из-за недостаточного усилия сжатия не обеспечивал захват пакета облицовочного кирпича.



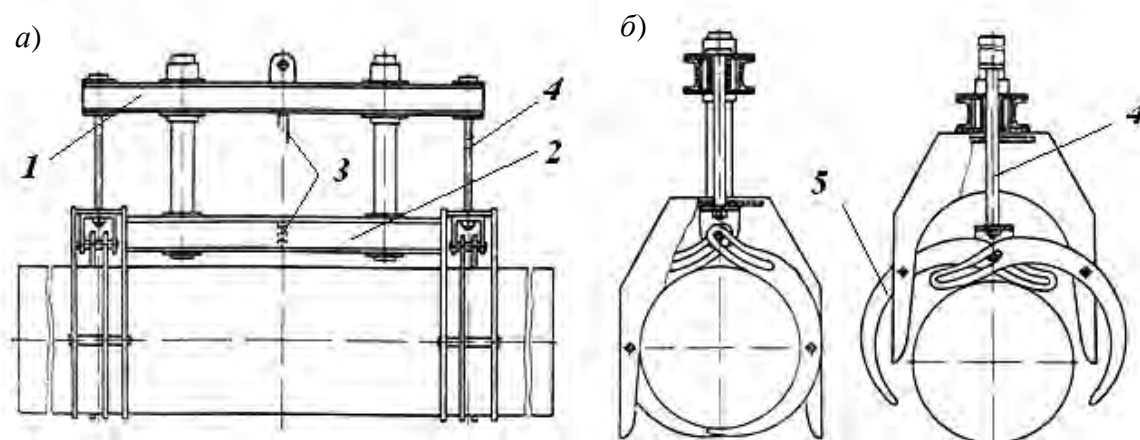
В ГЗУ (см. рисунок 3.4, б) усилие сжатия нижнего ряда обеспечивается распорными штангами, наклоненными под небольшим углом к горизонтали. Изменяя этот угол путем изменения длины распорных штанг с помощью регулировочных шайб, можно изменять усилие сжатия в очень широких пределах.



*а* – усовершенствованная конструкция захвата Меламеда для силикатного кирпича; *б* – захват для облицовочного кирпича с регулируемым усилием сжатия; 1 – серьга; 2 – кронштейн; 3 – пружина; 4 – захватный рычаг; 5 – распорная штанга; 6 – регулировочные шайбы

Рисунок 3.4 – Автоматические ГЗУ для пакетов силикатного кирпича

На рисунке 3.5 представлено автоматическое ГЗУ для пакетов длинномерных грузов цилиндрической формы.

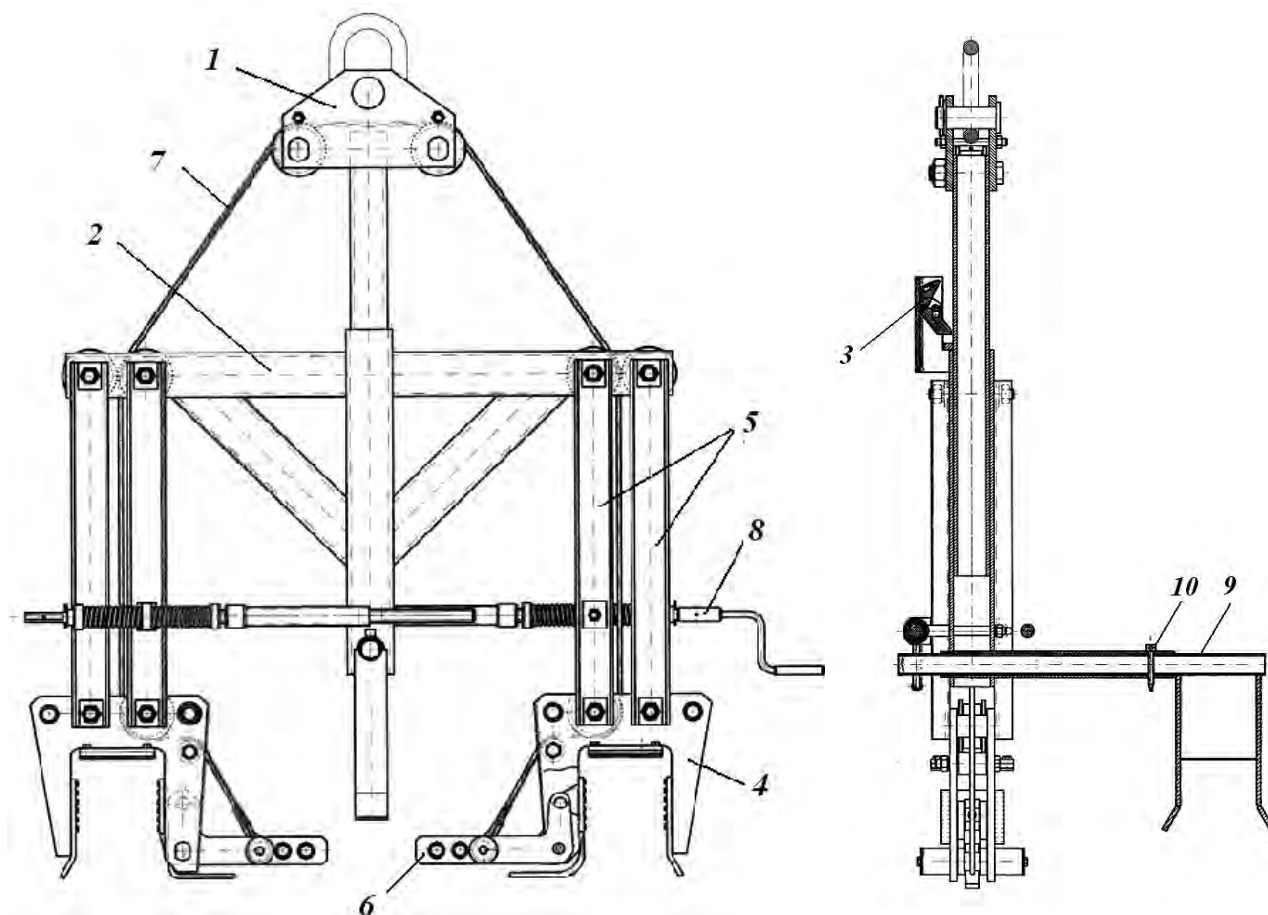


*а* – вид сбоку; *б* – вид с торца при захвате и освобождении груза; 1 – траверса; 2 – рама; 3 – механизм фиксации; 4 – шток; 5 – захватный рычаг

Рисунок 3.5 – Автоматическое ГЗУ для грузов цилиндрической формы

В этом ГЗУ (см. рисунок 3.5) траверса имеет возможность опускания вниз под действием собственной силы тяжести при неподвижных захватных рычагах и штоках, что обеспечивает освобождение груза в стесненных условиях.

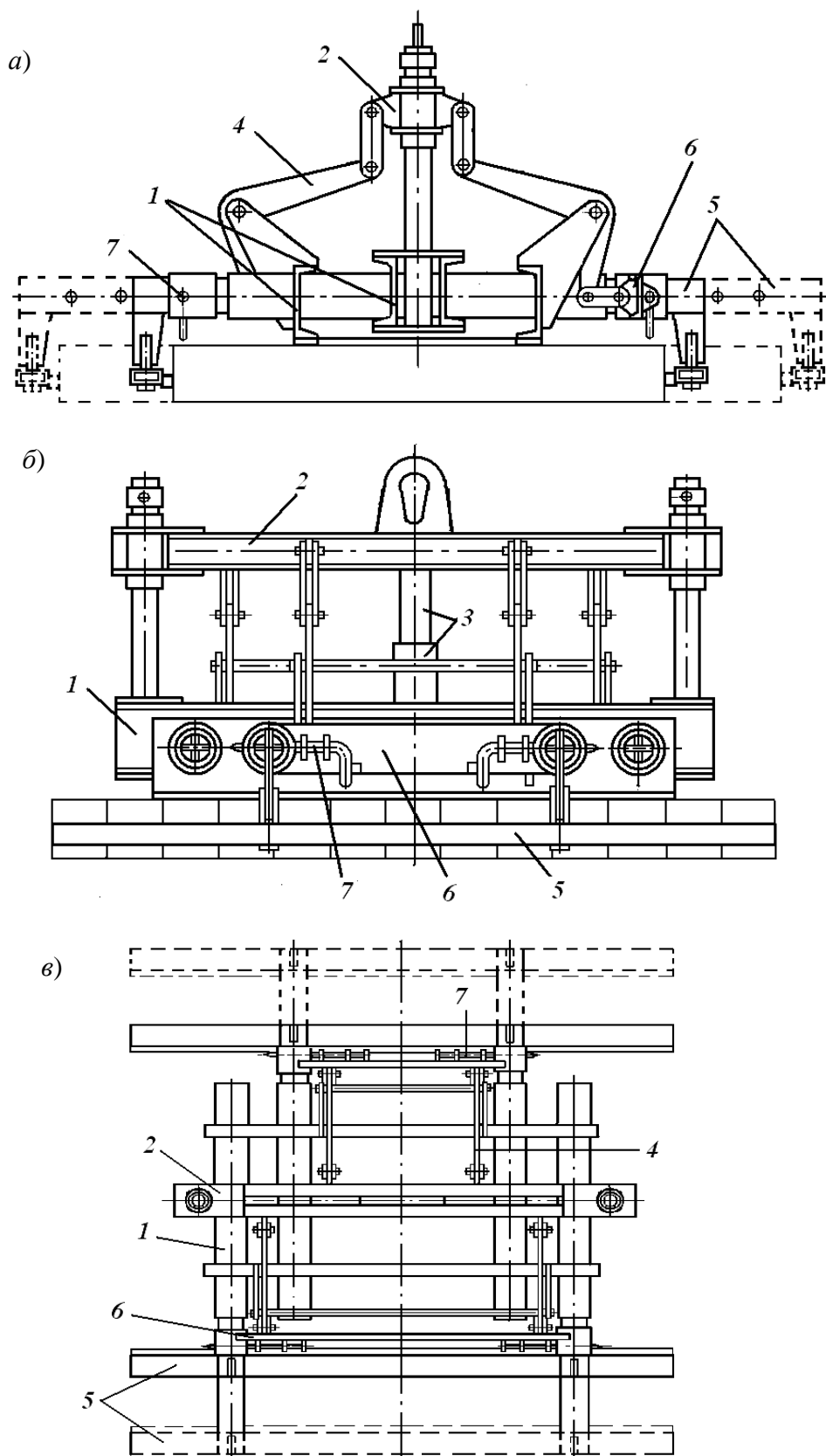
При изготовлении некоторых видов строительных материалов в целях уменьшения количества ГЗУ важным является обеспечение их универсальности, т. е. возможность захвата однотипных изделий разного типоразмера, например: ГЗУ для железобетонных колец диаметром 0,75, 1,0, 1,5, 1,75 м; для брусковых перемычек длиной 1,75, 2,0, 2,5, 2,75 м. Такие ГЗУ представлены на рисунках 3.6 и 3.7.



1 – траверса; 2 – рама; 3 – механизм фиксации; 4 – захватная скоба; 5 – параллелограммный механизм; 6 – зажимной рычаг; 7 – канат; 8 – винт настройки; 9 – телескопический горизонтальный кронштейн; 10 – палец

Рисунок 3.6 – Универсальное автоматическое ГЗУ для железобетонных колец

Универсальность ГЗУ для железобетонных колец (см. рисунок 3.6) обеспечивается за счет разведения или сведения с помощью винтовой пары захватных скоб и их подвески к раме с использованием параллелограммных механизмов. Таким образом, обеспечивается плоскопараллельное перемещение захватных скоб при их разведении или сведении. Устойчивое положение и центрирование ГЗУ при установке на кольцо при захвате обеспечивается консольным телескопическим горизонтальным кронштейном с раструбом, установленным в горизонтальной направляющей рамы и фиксируемым пальцем.

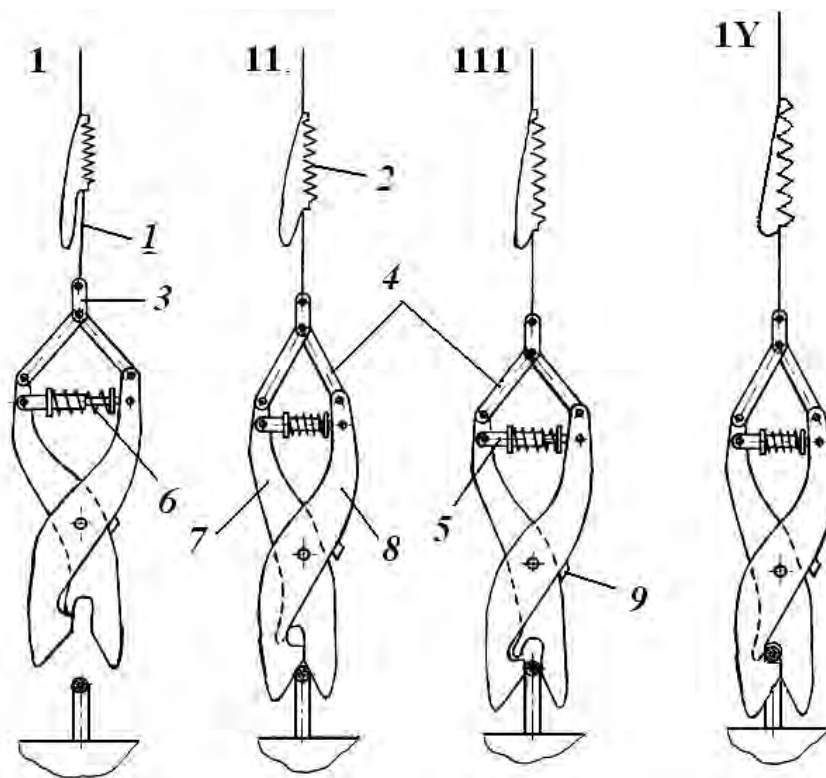


*а* – вид сбоку; *б* – вид с торца; *в* – вид сверху; *1* – рама; *2* – траверса; *3* – механизм фиксации; *4* – приводной рычаг; *5* – захватная балка; *6* – приводная балка; *7* – палец

Рисунок 3.7 – Универсальное автоматическое ГЗУ для брусковых перемычек

В ГЗУ для брусковых перемычек (см. рисунок 3.7) универсальность обеспечивается за счет выдвижения или задвижения захватных балок в направляющих рамы и их фиксации с приводными балками пальцами. Захватные балки и направляющие рамы выполнены из труб разного диаметра. Для фиксации приводных балок с захватными балками с помощью пальцев в них предусмотрены сквозные отверстия, расположенные с определенным шагом.

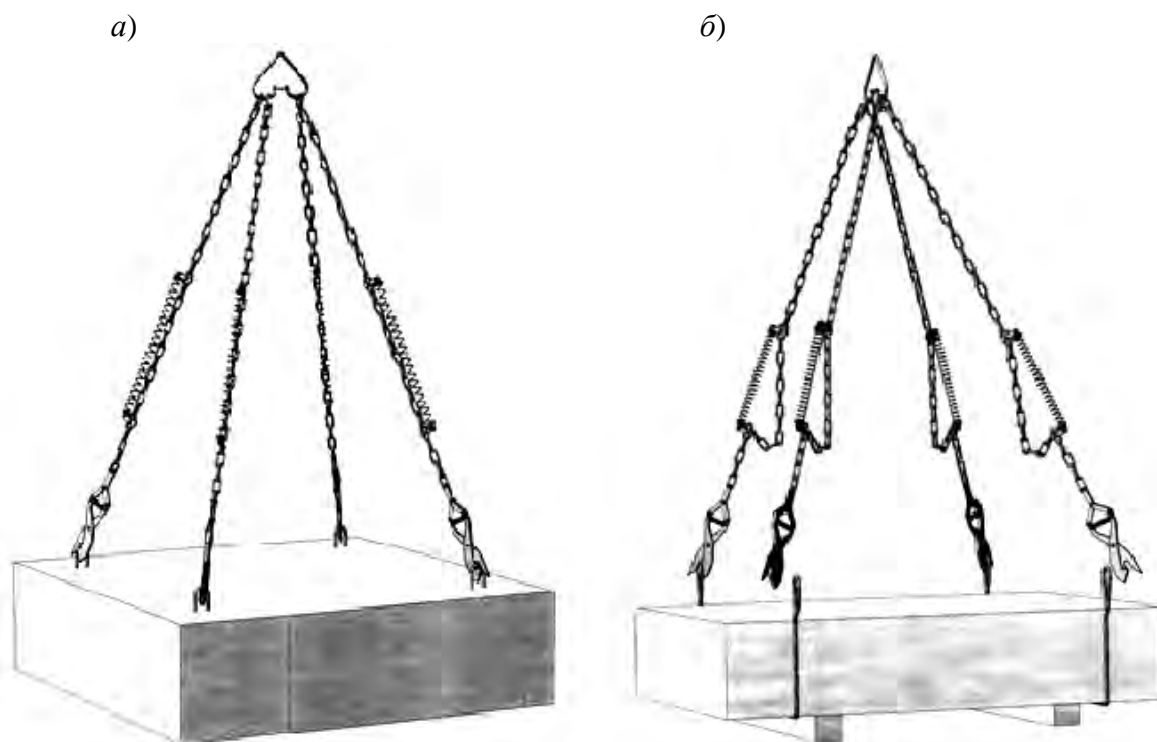
Автоматические ГЗУ имеют весьма сложную конструкцию и высокую стоимость. В местах массовой отгрузки готовой продукции эффективность их применения очевидна. Количество потребителей готовой продукции, даже одного грузоотправителя и одного наименования, исчисляется сотнями и использовать для выгрузки дорогостоящие автоматические ГЗУ по экономическим соображениям не целесообразно. Следует отметить, что обеспечить автоматический захват штучного груза в кузове транспортного средства гораздо сложнее, чем его освобождение. В большинстве случаев автоматические ГЗУ, использованные при погрузке транспортных средств, непригодны для их выгрузки. По этой причине выгрузка подавляющего большинства штучных грузов осуществляется с использованием простейших строп с чалочными крюками и ручным выполнением строповочных операций. В целях повышения удобства ручного выполнения строповочных операций вместо чалочного крюка можно использовать захватный орган, в виде ножниц со специально профилированными нижними внутренними гранями, представленное на рисунке 3.8.



1 – строп; 2 – пружина растяжения; 3 – серьга; 4 – тяги; 5 – шток телескопический; 6 – пружина сжатия; 7 – рычаг левый; 8 – рычаг правый; 9 – кронштейн ограничительный

Рисунок 3.8 – Захватный орган

В исходном положении (поз. 1) нижние плечи рычагов под воздействием пружины *б* разведены в противоположные стороны, устройство раскрыто. При подтягивании устройства вниз нагрузка на тяги *4* возрастает и под действием горизонтальных составляющих сопротивление пружины *б* преодолевается и нижние плечи рычагов замыкаются (поз. 11). При дальнейшем подтягивании устройства вниз воздействием скосов нижних плеч рычагов о строповочный элемент устройство раскрывается с преодолением горизонтальных составляющих нагрузки в тягах *4* (поз. 111). Дальнейшее подтягивание устройств вниз приводит к его замыканию и захвату строповочного элемента груза. Варианты использования захватного устройства представлены на рисунке 3.9. При использовании дополнительных двухпетлевых строп, подводимых под груз, пара захватных органов блокируется штифтом в телескопической штоке *5* или хомутом после захвата двухпетлевого стропа. После укладки груза и дальнейшем опускании крюка крана нагрузка от пружины растяжения *2* (см. рисунок 3.8) уменьшается и под воздействием пружины *б* захватный орган размыкается, обеспечивая освобождение груза.



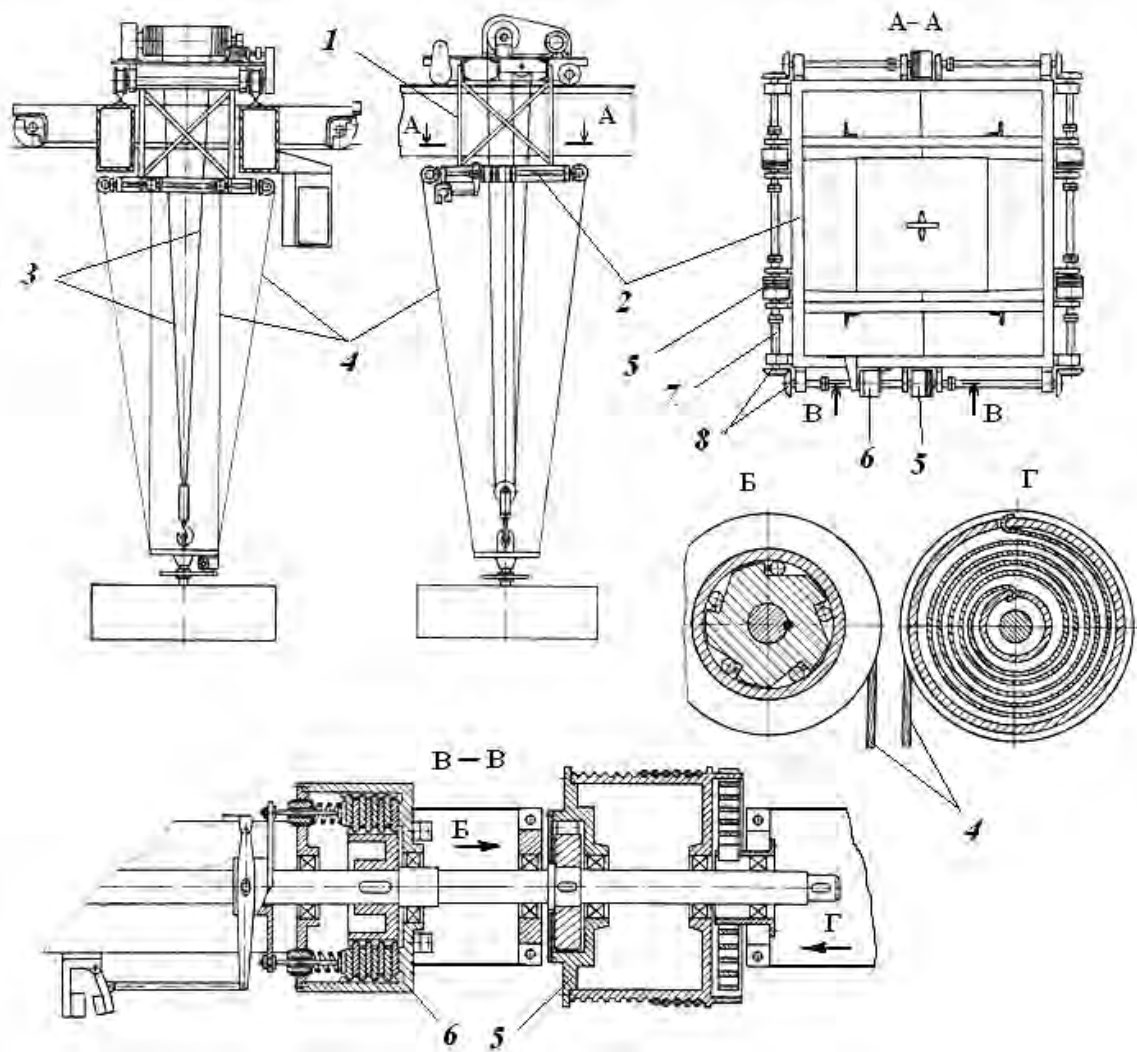
*а* – для грузов со строповочными элементами; *б* – с подведением дополнительных строп под груз

Рисунок 3.9 – Универсальное полуавтоматическое захватное устройство

На рисунке 3.10 представлен вариант комбинированной грузовой подвески крана с использованием оттяжных канатов. Сопротивление сматывания этих канатов с преодолением сопротивления тормоза *б* при горизонтальном перемещении груза устраняет его раскачивание. Возникающие раскачивания груза



при резком торможении крана или тележки быстро гасятся, т. к. горизонтальные составляющие натяжения противоположно расположенных оттяжных канатов постоянно препятствуют этим раскачиваниям.



1 – кронштейн; 2 – горизонтальная рама; 3 – грузовой канат; 4 – оттяжные канаты; 5 – пружинный барабан с обгонной муфтой; 6 – тормоз

Рисунок 3.10 – Грузовая подвеска с использованием оттяжных канатов

### ***Порядок выполнения практического занятия***

Изучить и представить отчет по устройству и принципу действия наиболее перспективных ГЗУ для насыпных и штучных грузов.

## 4 Расчет вместимости и основных размеров склада

Склады промышленных предприятий являются наиболее характерными местами сосредоточения погрузочно-разгрузочных работ, связанных с приемом, складированием и отправлением разнообразных грузов, а также с различными операциями по распаковке и упаковке, консервации и расконсервации, взвешиванию и другими дополнительными работами в зависимости от технологии складской переработки грузов.

Основные размеры склада определяются требуемой площадью и объемом для размещения грузов, размером и расположением проходов, проездов и складского оборудования.

Для обеспечения нормального функционирования предприятия склад должен иметь определенную вместимость  $E_{скл}$ , т. е. то количество груза, которое должно быть размещено в нем.

Исходными данными для расчета основных размеров склада являются величина годового грузопотока  $Q_g$ , т/год, и обусловленная норма запаса груза на складе  $T_{зан}$ , сут. Тогда

$$E_{скл} = \frac{Q_g \cdot T_{зан}}{365}.$$

Следует отметить, что нормы запаса различных грузов на складах зависят от многих факторов, основными из которых являются:

- условия поставки и вывозки материалов внешним транспортом;
- назначение склада и его связь с технологическими цехами;
- сезонный характер производства и потребления;
- физические и химические свойства хранимых материалов.

Норма запаса груза на складе составляет от 5...10 до 300 сут и более, особенно для грузов стратегического характера и сельхозпродукции.

Общая площадь склада  $F_{общ}$  на стадии технического проекта определяется по формуле

$$F_{общ} = f_{пол} + f_{пр} + f_{отп} + f_{сл} + f_{всп},$$

где  $f_{пол}$  – полезная площадь – площадь, занятая непосредственно под хранимым материалом (стеллажами, штабелями, закормами, бункерами и другими приспособлениями для хранения материалов),  $m^2$ ;

$f_{пр}$  – площадь, занятая приемными площадками,  $m^2$ ;

$f_{отп}$  – площадь, занятая отпускными площадками,  $m^2$ ;

$f_{сл}$  – площадь, занятая конторскими, бытовыми и другими служебными помещениями,  $m^2$ ;

$f_{всп}$  – вспомогательная площадь – площадь, занятая проходами и проездами,  $m^2$ .





Для складов насыпных и навалочных материалов, где в зависимости от местных условий, принятой технологии и механизации погрузочно-разгрузочных и складских работ, отдельные штабеля могут иметь определенную геометрическую форму, полезная площадь склада определяется в зависимости от установленной величины запаса материалов (емкости склада), емкости и количества размещаемых штабелей.

Емкость штабеля  $q_{шт}$  определяется по формуле

$$q_{шт} = V \cdot \gamma,$$

где  $V$  – объем штабеля, м<sup>3</sup>;

$\gamma$  – насыпной (объемный) вес материала, т/м<sup>3</sup>.

Наиболее распространенные формы штабелей насыпных материалов представлены на рисунке 4.1: обелисковый *a*, призматический *б*, конусный (полный и усеченный) *в*, М-образный *г*, М-образный хребтовый *д*, первоначальные штабеля около повышенных путей и эстакад *е* (угол  $\beta$  может изменяться от 50...70° для повышенных путей и до 90° – для эстакад). При устройстве эстакады на опорах форма штабеля будет М-образной.

Исходя из емкости склада  $E_{скл}$  и емкости одного штабеля  $q_{шт}$  требуемое количество штабелей составит

$$n = \frac{E_{скл}}{q_{шт}}.$$

Полезная площадь, занятая штабелями, определится как

$$f_{пол} = n \cdot f_{шт} = n \cdot L \cdot B,$$

где  $L$  – длина нижнего основания штабеля, м;

$B$  – ширина нижнего основания штабеля, м.

Общая площадь склада насыпных и навалочных материалов с учетом всех проходов, проездов и железнодорожных путей зависит от принятой в проекте планировки склада.

Для насыпных и навалочных грузов приближенно общая площадь склада определяется через коэффициент использования площади  $a$  по формуле

$$F_{общ} = \frac{f_{пол}}{a}$$

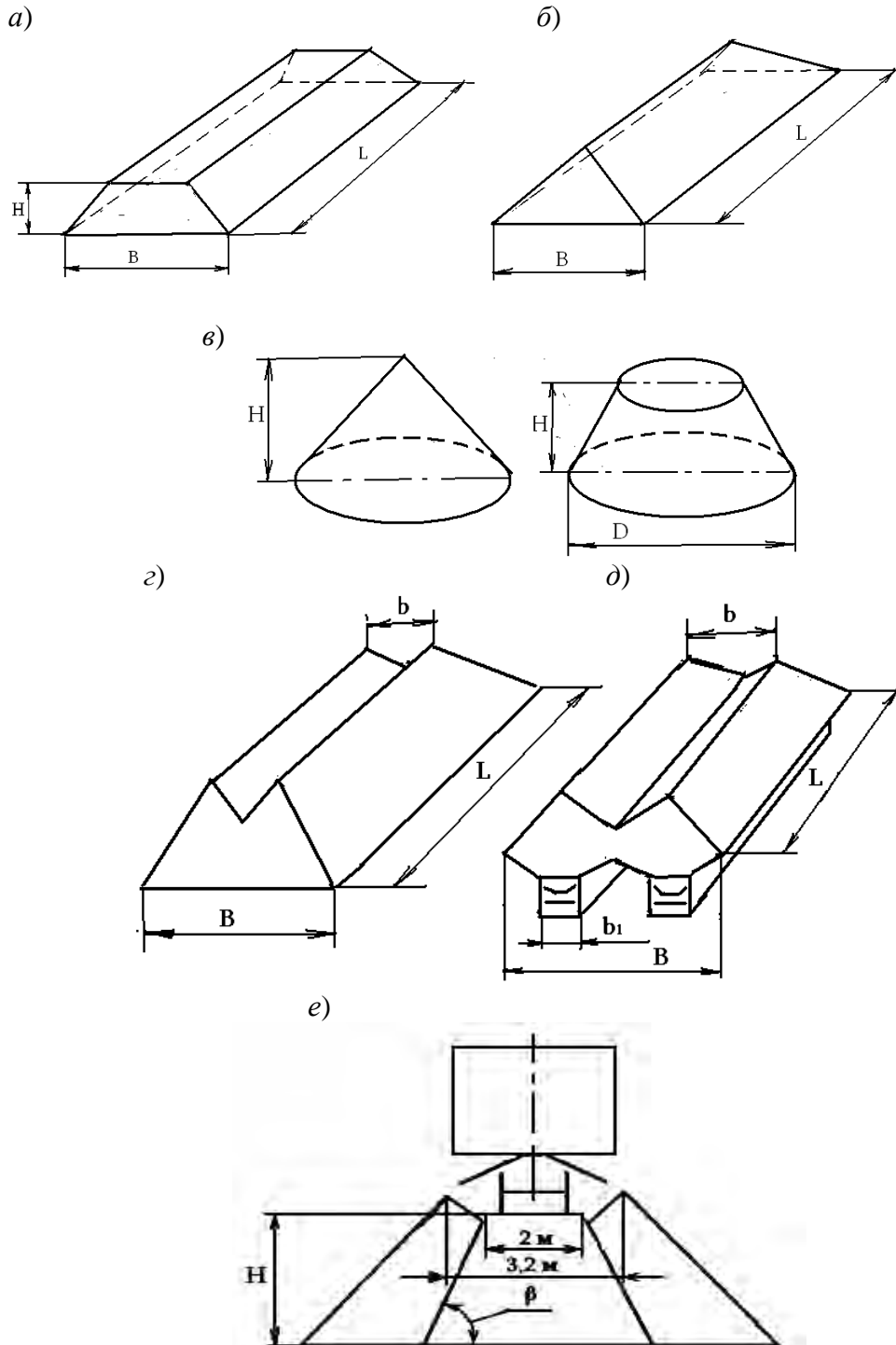
( $a$  принимается в пределах 0,4...0,8).

Для складов тарно-штучных грузов и многономенклатурных складов материально-технического снабжения укрупненный расчет площади складов производится методом расчета по удельным нагрузкам по формуле



$$F_{\text{общ}} = \frac{E_{\text{скл}}}{q \cdot a},$$

где  $q$  – средняя нагрузка на полезную площадь склада, т/м<sup>2</sup>;  
 $a$  – коэффициент использования площади склада.



$a$  – обелисковый;  $б$  – призматический;  $в$  – конусный (полный и усеченный);  
 $г$  – М-образный;  $д$  – М-образный хребтовый;  $ж$  – первоначальные штабеля около  
повышенных путей и эстакад

Рисунок 4.1 – Формы штабелей насыпных материалов

Укрупненные значения  $q$  и  $a$  представлены в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Ориентировочные показатели расчетных нагрузок на 1 м<sup>2</sup> полезной площади складов и рекомендуемые коэффициенты использования площади

Наименование материала	Способ хранения	Нагрузка $q$ , т/м <sup>2</sup> , полезной площади при высоте укладки 1 м	Рекомендуемая высота укладки $h$ , м, при использовании			Коэффициент использования площади $a$
			грузоподъемных кранов	кранов-штабелеров с кабиной управления	вилочных авто- и электропогрузчиков	
Сталь круглая, квадратная, шестигранная, угловая, швеллерная, двутавровая	Стеллаж	1,2... 3,2	4	6...10	4...4,5	0,25...0,4
	Штабель	2,4...3,9	2	2	2	
Сталь тонколистовая в пачках	Стеллаж	1,2...2,5	4	6...10	4...4,5	0,3...0,4
	Штабель	3,0...4,0	2	2	2	
Сталь толстолистовая без упаковки	Стеллаж	1,6...3,0	4	6...10	4...4,5	0,25...0,4
	Штабель	4,7...6,0	2	2	2	
Трубы чугунные и стальные	Стеллаж	0,4...1,4	4	6...10	4...4,5	0,25...0,4
	Штабель	0,4...1,6	2	2	2	
Лес круглый и пиломатериалы	Штабель	0,2...0,4	2/6	–	4...4,5	0,35...0,4 5
Тарно-штучные грузы	Стеллаж	0,5...1,0	2	6...10	4...4,5	0,45...0,5
	Штабель	0,5...1,0	2	4,0...4,5	4...4,5	

*Примечания*

- 1 Средняя нагрузка на 1 м<sup>2</sup> полезной площади склада является средневзвешенной величиной для обычного ассортимента материалов, хранимых на складе;
- 2 Нижний предел коэффициента  $a$  принимается при использовании на складе напольного транспорта, а верхний – подвешного;
- 3 Числитель – при ручном выполнении строповочных операций, знаменатель – при использовании автоматических грузозахватов

Площади приемных и отпускных площадок определяются по формуле

$$f_{np} \approx f_{omn} = \frac{Q_e \cdot t}{365 \cdot q \cdot h},$$

где  $t$  – количество дней нахождения материалов на отпускных и приемных площадках, принимается до трех дней;

$q$  – нагрузка на 1 м<sup>2</sup> полезной площади при высоте укладки 1 м (см. таблицу 4.1);

$h$  – высота укладки, принимается не более 1,5 м.

Расчет общей площади склада по коэффициенту использования площади склада  $a$  является ориентировочным и применяется при разработке технического проекта и при проектировании типовых складов.



Одним из более точных методов расчета общей площади склада является метод расчета по элементарным площадкам. В ряде случаев весь склад в плане можно рассматривать как сумму  $n_{эл}$  отдельных элементарных площадок емкостью  $E_{эл}$ , которые могут многократно повторяться так, что

$$E_{скл} = n_{эл} \cdot E_{эл} .$$

Ширина элементарной площадки принимается равной ширине полученного по масштабной компоновке поперечного разреза склада в соответствии с принятыми средствами механизации ПРТС работ. Длина элементарной площадки на складе обычно определяется расстоянием между поперечными проездами, проходами или разрывами между местами хранения груза, но в отдельных случаях может приниматься условно, например кратной длине вагона или просто в круглых цифрах от 10 до 50 м.

На рисунке 4.2 представлена схема компоновки плана по элементарным площадкам применительно к складам тарно-штучных грузов. Длина элементарной площадки принята равной расстоянию между осями дверей здания склада. Таким образом, общая площадь одной элементарной площадки, включающей как полезную площадь под грузом, так и добавочную площадь, занятую приемными устройствами, проездами, разрывами, согласно компоновке составляет

$$F_{эл} = B_{скл} \cdot l_{эл} .$$

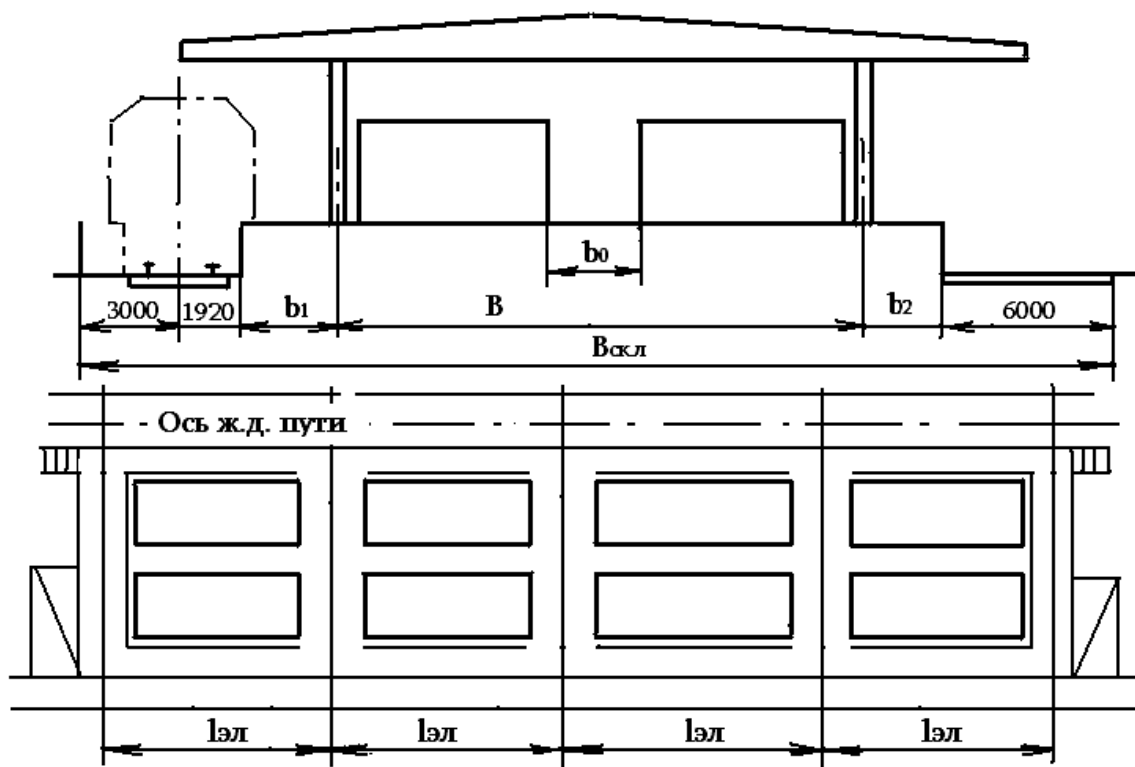


Рисунок 4.2 – Схема склада тарно-штучных грузов с компоновкой элементарных площадок в плане

Определив для одной элементарной площадки по конкретным размерам ее емкость  $E_{эл}$ , требуемое число элементарных площадок для обеспечения заданной емкости склада  $E_{скл}$ , получают как частное

$$n_{эл} = \frac{E_{скл}}{E_{эл}}.$$

Общая длина склада по условию обеспечения требуемой емкости составит

$$L_{скл} = \frac{E_{скл}}{E_{эл}} \cdot L_{эл} + L_{дон},$$

где  $L_{дон}$  – дополнительная длина склада на устройство пандусов, сходней, торцовых автопроездов, противопожарных разрывов и т. п.

Общая площадь склада

$$F_{общ} = B_{скл} \cdot L_{скл}.$$

Более точным и универсальным методом определения общей площади склада является метод масштабной технологической компановки склада в комплексной увязке с примыкающими к нему участками производства. При этом полезную площадь рекомендуется определять по расчетной нагрузке  $q_p$ , устанавливаемой в каждом конкретном случае в зависимости от способа укладки, принятого в соответствии с техническими возможностями используемых средств механизации. Расчетную нагрузку  $q_p$  определяют в зависимости от объемной массы  $\gamma$ , т/м<sup>3</sup>, и принятой высоты укладки  $h$ , м.

$$q_p = \gamma \cdot h^2.$$

Полезная площадь склада

$$f_{пол} = \frac{E_{скл}}{q_p}.$$

Вместо ориентировочного расчета общей площади по приближенным коэффициентам использования площади  $a$  рекомендуется определять общую площадь склада по формуле

$$F_{общ} = f_{пол} + f_{дон}.$$

Дополнительная площадь  $f_{дон}$  на проезды, проходы, разрывы между местами хранения, служебные и бытовые помещения, специальные площадки под оборудование для складской переработки определяется габаритами средств



механизации, а также удобствами эксплуатации и требованиями техники безопасности.

Ширина проездов на складе для передвижных средств механизации зависит от габаритных размеров машин в плане, радиусов поворота и габаритных размеров перемещаемых грузов и определяется графически с учетом обеспечения гарантированных зазоров не менее 100 мм. Для закрытых складов ориентировочно можно принять ширину главного проезда 2,5...4 м, боковых проездов – не менее 1 м. Следует отметить, что краны-штабелеры требуют значительно меньших проездов, чем напольные средства механизации. Так, если для однотонных кранов-штабелеров при работе со стандартной тарой требуются проезды шириной 1,25...1,5 м, то для лучших моделей электропогрузчиков при тех же условиях требуются проезды шириной 2,0...3,0 м. Проходы для обслуживающего персонала между штабелями и стеллажами принимаются в пределах от 0,8 до 1,2 м в зависимости от характера выполняемых операций. Ширину внутрискладских проездов можно назначить в соответствии с таблицей 4.2.

Таблица 4.2 – Рекомендуемая ширина внутрискладских проездов

Средства механизации складских работ	Характеристика средств механизации			Ширина проезда при развороте на	
	Грузоподъемность, т	Наибольшая ширина, м	Наименьший радиус поворота, м	180°	90°
Электропогрузчики фронтальные	0,5	1	1,3	3,5	3
	1	1,2	1,8	4	3,5
	3	1,4	2,2	5	4,4
	5	1,5	2,5	5,5	4,4
Электропогрузчики с боковым выдвижным грузоподъемником	3,2	1,9	3,1	7,5	–
Электрощабелеры напольные с фронтальным выдвижным грузоподъемником	1	1	1,5	3	2,5
Краны-штабелеры опорного и подвешного типов, управляемые с пола	0,5	1,1	–	2,5	1,5
	1	1,1	–	2,5	1,5
Краны-штабелеры опорного и подвешного типов, управляемые из кабины	1	1,9	–	3,5	3

Для определения общей площади склада при масштабной технологической компоновке можно рекомендовать следующий методический прием. После определения полезной площади склада  $f_{\text{полез}}$  на его поперечном разрезе шириной  $B_{\text{скл}}$  масштабной компоновкой намечаются места хранения груза, необходимые проезды и разрывы, т. е. определяется полезная ширина  $B$  и суммарная дополнительная ширина  $B_{\text{дон}}$ . При этом

$$B = B_{скл} - B_{доп} .$$

Тогда полезная длина склада определится как частное

$$L_{полез} = \frac{f_{полез}}{B} .$$

По технологической компоновке плана по длине склада предусматриваются необходимой ширины поперечные проезды или проходы, а также требуемые по технологии складской грузопереработки площадки, что в сумме составляет дополнительную длину  $L_{доп}$ . Общая длина склада равна

$$L = L_{полез} + L_{доп} .$$

Общая площадь склада

$$F_{общ} = B_{скл} \cdot L .$$

После определения размеров склада методом масштабной технологической компоновки определяется фактическое значение коэффициента использования площади склада  $a$ .

$$a = \frac{f_{полез}}{F_{общ}} .$$

Полученный таким образом коэффициент использования площади склада представляет интерес для оценки качества произведенной масштабной технологической компоновки по сравнению с другими вариантами компоновки или другими подобными складами.

## 5 Расчет производительности погрузочно-разгрузочных машин периодического и непрерывного действия

Производительность погрузочно-разгрузочной машины измеряется количеством груза в весовых, объемных, штучных и других единицах, перерабатываемых машиной за единицу времени (час, смену, сутки и пр.). Производительность машины не является величиной неизменной, а зависит от характеристики перерабатываемого груза, схемы работы и условий ее выполнения. Различают техническую и эксплуатационную часовые производительности.

Техническая производительность машины циклического (периодического) действия при работе с конкретным грузом определяется по формуле





$$Q = \frac{3600 \cdot q_{ц}}{T_{ц}},$$

где  $q_{ц}$  – количество груза, перемещаемого машиной за один цикл, т;

$T_{ц}$  – продолжительность одного цикла работы, с.

Техническая производительность машин непрерывного действия определяется по формуле

$$Q = 3,6 \cdot V \cdot q,$$

где  $V$  – скорость транспортирования груза, м/с;

$q$  – количество груза, приходящегося на 1 м длины конвейера, кг/м.

Эксплуатационная сменная производительность

$$Q_{СМ} = Q \cdot t_{СМ} \cdot k_{ВР},$$

где  $k_{ВР}$  – коэффициент использования машины по времени, т. е. затраты времени на обслуживание машины перед началом и в конце работы, во время работы и на обеденные перерывы, ориентировочно принимается 0,7...0,8.

Продолжительность одного цикла работы машины периодического действия  $T_{ц}$  определяется как сумма времени на выполнение последовательных операций по перемещению груза с учетом их возможного совмещения, т. е. одновременного выполнения. Так, для кранов мостового типа возможно одновременное перемещение крана и тележки, одновременное перемещение крана или тележки с подъемом или опусканием груза. Для кранов мостового типа продолжительность одного цикла работы машины определяется по формуле

$$T_{ц} = k_{с} (t_{з.зр} + t_{н.зр} + t_{кр.зр} + t_{м.зр} + t_{о.зр} + t_{ос.зр} + t_{под.нор} + t_{кр.нор} + t_{м.нор} + t_{о.нор}),$$

где  $t_{з.зр}$  – захват груза с учетом времени на успокаивание и ориентирование грузозахвата, с;

$t_{н.зр}$  – подъем груза, с;

$t_{кр.зр}$ ,  $t_{м.зр}$  – передвижение крана и тележки с грузом, с;

$t_{о.зр}$  – опускание груза, с;

$t_{ос.зр}$  – освобождение груза с учетом его успокаивания и ориентирования, с;

$t_{под.нор}$  – подъем порожнего грузозахвата, с;

$t_{кр.нор}$ ,  $t_{м.нор}$  – передвижение крана и тележки без груза, с;

$t_{он.нор}$  – опускание порожнего грузозахвата, с;

$k_{с}$  – коэффициент совмещение операций, при ориентировочных расчетах принимается в пределах 0,7...0,8. Более точное значение этого коэффициента



получают построением графика цикла работы машины. Один из вариантов такого графика представлен на рисунке 5.1.

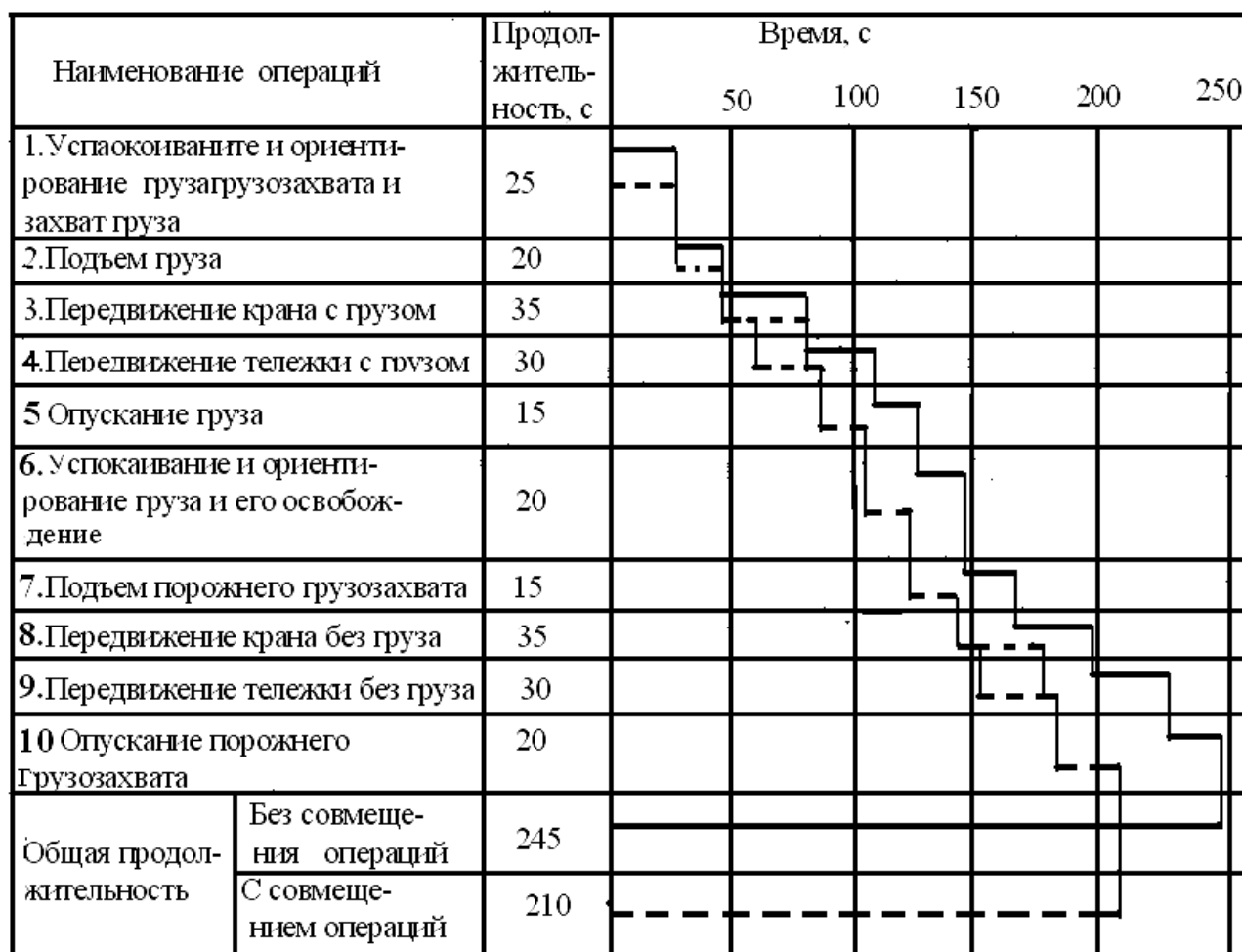


Рисунок 5.1 – График цикла работы крана мостового типа

При работе стреловых кранов горизонтальное перемещение груза осуществляется поворотом и изменением вылета. При этом совмещать поворот и изменение вылета не допускается.

Время на выполнение операций по успокаиванию, ориентированию, на захват и освобождение груза зависит от многих факторов: типа применяемых грузозахватных устройств (автоматические, полуавтоматические, стропы и траверсы с ручным выполнением строповочных операций); массы и габаритов груза и наличия на нем строповочных элементов. Нормы времени на выполнение операций по строповке, успокаиванию и ориентированию грузозахвата и груза отсутствуют и устанавливаются на основании хронометражных наблюдений. Ориентировочно можно принять: строповка груза имеющего строповочные элементы (кольца, рымы, захватные проушины и др.) при одном стропальщике – 15...30 с, при двух стропальщиках – 10...20 с; строповка груза с подведением дополнительных строп под груз при одном стропальщике – 30...60 с, при двух стропальщиках – 20...40 с; освобождение таких грузов после укладки на требуемое место – 60...80 % от продолжительности их

строповки; успокаивание и ориентирование перед укладкой груза на требуемое место – 10...20 с, причем для грузов большей массы и габаритов принимается большее время.

Продолжительность операций по горизонтальному перемещению, подъему и опусканию с грузом и без груза определяются в зависимости от среднего расстояния перемещения и соответствующей технической скорости механизма крана. При этом в продолжительность выполнения каждой операции по перемещению груза добавляется 1,5...2 с на разгон-замедление, на включение и срабатывание механизма.

Производительность выпускных отверстий бункерных устройств для насыпных грузов определяется по формуле

$$Q = 3600F \cdot V,$$

где  $F$  – площадь поперечного сечения потока насыпного груза, проходящего через выпускное отверстие бункера, м<sup>2</sup>;

$V$  – средняя скорость истечения насыпного груза из выпускного отверстия бункера, м/с;

$\gamma$  – плотность насыпного груза, т/м<sup>3</sup>.

Площадь поперечного сечения потока насыпного груза, проходящего через выпускное отверстие бункера, определяется по формулам:

– для круглого отверстия

$$F_{\kappa} = \frac{\pi \cdot (D - a)^2}{4} ;$$

– для квадратного отверстия

$$F_{\kappa\kappa} = (A - a)^2 ;$$

– для прямоугольного отверстия

$$F_n = (A - a)(B - a),$$

где  $D$  – диаметр круглого выпускного отверстия бункера, м;

$a$  – размер типичного куска насыпного груза, м;

$A$  и  $B$  – ширина и длина выпускного отверстия бункера.

Средняя скорость истечения насыпного груза из выпускного отверстия бункера

$$V = \lambda \sqrt{3,2 \cdot g \cdot R},$$

где  $g$  – ускорение силы тяжести, м/с<sup>2</sup>;

$R$  – гидравлический радиус площади поперечного сечения потока насыпного груза, равный отношению этой площади к ее периметру с учетом размера типичного куска  $a$ , м;



$\lambda$  – коэффициент истечения. Величина этого коэффициента зависит от свойств насыпного груза и составляет: для хорошо сыпучих грузов, не содержащих пылевидных фракций, сухих, зернистых и порошкообразных, как речной песок, сортированный гравий и уголь, зерновые грузы – 0,55...0,65; для крупно зернистых и кусковых рядовых грузов с кусками неправильной формы в сухом состоянии – 0,3...0,5; для пылевидных грузов с большим содержанием мелких фракций) – 0,2...0,25.

## 6 Расчет необходимого количества погрузочно-разгрузочных машин

Необходимое количество погрузочно-разгрузочных машин для выполнения годового объема работ по погрузке, выгрузке и складированию груза определяется из условий обеспечения:

– выполнения заданного объема работы и выполнения установленных видов ремонта и технического обслуживания

$$Z_P = \frac{Q_G \cdot k_H \cdot k_{II}}{365 Q_{CM} \cdot k_{CM}} \left( 1 + \frac{24 t_{PEM}}{T_{PC}} \right);$$

– перерабатывающей способности грузового фронта по выгрузке (погрузке) вагонов

$$Z_\Phi = \frac{Q_G \cdot k_H}{365 Q_{\text{ч}} (T - X_{\text{ПУ}} \cdot t_{\text{ПУ}})},$$

где  $Q_G$  – годовой грузопоток, т;

$k_{II}$  – коэффициент, учитывающий переработку груза по прямому варианту, минуя склад. При использовании машины на одной из операций (погрузка или выгрузка) –  $k_{II} = 1$ , при использовании машины на двух операциях –  $k_{II} = 1,6...2$  в зависимости от принятой технологии складской переработки груза;

$k_H$  – коэффициент суточной неравномерности поступления груза,  $k_H = 1,2$ ;

$Q_{CM}$  – сменная выработка одной машины, т;

$k_{CM}$  – число смен работы машины в течение суток;

$T_{PC}$  – продолжительность межремонтного цикла (время между капитальными ремонтами), ч;

$t_{PEM}$  – простой машины во всех видах ремонтов и технических обслуживания за период межремонтного цикла, ч;

$Q_{\text{ч}}$  – техническая часовая производительность машины, т/ч;

$T$  – возможное время работы машины в течение суток;

$t_{\text{ПУ}}$  – время на выполнение маневровых операций по подаче-уборке вагонов (0,2...1,0 ч);

$X_{\text{ПУ}}$  – число подач-уборок вагонов к грузовому фронту за сутки.



### Простой машины во всех видах ремонтов и технических обслуживаний

$$t_{PEM} = n_K \cdot t_K + n_T \cdot t_T + n_{TO2} \cdot t_{TO2} + n_{TO1} \cdot t_{TO1},$$

где  $n_K, n_T, n_{TO2}, n_{TO1}$  – число капитальных, текущих ремонтов и технических обслуживаний за цикл соответственно;

$t_K, t_T, t_{TO2}, t_{TO1}$  – простой машины в соответствующем виде ремонта и технического обслуживания, сут.

Количество рабочих в смену, занятых на выгрузке полувагонов с насыпными (навалочными) грузами на повышенных путях и эстакадно-траншейных приемных устройствах определяется по формуле

$$N_P^{CM} = \frac{Q_G \cdot k_H \cdot H_{BP}}{(k_{CM} \cdot t_{CM} - T_{ПВ} \cdot Z_{ПВ}) \cdot 365},$$

где  $k_{CM}$  – число смен в сутки,

$t_{CM}$  – продолжительность смены, час.,

$T_{ПВ}$  – затраты времени на выполнение маневровых операций с одной подачей, час.;

$Z_{ПВ}$  – суточное количество подач-уборок;

$H_{BP}$  – норма времени на выгрузку 1 т груза на повышенных путях и траншейно-эстакадных приемных устройствах (принимается согласно [20]), чел-ч.

При выгрузке полувагонов через люки на повышенных путях и эстадно-траншейных приемных устройствах необходимо определить их высоту исходя из вместимости первоначальных отвалов по формуле

$$H = \sqrt{\frac{k \cdot P_{TEX}}{\rho \cdot \psi \cdot l_B \cdot \text{ctg}\alpha}} - 0,5,$$

где  $k$  – количество вагонов, разгружаемых на одном месте повышенного пути (эстакадно-траншейного приемного устройства) до уборки груза из первоначальных отвалов,  $k = 2...3$ ;

$\rho$  – объемная плотность груза, т/м<sup>3</sup>;

$\psi$  – коэффициент заполнения отвалов,  $\psi = 0,8...0,9$ ;

$l_B$  – длина вагона по осям автосцепок;

$\alpha$  – угол естественного откоса груза в покое, град.





## 7 Расчет числа подач вагонов к грузовому фронту и длины фронта работ

Число подач вагонов к грузовому фронту в сутки может быть определено по формулам, предложенным доцентом В. В. Скоробогатько:

– число подач вагонов под выгрузку

$$X_{\text{ПВ}} = \frac{N_{\text{СУТ}}}{\sqrt{\frac{\gamma(1+t_{\text{ПОД}})}{0,25 + 30 \cdot P_{\text{ТЕХ}} / Z_P \cdot Q_{\text{Ч}}}}};$$

– число подач вагонов под погрузку

$$X_{\text{ПВ}} = \frac{N_{\text{СУТ}}}{\sqrt{\frac{\gamma(1+2 \cdot t_{\text{ПОД}} + q_P)}{0,5 + 60 \cdot P_{\text{ТЕХ}} / Z_P \cdot Q_{\text{Ч}}}}},$$

где  $\gamma$  – отношение стоимости маневрового локомотиво-часа к стоимости вагоно-часа простоя (4...7);

$N_{\text{СУТ}}$  – расчетный суточный грузеный вагонопоток по прибытию или отправлению, ваг.;

$P_{\text{ТЕХ}}$  – установленная норма загрузки вагона, т;

$t_{\text{ПОД}}$  – время на подачу группы вагонов со станции примыкания к грузовому фронту, мин.;

$q_P$  – число групп вагонов в подача-уборке;

$Q_{\text{Ч}}$  – часовая эксплуатационная производительность машины, т/ч;

$$Q_{\text{Ч}} = \frac{Q_{\text{СМ}}}{7}.$$

Время на подачу группы вагонов со станции примыкания к грузовому фронту

$$t_{\text{ПОД}} = \frac{60L_{\text{ПОД}}}{V_{\text{ПОД}}} + t_{\text{РЗ}},$$

где  $L_{\text{ПОД}}$  – расстояние подачи вагонов от станции примыкания до грузового фронта, км. ;

$V_{\text{ПОД}}$  – скорость движения маневрового состава при подаче вагонов на грузовой фронт или уборки из него, км/ч.;

$t_{\text{РЗ}}$  – время на разгон и замедление, мин.



Число подач-уборок округляется до целого значения, и оно должно удовлетворять условию

$$\frac{N_{\text{СУТ}} \cdot l_B}{L_{\text{ФР}}^{\text{ЖД}}} \leq X_{\text{ПУ}} \leq \frac{k_{\text{СМ}} \cdot t_{\text{СМ}}}{m_{\text{ПУ}} \cdot P_{\text{ТЕХ}} \cdot \beta \cdot Z_P \cdot Q_{\text{Ч}}}$$

где  $l_B$  – длина вагона по осям автосцепок;

$L_{\text{ФР}}^{\text{ЖД}}$  – длина фронта работ со стороны установки железнодорожных вагонов;

$m_{\text{ПУ}}$  – число вагонов в подаче-уборке;

$\beta$  – доля грузопереработки с участием железнодорожного подвижного состава.

Число вагонов в подаче-уборке

$$m_{\text{ПУ}} = \frac{N_{\text{СУТ}}}{X_{\text{ПУ}}}.$$

Длина фронта работ со стороны установки железнодорожных вагонов

$$L_{\text{ФР}} = m_{\text{ПУ}} \cdot l_B + l_{\text{ЛОК}},$$

где  $l_{\text{ЛОК}}$  – удлинение грузового фронта, необходимое для маневрового локомотива.

### ***Порядок выполнения практических занятий 4, 5, 6, 7 и их содержание***

По заданному варианту произвести технический расчет проекта комплексной механизации ПРТС работ по двум вариантам, содержащий:

- характеристику груза, условия его перевозки и хранения с разработкой схем строповки и технологических карт на складирование;
- техническую характеристику заданных средств механизации ПРТС работ;
- определение вместимости и требуемых размеров склада;
- расчет производительности погрузочно-разгрузочных машин и их потребное количество:
- расчет числа подач вагонов к грузовому фронту и длины фронта работ.

Остальные недостающие данные студент принимает самостоятельно по согласованию с преподавателем (таблица 7.1).



Таблица 7.1 – Варианты заданий для самостоятельной работы

Номер задания	Наименование перерабатываемого груза	Годовой грузооборот, тыс. т	Варианты комплексной механизации ПРТС работ	
			1	11
1	Инертные строительные материалы	630	Повышенный путь, ковшовый погрузчик	Траншейно-эстакадное приемное устройство, козловой кран
2	Инертные строительные материалы	800	Повышенный путь, пневмоколесный кран	Траншейно-эстакадное приемное устройство, мостовой кран
3	Уголь каменный	1400	Вагонопрокидыватель, мостовой перегружатель	Траншейно-эстакадное приемное устройство, козловой кран
4	Уголь каменный	840	Повышенный путь, ковшовый погрузчик	Разгрузчик С-492, ковшовый погрузчик
5	Лес круглый	430	Башенный кран-погрузчик	Кран козловой
5	Лес круглый	430	Башенный кран-погрузчик	Кран козловой
6	Лес круглый	320	Автомобильный кран	Кран мостовой
7	Контейнеры универсальные	480	Кран мостовой	Кран козловой
8	Контейнеры универсальные	420	Кран порталный	Кран пневмоколесный
9	Строительные конструкции (плиты перекрытий, стеновые панели)	380	Башенный кран	Кран пневмоколесный
10	Строительные конструкции (фундаментные блоки, стропильные фермы)	300	Пневмоколесный кран	Козловой кран
11	Тарно-штучные грузы	220	Вилочный электропогрузчик	Вилочный электропогрузчик, мостовой кран-штабелер
12	Тарно-штучные грузы	280	Вилочный электропогрузчик	Вилочный электропогрузчик, стеллажный кран-штабелер
13	Трубы стальные и чугунные	250	Кран козловой	Кран автомобильный
14	Трубы стальные и чугунные	200	Кран мостовой	Кран железнодорожный
15	Металл листовой и профильный	350	Кран козловой	Кран пневмоколесный
16	Металл листовой и профильный	400	Кран мостовой	Кран железнодорожный
17	Металл листовой в рулонах	250	Кран автомобильный	Кран козловой



## Список литературы

- 1 **Голубков, В. В.** Склады, организация и механизация погрузочно-разгрузочных работ / В. В. Голубков, С. Н. Бриллиантов, В. Г. Матвиенко. – Москва : Транспорт, 1967. – 384 с. : ил.
- 2 **Голубков, В. В.** Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства / В. В. Голубков, С. Н. Бриллиантов. – Москва : Транспорт, 1974. – 368 с. : ил.
- 3 **Голубков, В. В.** Механизация погрузочно-разгрузочных работ и грузовые устройства / В. В. Голубков, В. С. Киреев. – Москва: Транспорт, 1981. – 350 с. : ил.
- 4 **Кривцов, И. П.** Автоматизация и механизация погрузочно-разгрузочных работ на промышленном железнодорожном транспорте / И. П. Кривцов, Н. М. Геллер, В. А. Мироненко. – Киев : Вища школа, 1086. – 264 с. : ил.
- 5 **Шерле, З. П.** Организация и механизация перегрузочных работ в речных портах / З. П. Шерле. – Москва : Транспорт, 1984. – 232 с. : ил.
- 6 **Стогов, В. Н.** Погрузочно-разгрузочные машины / В. Н. Стогов, Д. С. Плюхин, Г. П. Ефимов. – Москва : Транспорт, 1977. – 311 с.: ил.
- 7 **Левачев, Н. А.** Комплексная механизация ПРТС работ в пищевой промышленности / Н. А. Левачев. – Москва : Пищевая промышленность, 1975. – 296 с. : ил.
- 8 **Аннинский, Б. А.** Погрузочно-разгрузочные работы / Б. А. Аннинский. – Ленинград : Машиностроение, 1968. – 320 с. : ил.
- 9 **Вирабов, С. А.** Складское и транспортное хозяйство / С. А. Вирабов. – Киев : Вища школа, 1977. – 332 с. : ил.
- 10 **Ридэль, А. Э.** Пакетоформирующие и пакеторазборные машины-автоматы / А. Э. Ридель. – Москва : Машиностроение, 1968. – 112 с. : ил.
- 11 **Мачульский, И. И.** Подъемно-транспортные и погрузочно-разгрузочные машины на железнодорожном транспорте / И. И. Мачульский, В. С. Киреев. – Москва : Транспорт, 1989. – 319 с. : ил.
- 12 **Козлов, Ю. Т.** Грузозахватные устройства : справочник / Ю. Т. Козлов, А. М. Обермейстер. – Москва : Транспорт. 1980. – 223 с. : ил.
- 13 **Вайнсон, А. А.** Крановые грузозахватные устройства : справочник / А. А. Вайнсон, А. Ф. Андреев. – Москва : Машиностроение, 1982. – 304 с. : ил.
- 14 **Андреев, А. Ф.** Грузозахватные устройства с автоматическим и дистанционным управлением / А. Ф. Андреев. – Москва : Стройиздат, 1979. – 173 с. : ил.
- 15 **Берлин, Н. П.** Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских работ на железнодорожном транспорте / Н. П. Берлин, В. Я. Негрей, Н. П. Негрей. – Гомель : БелГут, 2010. – 227 с. : ил.
- 16 **Падня, В. А.** Погрузочно-разгрузочные машины : справочник / В. А. Падня. – Москва : Транспорт, 1981. – 448 с. : ил.
- 17 **Плюхин, Д. С.** Погрузочно-разгрузочные работы с насыпными грузами : справочник / Д. С. Плюхин, Е. Г. Угодин, Е. А. Иконников. – Москва : Транспорт, 1989. – 303 с. : ил.



18 Справочник по кранам в 2 т. Т. 2 : Характеристика и конструктивные схемы кранов. Крановые механизмы их детали и узлы. Техническая эксплуатация кранов / М. П. Александров [и др.] ; под общ. ред. М. М. Гохберга. – Ленинград : Машиностроение, 1988. – 559 с.

19 **Бегунов, О. Г.** Транспорт торфа и перегрузочные машины / О. Г. Бегунов, И. А. Иванишко. – Минск : Вышэйшая школа, 1976. – 303 с. : ил.

20 Единые нормы выработки и времени на вагонные, автотранспортные и складские погрузочно-разгрузочные работы. – Москва : Экономика, 1987. – 160 с.

21 Справочник проектировщика. Промышленный транспорт / А. С. Гельман [и др.] ; под общ. ред. А. С. Гельмана. – Москва : Стройиздат, 1972. – 232 с.

