



**Министерство науки и высшего образования
Российской Федерации
Рубцовский индустриальный институт (филиал)
ФГБОУ ВО «Алтайский государственный технический
университет им. И.И. Ползунова»**

В.В. Гриценко

ПОДЪЕМНО-ТРАНСПОРТНЫЕ УСТАНОВКИ

Учебное пособие для студентов направлений
«Технологические машины и оборудование» и «Машиностроение»
всех форм обучения

Рубцовск 2020

УДК 621.86

Гриценко В.В. Подъемно-транспортные установки: Учебное пособие для студентов направлений «Технологические машины и оборудование» и «Машиностроение» всех форм обучения / Рубцовский индустриальный институт. – Рубцовск, 2020. –55 с.

Предназначено в качестве руководства для студентов направлений «Технологические машины и оборудование» и «Машиностроение» как очной, так и заочной форм обучения при выполнении самостоятельной работы для подготовки к лекционным и практическим занятиям по дисциплинам «Подъемно-транспортные установки» и «Грузоподъемное оборудование».

В пособии приведены общие сведения о грузоподъемном и транспортирующем оборудовании. Описаны назначение и виды грузоподъемных машин, типовые грузозахватные приспособления, назначение и виды транспортирующих машин, методики расчета грузоподъемных машин.

В пособии также приведены контрольные вопросы для самостоятельной подготовки студентов к тестированию.

Рассмотрено и одобрено на заседании научно-методического совета Рубцовского индустриального института.

Протокол № от

Рецензент:

И.о. зав. кафедрой СиМ РИИ АлтГТУ

О.А. Михайленко

Содержание

1 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ.....	4
1.1 Назначение и виды грузоподъемных машин.....	4
1.1.1 Определение и классификация.....	4
1.1.2 Основные параметры грузоподъемных машин.....	9
1.2 Расчет грузоподъемных машин.....	10
1.2.1 Характеристики грузоподъемных машин.....	10
1.2.2 Расчетные нагрузки.....	14
1.2.3 Допускаемые напряжения.....	21
2 ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ.....	23
2.1 Крюки и петли.....	23
2.2 Специальные захваты.....	26
2.3 Грузозахватные приспособления для сыпучих грузов.....	29
3 ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ.....	32
3.1 Назначение и виды транспортирующих машин.....	32
3.1.1 Определение и классификация.....	32
3.1.2 Основные характеристики машин.....	34
3.2 Ленточные конвейеры.....	34
3.3 Цепные конвейеры.....	37
3.4 Ковшовые конвейеры.....	39
3.5 Винтовые конвейеры.....	41
3.6 Роликовые конвейеры.....	44
3.7 Оборудование для пневматического транспортирования сыпучих материалов.....	45
3.7.1 Способы пневматического транспортирования.....	45
3.7.2 Транспортирование в движущемся потоке воздуха.....	46
3.8 Гравитационные, инерционные и вибрационные транспортирующие устройства.....	47
3.8.1 Гравитационные транспортирующие устройства.....	47
3.8.2 Инерционные и вибрационные транспортирующие устройства.....	48
ТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЯМ.....	50
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ.....	55

1 ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

1.1 Назначение и виды грузоподъемных машин

1.1.1 Определения и классификация

Грузоподъемными машинами обеспечивается механизация всех подъемно-монтажных и значительная часть перегрузочных операций. Ими также обслуживаются производственные процессы в производственных, ремонтных и других цехах [1].

Грузоподъемные машины являются машинами прерывного (циклического) действия и характеризуются тем, что в рабочем цикле периоды действия отдельных механизмов перемежаются с паузами, при которых работают другие механизмы [1].

По конструкции и виду выполняемых работ грузоподъемные машины разделяют на домкраты, лебедки, краны и подъемники [1].

Домкраты (рисунок 1.1) выполняют в виде толкателей – винтовых, реечных или поршневых гидравлических, поднимающих грузы на небольшую высоту, обычно в пределах до 0,6 м, их используют при монтажных работах [1].

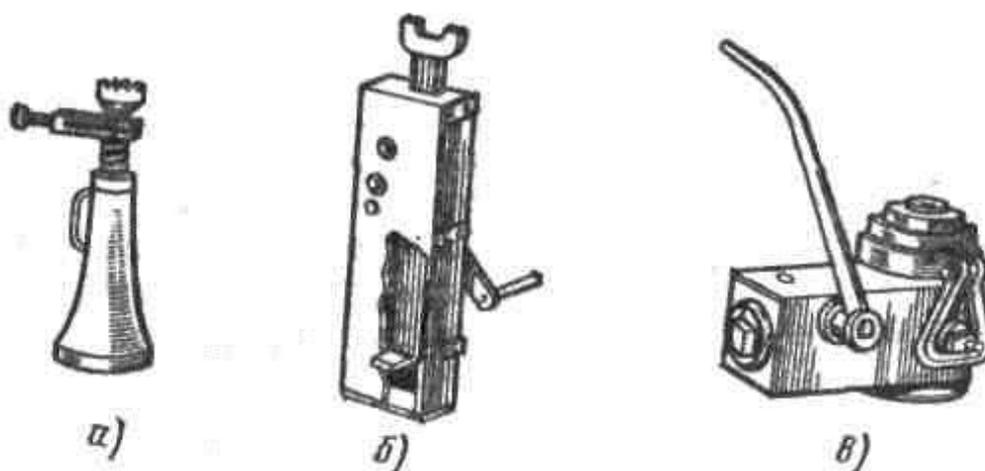


Рисунок 1.1 – Домкраты:

а – винтовой; *б* – зубчато-реечный; *в* - гидравлический

Лебедки (рисунок 1.2) выполняют в виде приводного барабана с тяговым органом – стальным канатом. Они служат для прямолинейного перемещения грузов и используются как самостоятельные машины и как составные части механизмов более сложных машин [1].

Подъемные лебедки применяют для вертикального (или близкого к вертикальному) подъема свободно подвешенного грузозахватного устройства с грузом или без него либо движущейся по направляющим площадки также с грузом или без него [1].

Тяговые лебедки служат для перемещения тележек с грузом по горизонтальным или слегка наклонным рельсовым путям (направляющим) или непо-

средственно по местности. На судах их широко используют для выполнения швартовочных работ (подтягивания судов к причалам) [1].

Подъемные подвесные лебедки называют *талями* (рисунок 1.3), а при оборудовании их механизмом передвижения по подвесным путям – *передвижными талями* [1].

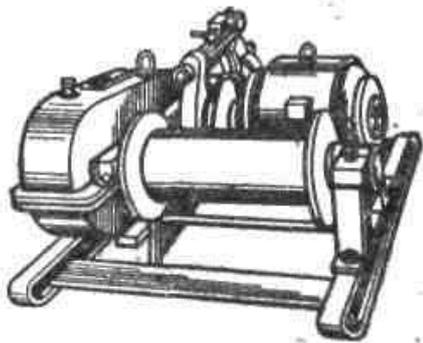


Рисунок 1.2 – Лебедка

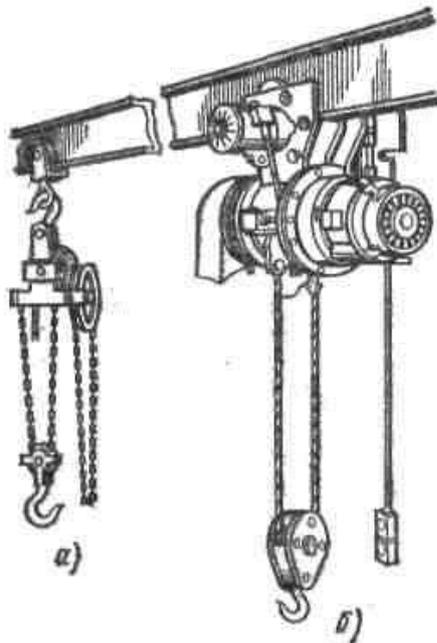


Рисунок 1.3 – Тали:
а – червячная ручная; б – передвижная электрическая

Краны – универсальные грузоподъемные машины, состоящие из остова в виде металлической конструкции и нескольких установленных на нем механизмов, называемых крановыми. Краны применяют для перемещения штучных и сыпучих грузов по пространственной трассе произвольной конфигурации и различной протяженности и изготавливают в виде консольных или пролетных конструкций [1].

Консольные краны, обычно стреловые, состоят из неповоротной и поворотной частей; к последней прикреплена стрела, конец которой снабжен полиспастом с подвижной обоймой, несущей грузозахватное устройство. Полиспаст может быть также связан с кареткой (тележкой), перемещающейся по стреле. Груз в этих кранах всегда находится вне опорного контура крана [1].

Краны мостового типа состоят из пролетного строения и перемещающейся по нему тележки с полиспастом, несущей грузозахватное устройство. Груз находится в пределах опорного контура крана. У пролетных кранов с консолями тележка с грузом при выезде на консоль выходит за пределы опорного контура крана [1].

Краны, используемые в строительном процессе, называются строительными [1]. Рассмотрим их некоторые примеры (см. рисунок 1.4).

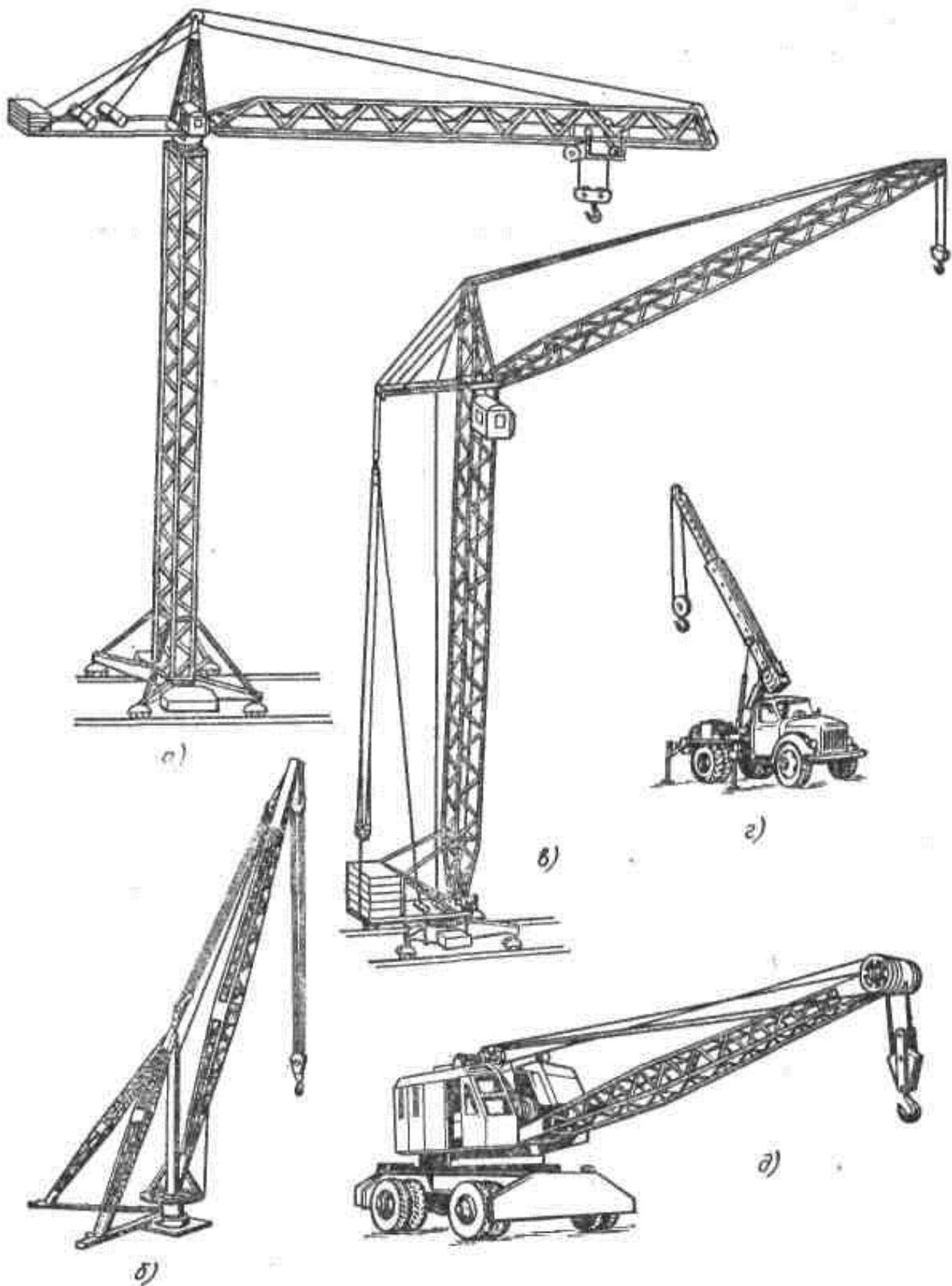


Рисунок 1.4 – Краны:

a – башенный с кареточной стрелой; *б* – мачтовый поворотный; *в* – башенный с подъемной стрелой; *г* – стреловой автомобильный; *д* – стреловой самоходный на пневмоколесном шасси;

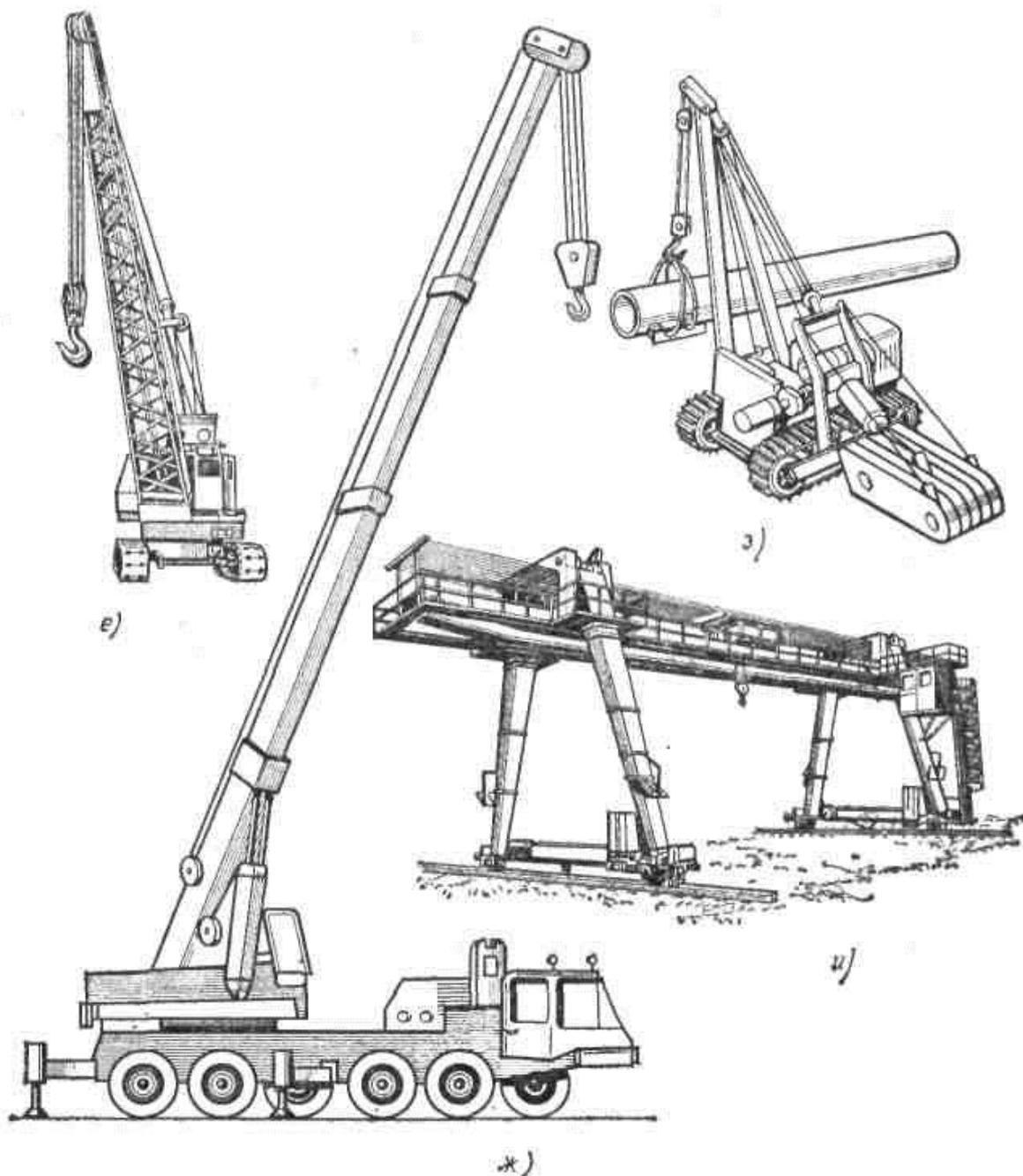


Рисунок 1.4 – Краны:

e – стреловой самоходный гусеничный; *ж* – самоходный на специальном шасси автомобильного типа с телескопической стрелой и гидравлическим приводом механизмов; *з* – тракторный трубоукладчик; *и* – козловой

Мачтовые поворотные краны (рисунок 1.4, б), выполняемые обычно стационарными, перемещают грузы в пределах круга или сектора, радиус которого равен вылету стрелы [1].

Башенные (рисунок 1.4, а, в) стреловые поворотные краны передвигаются по специальным рельсовым путям и перемещают груз в пределах прямоугольника, длина которого равна длине путей, а ширина – двойному вылету стрелы. Их оборудуют кареточной или подъемной стрелой [1].

Самоходные стреловые краны – это краны, не связанные с определенным местом использования как по условиям энергообеспечения, так и по условиям взаимодействия с местностью. В зависимости от конструкции ходового оборудования они могут быть пневмоколесными (рисунок 1.4, *з, д, ж*), в том числе с использованием в качестве ходового оборудования шасси стандартных грузовых автомобилей или специальных шасси автомобильного типа, а также гусеничными (рисунок 1.4, *е, з*), в том числе с использованием в качестве ходового оборудования тракторов (рисунок 1.4, *з*) [1].

Железнодорожные стреловые передвижные поворотные краны снабжены рельсоколесным ходовым оборудованием нормального железнодорожного типа и предназначены для перемещения по магистральным и местным железнодорожным путям нормальной колеи [1].

Плавающие краны выполняют в виде крановой поворотной части, установленной на самоходном или несамоходном понтоне [1].

Мостовые и козловые краны (рисунок 1.4, *и*) изготавливают в виде передвигающихся по специальным подкрановым путям мостов, вдоль которых перемещается тележка с подъемным механизмом и полиспастом, несущим грузозахватное устройство. Обслуживаемая площадка – прямоугольник [1].

Кабельные краны имеют несущий канат, закрепленный в верхней части опор (мачт или башен). По несущему канату перемещается тележка с грузовым подъемным устройством. При стационарных мачтах или башнях обслуживаемая трасса – линия, при одной передвижной башне обслуживаемая зона – сектор круга, при двух передвижных башнях – прямоугольник [1].

Типовыми крановыми механизмами являются механизм подъема груза в виде лебедки в комбинации с полиспастом, несущим грузозахватное устройство; механизм передвижения крана или какой-либо его части; механизм изменения вылета, изменяющий в стреловых кранах положение грузового крюка относительно остова; механизм вращения поворотной части крана [1].

Подъемники (рисунок 1.5) применяют для вертикального подъема грузов (грузовые) или людей (пассажирские), размещенных в кабинах или на площадках. Подъемники, которые вместе с грузами могут перемещать и людей, называют грузопассажирскими [1].

Шахтные подъемники отличаются тем, что направляющие для кабины или грузовой площадки размещены внутри закрытой по всей трассе шахты, часто служащей несущей конструкцией [1].

Мачтовые (стоечные) подъемники (рисунок 1.5, *а*) имеют в качестве несущей конструкции открытые направляющие для подъемной кабины (площадки) [1].

Ковшовые (скиповые) подъемники (рисунок 1.5, *б*) служат для перемещения сыпучих материалов ковшами, движущимися в направляющих, конфигурация которых обеспечивает опрокидывание ковшей в верхней точке трассы. Трасса может быть как вертикальной, так и наклонной [1].

Выжимные и рычажные (подъемные вышки и площадки) подъемники выполняют в виде рычажных шарнирно сочлененных систем (рисунок 1.5, *в*) или в виде ряда вертикальных, телескопически раздвижных секций, верхняя из

которых несет площадку и служит для подъема рабочих с инструментом и ремонтными материалами при ремонтных и уборочных работах на высоте (ремонт фасадов зданий, стен и потолков высоких помещений, линий электропередач и др.). При небольшой высоте подъема, приблизительно до 3 м, можно применять винтовые механизмы [1].

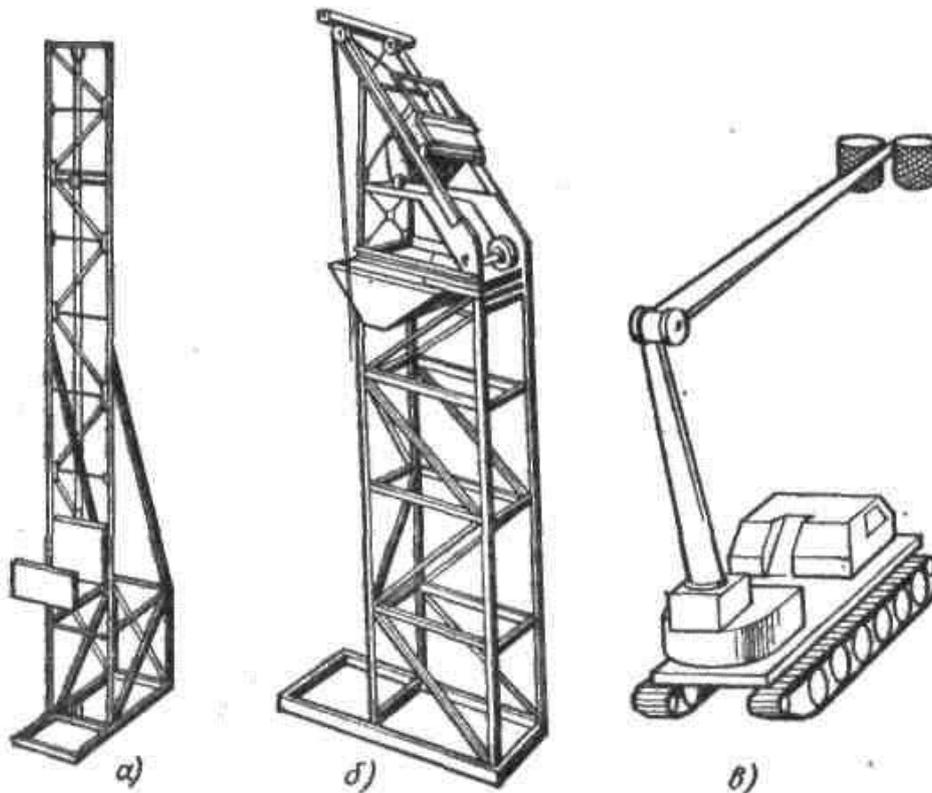


Рисунок 1.5 – Подъемники

a – мачтовый; *б* – ковшовый; *в* – рычажный на гусеничной тележке

1.1.2 Основные параметры

Основной характеристикой грузоподъемной машины является грузоподъемность Q (т), которую выбирают из ряда [1]:

-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,05	-	-	-	-	-	-
0,1	-	-	-	-	0,2	-	0,25	-	0,32	-	0,4	-	0,5	-	0,63	-	0,8	-
1	1,25	-	1,6	-	2	-	2,5	-	3,2	-	4	-	5	-	6,3	-	8	-
10	12,5	-	16	-	20	-	25	-	32	-	40	-	50	-	63	-	80	-
100	125	140	160	180	200	225	250	280	320	360	400	450	500	560	630	710	800	900
1000	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Грузоподъемную машину характеризуют также вылет R (м) для стреловых кранов (рисунок 1.6, *a*), пролет L и вылет консоли L_1 (м) для кранов пролетного типа (рисунок 1.6, *б*), высота подъема крюка H (м), являющаяся суммой высоты подъема крюка H_1 над уровнем стоянки крана и глубины опускания крюка H_2 ниже уровня стоянки крана, колея крана K (м) и база B (м). Базовыми параметрами являются скорости передвижения и поворота крана и его отдельных частей. Кран характеризуется также массой m , которая для стреловых кранов равна сумме конструктивной массы m_K (массы металлических конструкций, механизмов и их приводов), и суммарной массы балласта m_B и противовеса $m_{ПР}$, применяемых для обеспечения устойчивости крана против опрокидывания и

для уменьшения напряжений в некоторых элементах металлоконструкций крана. Балласт и противовес выполняют из бетонных плит или чугунных чушек. Балласт крана размещают на его неповоротной части симметрично относительно опорного контура, а противовес – на поворотной части крана, на стороне, противоположной стреле, в наиболее удаленном от оси вращения месте [1].

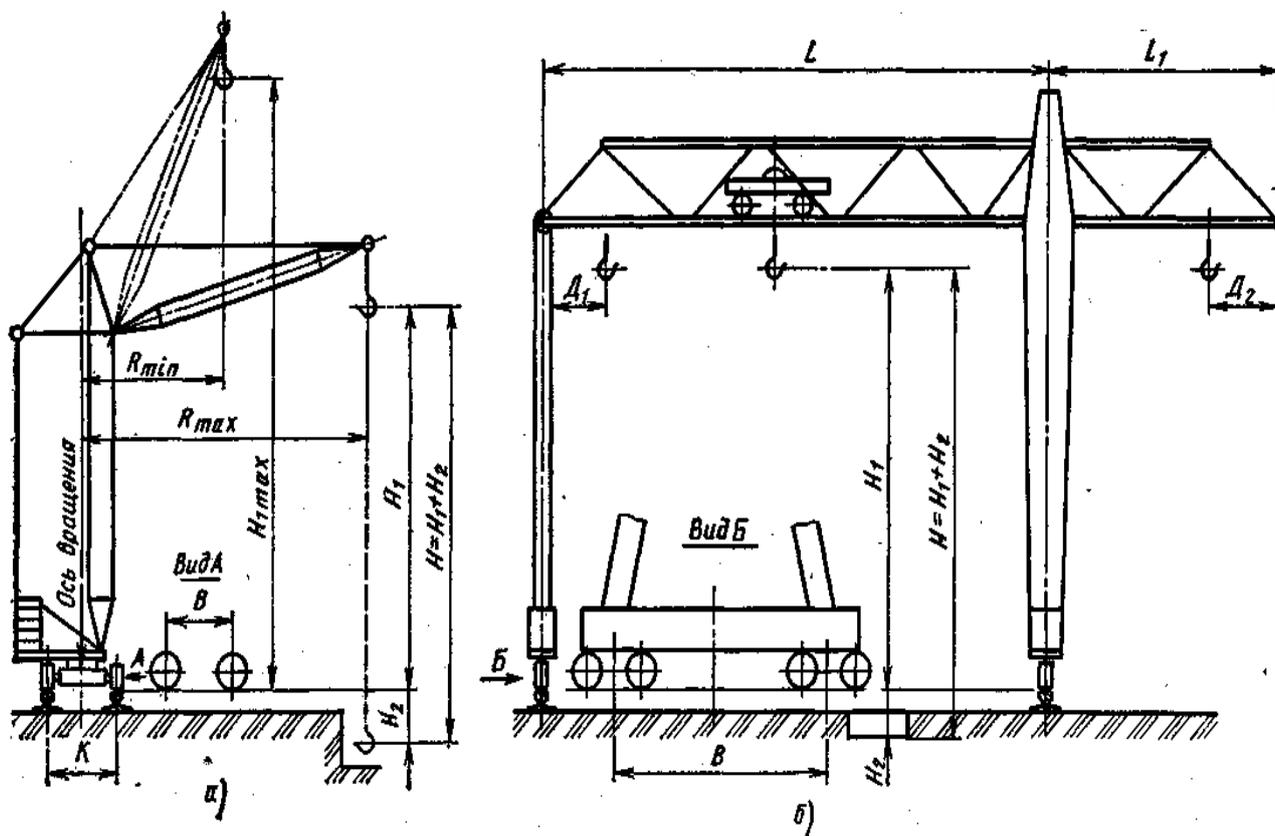


Рисунок 1.6 – Основные параметры кранов:
 а – стрелового; б – пролетного

1.2 Расчет грузоподъемных машин

1.2.1 Характеристики грузоподъемных машин

Грузоподъемные машины характеризуются грузоподъемностью, скоростями движения отдельных механизмов и режимом работы. **Грузоподъемностью** машины называют вес номинального (максимального) рабочего груза, на подъем которого рассчитана машина [2].

Величина грузоподъемности должна соответствовать ГОСТ 1575 «Ряд грузоподъемностей. Подъемно-транспортные машины и механизмы прерывного действия» (см. п. 1.1.2).

Скорости движения различных механизмов выбирают в зависимости от требований технологического процесса, в котором участвует данная грузоподъемная машина, от характера работы, от типа машины и ее потребной производительности. Соответствующими стандартами установлены нормальные ряды скоростей для различных кранов. Так, основные данные и технические характеристики мостовых электрических кранов общего назначения различных режи-

мов работы и грузоподъемностей приведены, в ГОСТ 6711, 3332 и 7464. Скорость подъема груза, зависящая от величины грузоподъемности крана и ряда технологических факторов, в современных мостовых кранах обычно не превышает 25–30 м/мин. Скорость передвижения моста крана достигает 100–120 м/мин. Скорость передвижения тележек мостовых кранов зависит от тех же факторов, что и скорость подъема, и обычно составляет 35–50 м/мин [2].

Для кранов, используемых в массовых перегрузочных работах, скорости движения можно значительно увеличивать и они могут достигать 90–120 м/мин для подъема и спуска груза, 240–360 м/мин – для передвижения тележек, движущихся по рельсовому пути. Скорость вращения кранов достигает 3 об/мин, в зависимости от окружное) скорости конца стрелы, не превышающей 5–6 м/сек. При необходимости точной установки груза (например, в монтажных кранах) применяют двухскоростные приводы с резко пониженной посадочной скоростью. Выбор скорости движения производится также с учетом величины пути перемещения. При малых путях перемещения назначение высоких скоростей нецелесообразно, так как механизм может не успеть достичь значения установившейся скорости и будет работать только в пусковом и тормозном режимах [2].

Пролеты кранов также выбирают по стандартам: так, для мостовых кранов они принимаются по ГОСТ 534 «Краны мостовые. Пролеты» [2].

Грузоподъемные машины характеризуются работой в повторно-кратковременном режиме, при котором рабочий орган и груз совершают периодические поступательно-возвратные движения, а механизмы последовательно реверсируются. Так, работа механизма подъема состоит из процессов подъема и опускания груза, подъема и опускания порожнего грузозахватного приспособления. Работа механизмов поворота и передвижения состоит из движений в одну и другую сторону, как с грузом, так и без груза [2].

Полное время цикла работы механизма грузоподъемной машины складывается из сумм времени пуска $\Sigma\tau_{II}$, времени движения с установившейся скоростью $\Sigma\tau_{V}$ времени торможения $\Sigma\tau_{T}$ и времени пауз $\Sigma\tau_0$ т.е. [2].

$$\tau_H = \Sigma\tau_{II} + \Sigma\tau_{V} + \Sigma\tau_{T} + \Sigma\tau_0.$$

Отношение времени работы механизма в течение цикла τ_B к полному времени цикла τ_{II} характеризует интенсивность использования механизма. Это отношение называется *относительной продолжительностью включения* и обозначается [2]

$$ПВ = \frac{\tau_B}{\tau_{II}} 100\% .$$

При работе с одинаковыми по весу грузами производительность грузоподъемной машины [2]:

$$Q_{\text{ч}} = zQ,$$

где z – число циклов, шт/ч; Q – вес транспортируемого груза, т.

При работе с различными по весу грузами [2]

$$Q_{\text{ч}} = z_1Q_1 + z_2Q_2 + \dots + z_iQ_i ,$$

где z_i – количество циклов работы при транспортировании груза весом Q_i .

При перегрузке сыпучего материала [2]

$$Q_{\text{ч}} = zV\gamma\varphi,$$

где V – емкость сосуда (грейфера, бадьи, ковша, кубеля и т.п.), м^3 ; γ – насыпной (объемный) вес груза, $\text{т}/\text{м}^3$; φ – коэффициент заполнения сосуда, принимаемый при определении производительности машины при бадьях и ковшах, равным единице, а при грейферах по следующим рекомендациям, основанным на данных опыта [2]:

<i>Характер работы</i>	<i>Зернистые грузы</i>	<i>Кусковые грузы</i>
Захват из большого слоя φ	0,9 – 1,0	0,8 – 0,9
Захват небольшого слоя φ	0,8 – 0,9	0,6 – 0,75

Количество циклов в час определяется из соотношения [2]

$$z = \frac{3600}{\tau_{\text{ц}}},$$

где $\tau_{\text{ц}}$ – время цикла, сек.

Для определения требуемого количества цеховых подъемных устройств подсчитывают среднюю производительность за год, исходя из средних нагрузок, средних длин перемещения, средних скоростей движения [2].

Согласно правилам Ростехнадзора, установлены следующие режимы работы грузоподъемных машин, определяемые совокупностью условий их эксплуатации:

Режим Р – механизмы с ручным приводом, характеризуются большими перерывами в работе и весьма малыми скоростями движения. В основном это механизмы вспомогательного назначения [2].

Режим Л – механизмы с машинным приводом легкого режима работы, характеризуются большими перерывами в работе, редкой работой с номинальным грузом, малыми скоростями, малым числом включений в час (до 60), малой относительной продолжительностью включения. К этой группе относятся механизмы подъема и передвижения ремонтных кранов и кранов, работающих в машинных залах, механизмы передвижения строительных и порталных кранов, перегрузочных мостов и башен кабельных кранов, лебедки противоугонных захватов и другие редко работающие механизмы [2].

Режим С – механизмы с машинным приводом среднего режима работы, характеризуются работой с грузами различной величины, средними скоростями, средним числом включений в час (до 120), средним значением относительной продолжительности включения. К этой группе относятся механизмы подъема и передвижения кранов механических и сборочных цехов заводов со среднесерийным производством и кранов ремонтно-механических цехов, механизмы поворота строительных кранов, электротали, механизмы монтажных кранов на строительстве [2].

Режим Т – механизмы с машинным приводом тяжелого режима работы, характеризуются постоянной работой с грузами, близкими по весу к номинальным, высокими скоростями, большим числом включений в час (до 240), высоким значением относительной продолжительности включения. К этой группе

относятся все механизмы технологических кранов цехов и складов на заводах с крупносерийным производством, кранов литейных цехов и механизмы подъема строительных кранов [2].

Режим ВТ – механизмы с машинным приводом весьма тяжелого режима работы, характеризуемые постоянной работой с грузами номинального веса, высокими скоростями, высоким значением относительной продолжительности включения, большим числом включений в час (свыше 240). К этой группе относятся механизмы технологических кранов металлургического производства, механизмы подъема и передвижения тележек, рудных и угольных перегружателей, механизмы, грейферных, магнитных и складских кранов металлургических заводов. Работа этих кранов определяет устойчивость нормального ритма технологического процесса [2].

Основные данные различных режимов работы грузоподъемных машин приведены в таблице 1.1. При классификации крановый механизм можно отнести к тому или иному режиму работы при условии, что он удовлетворяет всем показателям соответствующего режима. Если же по отдельным показателям имеется превышение, то рассматриваемый механизм следует отнести к группе более тяжелого режима работы [2].

Таблица 1.1 – Режимы работы механизмов грузоподъемных машин

Режим работы	Среднее допустимое использование механизма			
	по грузоподъемности $K_{гр}$	по времени		
		в течение года $K_{г}$	в течение суток $K_{с}$	в течение цикла ПВ %
Легкий	0,25—1,0	Нерегулярная работа	редкая	15
Средний	0,75	0,5	0,33	25
Тяжелый	0,75—1,0	1,0	0,66	40
Весьма тяжелый	1,0	1,0	1,0	40

Величины, приведенные в таблице 1.1, приняты по средним эксплуатационным и расчетным данным. Для механизмов, работающих по определенному графику, значения этих коэффициентов определяются применительно к конкретным условиям эксплуатации [2].

Коэффициент использования в течение суток [2]

$$K_{с} = \frac{\text{число часов работы в сутки}}{24}$$

Коэффициент использования в течение года [2]

$$K_{г} = \frac{\text{число дней работы в году}}{365}$$

Коэффициент использования крана по грузоподъемности [2]

$$K_{ГР} = \frac{Q_{СР}}{Q},$$

где $Q_{СР}$ – среднее значение веса поднимаемого груза за смену, т; Q – номинальная грузоподъемность, т.

Режим работы механизмов различных типов кранов установлен правилами Ростехнадзора [2].

Рекомендуемые сроки службы основных элементов грузоподъемных машин приведены в таблице 1.2 [2].

Таблица 1.2 – Срок службы деталей грузоподъемных машин

Режим работы	Срок службы h , год			Срок службы T , ч		
	подшипников качения	зубчатых передач	валов	подшипников качения	зубчатых передач	валов
Легкий	10	15	25	1 000	1 500	2 500
Средний	5	10	15	3 500	7 000	10 000
Тяжелый	3	8	10	5 000	13 000	16 000
Весьма тяжелый	3	5	10	10 000	16 000	32 000

Если действительный режим работы механизма отличается от номинального, то время его работы (в часах) в течение срока службы, приведенного в таблице 1.2, следует определять по технологическому графику использования механизма [2].

Суммарное время работы механизма T (в часах) за полный срок службы h (в годах), необходимое для расчета элементов грузоподъемной машины на выносливость, определяется соотношением [2]:

$$T = 365 \cdot 24 \cdot K_C \cdot K_G \frac{ПВ\%}{100} h, \quad (1.1)$$

Режим работы грузоподъемной машины определяет основные нормативные данные (запасы прочности, запасы торможения, сроки службы и т. п.), принимаемые при расчете основных деталей и узлов этой машины [2].

1.2.2 Расчетные нагрузки

При расчете механизмов грузоподъемных машин и их элементов необходимо учитывать все возникающие в процессе работы нагрузки, возможное совпадение действия этих нагрузок, определять наиболее опасные их сочетания и по ним проводить расчет на прочность и выносливость. При этом для грузоподъемных машин все возможные комбинации расчетных нагрузок подразделены на три расчетные случая [2].

Расчетный случай I – нормальная нагрузка рабочего состояния, включающая в себя номинальный вес груза и грузозахватного устройства, собственный вес конструкции, нагрузки от ветра рабочего состояния машины, а также динамические нагрузки, возникающие в процессе пуска и торможения при нормальных условиях использования механизма [2].

Для этого случая металлические конструкции и детали механизмов рассчитывают на выносливость относительно предела выносливости, а также проводят расчеты на нагрев, износ и долговечность. При расчете на выносливость нагрузку от ветра рабочего состояния можно не учитывать ввиду ее относительно небольшой величины. При переменном весе груза расчет на выносливость ведут не по номинальному, а по среднеприведенному (эквивалентному) значению [2].

Расчетный случай II – максимальная рабочая нагрузка, включающая в себя, кроме нагрузки от собственного веса и номинального веса груза и грузозахватного приспособления, также и максимальные динамические нагрузки, возникающие при резких пусках, экстренном торможении, внезапном включении или выключении тока, и нагрузку от ветра при рабочем состоянии машины. Предельные значения максимальной рабочей нагрузки ограничиваются значением момента пробуксовки или юза ходовых колес, а также максимальным моментом двигателя или тормоза или специальными предохранительными устройствами (проскальзыванием фрикционной муфты предельного момента, срезом предохранительных штифтов, срабатыванием электрозащиты и т. п.). Для этого случая металлические конструкции и детали механизмов рассчитывают на прочность с обеспечением заданного запаса прочности относительно предела текучести (для сталей) и предела прочности (для чугунов) [2].

Расчетный случай III – нерабочее состояние машины, установленной на открытом воздухе, при неподвижных механизмах. В этом случае на машину, кроме ее собственного веса, действует ветровая нагрузка при нерабочем состоянии машины, а в некоторых случаях нагрузки, вызываемые снегом, обледенением или температурным воздействием. По этому случаю действия нагрузок производят расчет на прочность металлических конструкций, деталей противогононных устройств кранов, тормозных устройств тележек, механизмов изменения вылета стрелы, опорно-ходовых и опорно-поворотных устройств по пониженным значениям запаса прочности [2].

При монтаже и перевозке кранов, кроме указанных выше нагрузок, возникают особые монтажные и транспортные нагрузки, которые необходимо учитывать при проверочном расчете кранов, а также при составлении проекта монтажа крана и при выборе мест расположения опор и способов крепления перевозимых элементов кранов [2].

Расчет деталей на выносливость (случай I) производят по эквивалентным нагрузкам, т. е. по таким нагрузкам, действие которых на деталь в течение всего срока ее службы по своему эффекту равноценно общему действию отдельных нагрузок на протяжении их времени действия в общем сроке службы детали. Эквивалентная нагрузка определяется по графикам загрузки механизма во времени, построенным с учетом действительного режима работы механизма. Об-

щий срок службы детали назначают в зависимости от режима работы и для расчета подшипников качения, зубчатых передач и валов можно принимать по таблице 1.2 [2].

В случае отсутствия графиков действительной загрузки механизмов можно пользоваться усредненными графиками использования механизмов по грузоподъемности, построенными на основе обобщения опыта эксплуатации различных грузоподъемных машин (рисунок 1.7). Для режима ВТ нагрузку приравнивают к постоянной и равной нагрузке при работе с номинальным грузом. Величина T на этих графиках равна общему машинному времени за расчетный период службы. Расчет на выносливость ведется по эквивалентной нагрузке

$$Q_{ЭКВ} = k_D Q_{max} \quad (1.2)$$

или

$$M_{ЭКВ} = k_D M_{max} \quad (1.3)$$

где Q_{max} и M_{max} – максимальная расчетная нагрузка; k_D – коэффициент долговечности ($k_D = k_Q \cdot k_T$), для деталей, работающих на изгиб, в механизмах режима ВТ, коэффициент $k_D = 1$; k_Q – коэффициент, учитывающий переменность

нагрузки во времени ($k_Q = \sqrt[m]{\frac{1}{M_{max}^m} \sum M_i^m \tau_i}$); m – показатель степени уравнения

кривой усталости. При расчете на контактную прочность принимается $m = 3$ и при расчете на прочность по изгибу $m = 9$. При отсутствии достаточных данных для определения величины k_Q значения этого коэффициента, в соответствии с усредненными графиками загрузки механизмов грузоподъемных машин (рисунок 1.7) можно принимать при расчете на изгиб $k_Q = 0,65 - 0,8$ и при расчете по контактной прочности $k_Q = 0,4 - 0,7$; M_i – моменты, действующие в течение времени τ_i , за все машинное время работы T ; k_T – коэффициент, учитывающий срок службы детали, определяемый в зависимости от расчетного числа циклов $N_{ц} = 60Tn$ и от значения показателя степени m уравнения кривой усталости по таблице 1.3; n – расчетное число нагружений детали в минуту; T – суммарное время работы механизма за полный срок службы, определяемое по уравнению (1.1) [2].

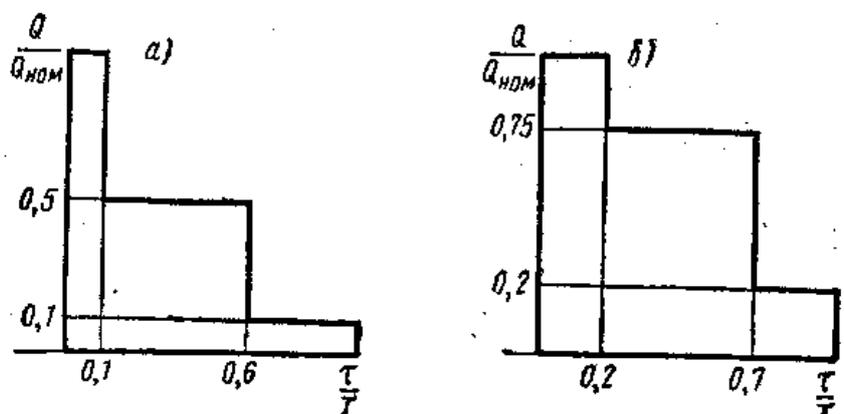


Рисунок 1.7 - Усредненные графики загрузки крановых механизмов:
а – легкий и средний режим работы; б – тяжелый режим работы

При расчете деталей общего назначения необходимо учитывать особенности их работы в грузоподъемных машинах. Так, при расчете валов, соединяемых зубчатыми муфтами, следует учитывать дополнительный изгибающий момент, возникающий от трения между зубьями муфты, который считается действующим в плоскости, проходящей через оси валов и равным 0,1 от номинального крутящего момента, передаваемого муфтой [2].

Таблица 1.3 – Значение коэффициента k_T

$N_{ц}$		$8 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^5$	$7,4 \cdot 10^5$	$1,25 \cdot 10^6$	$3 \cdot 10^6$	$5 \cdot 10^6$	$1,35 \cdot 10^7$	$2 \cdot 10^7$	$4,1 \cdot 10^7$
k_T при расчете	По контактной прочности $m = 3$	0,2	0,27	0,4	0,5	0,67	0,8	1,1	1,25	1,6
	На изгиб $m = 9$	0,6	0,65	0,65	0,8	0,9	0,9	1,0	1,11	1,17

Максимальное значение расчетной нагрузки или расчетного момента

$$Q_{\max} = kQ_{НОМ} \quad (1.4)$$

и

$$M_{\max} = kM_{НОМ} \quad (1.5)$$

где $Q_{НОМ}$ и $M_{НОМ}$ – усилие и момент сопротивления, определяемые при работе механизма с номинальным грузом; k – расчетный коэффициент перегрузки, принимаемый в зависимости от типа механизма. Для механизмов подъема $k = 1$; для механизмов передвижения и поворота значения k принимаются в зависимости от допустимой перегрузки электродвигателя по таблице 1.4 [2].

Таблица 1.4 – Значение коэффициента перегрузки k

Тип двигателя	k
Крановый, короткозамкнутый	2,5
Крановый постоянного тока и переменного тока с контактными кольцами	2,0
Единой серии	1,7

При расчете зубчатых передач необходимо учитывать, что при работе с переменными по величине нагрузками, как это имеет место в грузоподъемных машинах, происходит упрочнение материала зубчатого колеса в связи с его тренировкой. При этом повышается длительный предел выносливости и одновременно увеличивается базовое число циклов нагружений. Вследствие этого

нагрузочная способность зубчатых передач грузоподъемных машин оказывается значительно выше нагрузочной способности подобных Передач, работающих с постоянной по величине нагрузкой [2].

При числе циклов нагружения $N_{Ц} \geq 10^5$ зубчатые передачи грузоподъемных машин рассчитывают на усталостную прочность рабочей поверхности зубьев и на усталостную прочность при изгибе, а при $N_{Ц} < 10^5$ на статическую прочность по максимальной нагрузке, возникающей в процессах пуска и торможения, по условию предотвращения пластической деформации или хрупкого разрушения поверхности зуба и разрушения зуба от изгиба [2].

В подъемно-транспортном машиностроении широко применяются нормальные редукторы различного типа. Выбор размера редуктора производится в соответствии с указаниями отраслевых нормалей на редукторы по расчетной мощности N_P , которая должна быть равна или меньше мощности редуктора, указанной в нормали при соответствующих числах оборотов [2].

Подшипники качения грузоподъемных машин рассчитывают также по эквивалентной нагрузке (выражение 1.2), определяемой по фактическому или усредненному графику работы механизма (рисунок 1.7) в зависимости от режима работы,

$$Q_{ЭКВ} = \sqrt[3]{\alpha_1 \beta_1 Q_1^3 + \alpha_2 \beta_2 Q_2^3 + \dots + \alpha_i \beta_i Q_i^3}, \quad (1.6)$$

где Q_1, Q_2, Q_i – нагрузки на подшипник при различных величинах транспортируемого груза. Так, для легкого и среднего режима работы (рисунок 1.7, а)

$$Q_1 = Q_{\max}; \quad Q_2 = 0,5Q_{\max}; \quad Q_3 = 0,1Q_{\max};$$

$\alpha_i = \frac{\tau_i}{\tau_0}$ – коэффициенты, показывающие отношение времени работы с нагрузкой Q_i к общему машинному времени работы. Для того же графика значения коэффициентов α_i соответственно равны 0,1; 0,6 и 1; $\beta_i = \frac{n_i}{n}$ – коэффициенты, показывающие отношение числа оборотов при работе с нагрузкой Q_i к числу оборотов n , с которым подшипник работает наиболее длительный период времени [2].

Изменение числа оборотов в периоды неустановившегося движения при определении $Q_{ЭКВ}$ не учитывается. Для механизмов с приводом постоянного тока, число оборотов которого существенно зависит от нагрузки, по характеристике двигателя необходимо определить число оборотов n_i соответствующее каждой нагрузке, и подсчитать значения коэффициентов β_i [2].

Для механизмов с приводом от электродвигателя переменного тока, мало изменяющих скорость с изменением нагрузки, число оборотов двигателя с достаточной степенью точности можно считать независимым от нагрузки и производить определение эквивалентной нагрузки только при числе оборотов двигателя с номинальной нагрузкой. Тогда $\beta_1 = \beta_2 = \dots = \beta_i = 1$ [2].

Ветровая нагрузка. При расчете прочности и устойчивости грузоподъемных машин, работающих на открытом воздухе, надо учитывать ветровую

нагрузку, которая, согласно ГОСТ 1451 «Краны подъемные. Нагрузка ветровая», подразделяется на ветровую нагрузку рабочего состояния (при действии этой нагрузки кран должен нормально работать), и на нагрузку нерабочего состояния (при действии этой нагрузки механизмы крана не работают) [2].

Распределенная ветровая нагрузка w_B на наветренную поверхность конструкции крана в данной зоне его высоты определяется по зависимости

$$w_B = q_0 n c \gamma \beta, \quad (1.7)$$

где q_0 – скоростной напор ветра на высоте до 10 м над поверхностью земли, кГ/м^2 ; n – поправочный коэффициент, учитывающий возрастание скоростного напора с увеличением высоты над поверхностью земли; c – аэродинамический коэффициент, значение которого принимается по данным, приведенным в приложении 1 к ГОСТ 1451 в зависимости от конструктивных особенностей элементов крана, коэффициента заполнения ферм и степени перекрытия их другими элементами (затененность), от углов атак, от размеров элементов, от произведения vd – скорости ветра на расчетный поперечный размер элемента; γ – коэффициент перегрузки, принимаемый для случая определения ветровой нагрузки рабочего состояния, $\gamma = 1$, а для случая определения ветровой нагрузки нерабочего состояния при расчете металлоконструкций по методу предельных состояний $\gamma = 1,1$ и по методу допускаемых напряжений $\gamma = 1$, если в технических условиях проектирования не заданы другие значения этого коэффициента; β – коэффициент, учитывающий динамическое воздействие, вызываемое пульсацией скоростного напора ветра, принимаемый по техническим условиям на проектирование конструкций соответствующего типа кранов [2].

Для рабочего состояния крана скоростной напор q_0 ветра, направление действия которого рассматривается параллельно земле, независимо от района установки крана принимается $q_0 = 15 \text{ кГ/м}^2$, что соответствует скорости ветра 15 м/сек, при которой происходит сильное раскачивание груза, подвешенного на канате, что затрудняет эксплуатацию крана. В отдельных случаях, предусматриваемых техническими условиями на проектирование данного типа кранов, значение скоростного напора можно снизить или увеличить, но оно не принимается более 25 кГ/м^2 [2].

Для нерабочего состояния крана значение q_0 принимается в зависимости от места установки крана в соответствии с картой районирования (см. приложение 3 к ГОСТ 1451) [2].

Значение поправочного коэффициента n , учитывающего возрастание скоростного напора в зависимости от высоты расположения конструкции над поверхностью земли, принимается по таблице 1.5 [2].

Скоростной напор для тросовых оттяжек кранов и канатов полиспастов принимается постоянным и определяется для уровня, соответствующего $2/3$ высоты их крепления к крану [2].

Полная ветровая нагрузка рабочего состояния на элемент крана $W_{\mathcal{E}}^P$ и на весь кран W^P определяется по зависимостям [2]

$$W_{\mathcal{E}}^P = \sum w_{Bi}^P F_i \quad \text{и} \quad W^P = \sum W_{\mathcal{E}i}^P + W_{ГР}; \quad (1.8)$$

для нерабочего состояния соответственно

$$W_{\Xi}^{HP} = \sum W_{Bi}^{HP} F_i \quad \text{и} \quad W^{HP} = \sum W_{\Xi i}^{HP}. \quad (1.9)$$

Таблица 1.5 – Поправочный коэффициент n

Высота над поверхностью земли, м	До 10	10— 20	20— 30	30— 40	40— 50	50— 60	60— 70	70— 80	80— 90	90— 100
	Поправочный коэффициент	1,00	1,32	1,50	1,70	1,80	1,90	2,00	2,12	2,18

В этих зависимостях: w_{Bi}^P и w_{Bi}^{HP} - распределенная ветровая нагрузка, приходящаяся на рассматриваемый i -й элемент конструкции, определяемая по уравнению (1.7), соответственно для рабочего и нерабочего состояния крана; F_i - расчетная площадь элемента, определяемая в соответствии с указаниями приложения 1 к ГОСТ 1451; $W_{ГР}$ - полная ветровая нагрузка на транспортируемый груз

$$W_{ГР} = w_{B,ГР} F_{ГР}, \quad (1.10)$$

где $w_{B,ГР}$ - распределенная ветровая нагрузка, действующая на груз, определяемая по уравнению

$$w_{B,ГР} = q_0 n c. \quad (1.11)$$

Значение аэродинамического коэффициента c при определении нагрузки на груз принимается $c = 1,2$ [2].

$F_{ГР}$ - площадь наветренной поверхности груза, принимаемая по фактическим данным или в случае, если фактическая площадь неизвестна, по рекомендациям (таблица 1.6), основанным на статистических данных [2].

Таблица 1.6 – Наветренная площадь груза $F_{ГР}$ в зависимости от номинального веса груза $Q_{ГР}$

$Q_{ГР}, т$	0,5	1,0	1,6	2,0	2,5	3,2	5,0	6,3	10	16	20	25	32	40	50	63	100
$F_{ГР}, м^2$	2,0	2,8	3,6	4,0	5,0	5,6	7,1	8,0	10	14	16	18	20	22	25	28	36

Для приближенных расчетов общее давление ветра на машину можно определить по зависимости [2]

$$W = w'_B F_H, \quad (1.12)$$

где F_H - наветренная площадь машины, перпендикулярная к направлению ветра. Для конструкции со сплошными стенками F_H равна площади, ограниченной

контуром конструкции; для решетчатой конструкции $F_H = \alpha F_K$, т.е. равна площади, ограниченной контуром F_K , с вычетом пустот между элементами конструкции. Здесь α – коэффициент заполнения (сплошности), принимаемый в пределах 0,25–0,5; $w'_B = c'q$ – ветровая распределенная нагрузка.

Значения аэродинамического коэффициента c' для приближенных расчетов можно принять $c' = 1,4$ для балок и ферм из прямоугольных профилей, $c' = 1,2$ – для прямоугольных кабин управления и противовесов, а для конструкций из труб диаметром d принимается $c' = 1,2$ при $vd < 2,2$ и $c' = 0,7$ при $vd > 60$ [2].

1.2.3 Допускаемые напряжения

В подъемно-транспортном машиностроении находит применение наиболее прогрессивный метод определения допускаемых напряжений – так называемый дифференциальный метод, основанный на установлении запаса прочности рассчитываемой детали в зависимости от степени ее ответственности и режима работы механизма в конкретных условиях ее использования [2].

Расчет элементов машин на прочность проводят по основному уравнению прочности [2]

$$[\sigma] = \frac{\sigma_{\text{пр}}}{n} \geq \sigma, \quad (1.13)$$

где $[\sigma]$ – допускаемое напряжение; $\sigma_{\text{пр}}$ – предельное напряжение материала при данном напряженном состоянии. При расчете элементов из пластических материалов за предельное напряжение принимается предел текучести, определяемый с учетом размеров детали, термообработки и характера нагружения; при расчете деталей из хрупких материалов – предел прочности, определяемый с учетом характера нагружения; n – запас прочности; σ – фактическое напряжение, определенное с учетом динамических нагрузок, но без учета концентрации напряжений. Расчет элементов машин на выносливость проводят по условию [2]

$$[\sigma_{rk}] = \frac{\sigma_{rk}}{n} \geq \sigma, \quad (1.14)$$

где σ_{rk} – длительный предел выносливости, определяемый с учетом коэффициента асимметрии r , эффективного коэффициента концентрации k , размеров детали и ее термообработки; $[\sigma_{rk}]$ – допускаемое напряжение.

При числе циклов перенапряжений $\sum z_i$ (напряжений $\sigma_i > \sigma_{rk}$), которое испытывает деталь за расчетный срок службы, меньшем или равном базовому числу циклов N_0 , соответствующему σ_{rk} , расчет проводят на ограниченную выносливость по ограниченному пределу выносливости [2]

$$\sigma_{rk0} = \sigma_{rk} \sqrt{\frac{N_0}{\sum z_i}}. \quad (1.15)$$

Запас прочности

$$n = 1 + \alpha_1 + \alpha_2. \quad (1.16)$$

Здесь член α_1 учитывает степень ответственности рассчитываемого механизма (элемента), а также степень точности определения нагрузок и напряжений, а член α_2 учитывает возможную неоднородность материала, т.е. влияние внутренних дефектов материала и отклонение действительных размеров элемента от номинальных. Обычно для отливок принимают $\alpha_2 = 0,3$, для проката и поковок $\alpha_2 = 0,1$. При повышенной точности контроля изделий значение члена α_2 может быть снижено [2].

Значение запаса прочности при расчете элементов механизмов в зависимости от типа механизма и расчетного случая приведены в таблице 1.7; для металлоконструкций – в таблице 1.8 [2].

Таблица 1.7 – Рекомендуемые запасы прочности n при расчете элементов механизмов

Рассчитываемые элементы	Расчетные случаи					
	I		II		III	
	прокат и поковки	стальные отливки	прокат и поковки	стальные отливки	прокат и поковки	стальные отливки
Механизмы подъема груза, изменения вылета, ходовые и опорные части, противоугонные устройства, грузозахватные устройства, тормоза	1,6	1,8	1,6	1,8	1,4	1,6
Механизмы передвижения и поворота	1,4	1,6	1,4	1,6	—	—

Таблица 1.8 – Рекомендуемые запасы прочности n при расчете металлических конструкций

Рассчитываемые конструкции	Расчетные случаи					
	I		II		III	
	Ст. 3	низколегированная сталь	Ст. 3	низколегированная сталь	Ст. 3	низколегированная сталь
Все, кроме транспортирующих жидкий металл	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3
Для транспортирования жидкого металла	1,5	1,6	1,6	1,6	—	—

2 ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

Для захватывания перемещаемых грузов применяются грузозахватные приспособления, к которым относятся крюки, петли, клещи, клещевые захваты, ковши и бадьи, электромагниты, грейферы [2].

2.1 Крюки и петли

Наибольшее применение в грузоподъемных машинах находят универсальные грузозахватные приспособления, к которым относятся грузовые крюки и петли. Груз прикрепляется к этим приспособлениям при помощи канатных или цепных строп или при помощи специальных захватов, подвешиваемых на крюк или петлю. По форме крюки подразделяют на *однорогие* (рисунок 2.1, а) и *двурогие* (рисунок 2.1, б) [2].

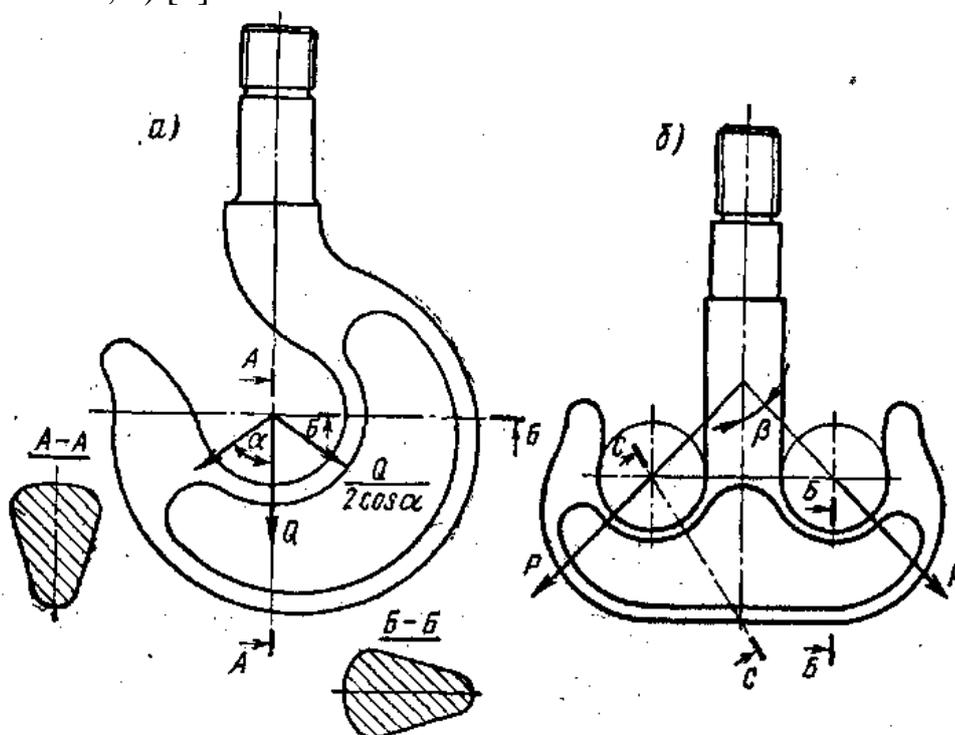


Рисунок 2.1 – Грузовые крюки:
а – однорогий; б – двурогий

Размеры крюков стандартизированы и приведены в соответствующих ГОСТах. Так, для механизмов с ручным и машинным приводом однорогие крюки выбирают по ГОСТ 6627, а двурогие – для механизмов с машинным приводом – по ГОСТ 6628. Форму крюков выбирают такой, чтобы обеспечить их минимальные размеры и вес при достаточной прочности, одинаковой во всех сечениях [2].

При применении стандартного крюка (соответствующей номинальной грузоподъемности) расчет сечений крюка производить не требуется. При крюке, отличающемся по своим размерам или форме от стандартного, требуется обязательное проведение расчета тела крюка как бруса большой кривизны [2].

Для кранов большой грузоподъемности применяют пластинчатые одноро-

гие и двурогие крюки (рисунок 2.2) по ГОСТ 6619, собираемые из отдельных элементов, вырезанных из мартеновской листовой стали спокойной плавки ВМСт. Зсп по ГОСТ 380, стали 20 по ГОСТ 1050 или стали 16МС по ГОСТ 6713, соединенных между собой заклепками [2].

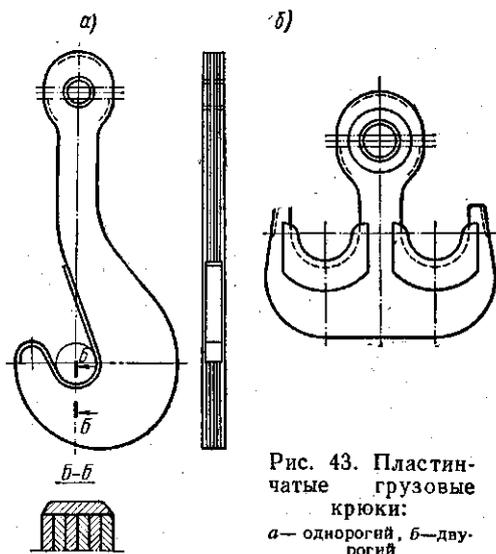


Рисунок 2.2 – Пластинчатые грузовые крюки:
а – однорогий; б – двурогий

Крюки соединяются с гибким грузовым органом грузоподъемной машины или непосредственно путем прикрепления грузового органа к проушине крюка (при подвесе груза на одной ветви грузового органа) или (при подвесе груза на нескольких ветвях гибкого органа) при помощи крюковых обойм (рисунок 2.3). Для преодоления жесткости каната и потерь на трение в опорах блоков при относительно легкой подвеске вводят дополнительный груз, обеспечивающий нормальное опускание пустого крюка [2].

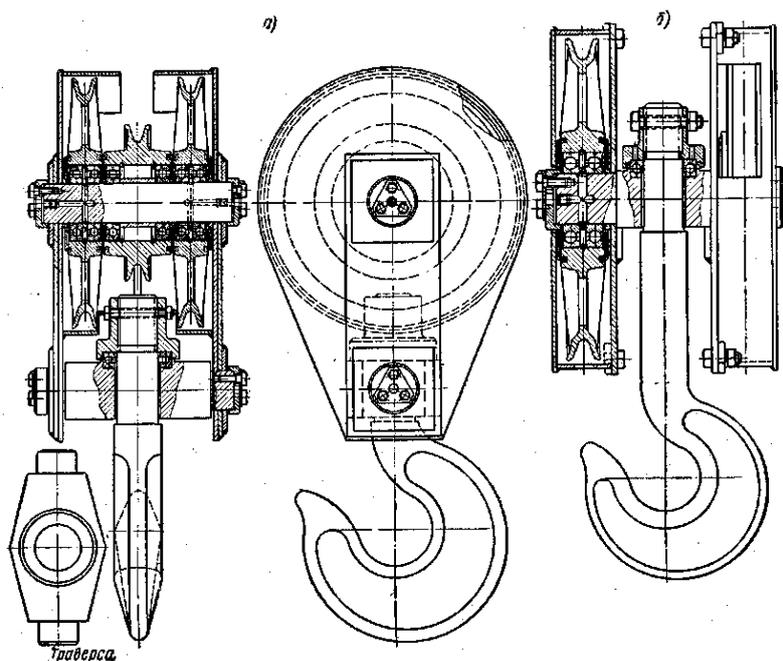


Рисунок 2.3 – Обоймы:
а – нормальная с крюком; б – укороченная с крюком

Различают два типа крюковых обойм: нормальные (рисунок 2.3, *а*) и укороченные (рисунок 2.3, *б*). В нормальных обоймах траверса, на которой укреплен крюк, соединяется с осью канатных блоков щеками, изготовленными из листовой или полосовой стали (материал сталь Ст. 3 или 40, 45) [2].

В укороченных обоймах блоки размещаются на удлиненных цапфах траверсы. Укороченная крюковая обойма позволяет осуществить подъем груза на несколько большую высоту, но ее можно применять только при четной кратности полиспаста. Хвостовик крюка проходит сквозь отверстие в траверсе и закрепляется гайкой, опирающейся либо на сферическую шайбу (при грузоподъемности до 3,2 т), либо на упорный шарикоподшипник (при грузоподъемности более 3,2 т), подбираемый по статической нагрузке. Чтобы не произошло случайного отвинчивания гайки, она должна быть надежно законтрена [2].

Кроме грузовых крюков, в грузоподъемных машинах применяются цельнокованные и составные *грузовые петли* (рисунок 2.4, *а* и *б*) [2].

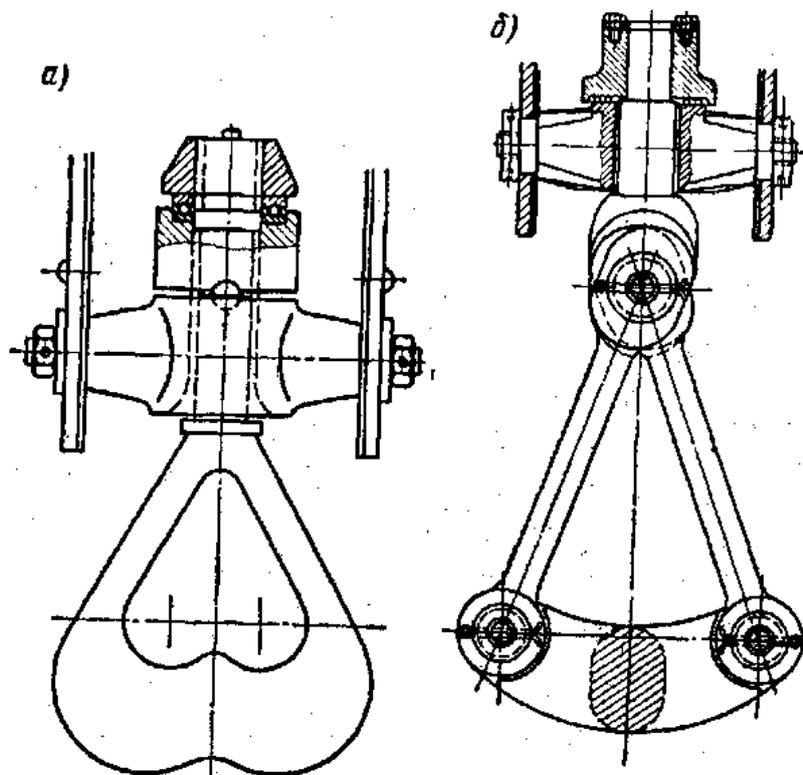


Рисунок 2.4 - Грузовые петли:
а – цельнокованая; *б* – составная

Форма и размер петель не стандартизированы и поэтому требуется обязательное проведение расчета их прочности. При этом цельнокованные петли рассчитывают как жесткую раму (статически неопределимая система) а составные петли – как шарнирные системы; тяги петель проверяются на растяжение, поперечина – на изгиб и сжатие как криволинейная двухопорная балка. Шарниры составной петли проверяют на смятие и на изгиб осей [2].

Петли имеют меньшие размеры и вес, чем крюки, рассчитанные на ту же грузоподъемность, так как в сечениях петель действуют меньшие изгибающие моменты. Но в эксплуатации петли менее удобны – их использование требует

продевания строп через отверстие петли [2].

2.2 Специальные захваты

Клещевые захваты. При работе грузоподъемной машины со штучными грузами определенной формы и размера для сокращения времени, затрачиваемого на подвеску и освобождение грузов, а также уменьшения потребности в ручном труде, применяют специальные захваты, подвешиваемые к крюку [2].

Специализированные захваты подразделяются на захваты для штучных грузов в таре или упаковке и на захваты для штучных грузов без тары [2].

В зависимости от степени автоматизации процесса захвата и освобождения груза захваты подразделяют на *полуавтоматические* (обеспечивающие автоматический захват груза при ручном освобождении) и *автоматические* (обеспечивающие захват и освобождение груза без применения рабочей силы). Примеры различного исполнения клещевых захватов приведены на рисунке 2.5 [2].

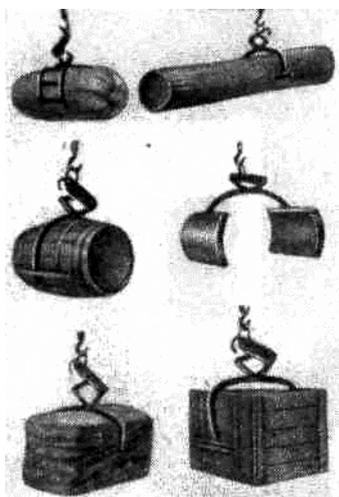


Рисунок 2.5 – Конструкции захватов

Груз удерживается захватом силами трения, возникающими между лапами захватов и грузом [2].

Эксцентриковый захват. На рисунок 2.6, *а* показан эксцентриковый захват для транспортирования стальных листов в вертикальном положении. Захват подвешивается к крюку крана. В начале подъема эксцентрик, касающийся листа в точке *А*, увлекается силой трения и прижимает лист к упору рамки захвата [2].

Лист удерживается в захвате силами трения, развивающимися между листом и эксцентриком, а также между листом и упором рамки [2].

Самозажимной эксцентриковый захват для транспортирования листового материала (рисунок 2.6, *б*) обладает повышенной надежностью, так как сила трения между эксцентриком и листом создается благодаря воздействию гибкого органа 1 на второе плечо эксцентрика 2. Кривизна линии эксцентрика определяется графоаналитическим расчетом, что позволяет обеспечить постоянный угол зажима листа независимо от его толщины [2].

Лист удерживается силами трения между эксцентриком и листом и между

листом и упором зажима [2].

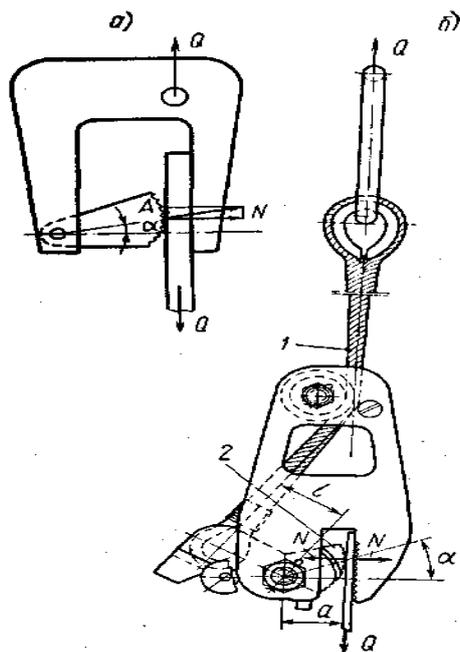


Рисунок 2.6 - Схемы эксцентриковых захватов:
а – простой; б – с усилением

Электромагниты. Для подъема стальных и чугунных грузов широко применяются подъемные электромагниты (рисунок 2.7) постоянного тока [2].

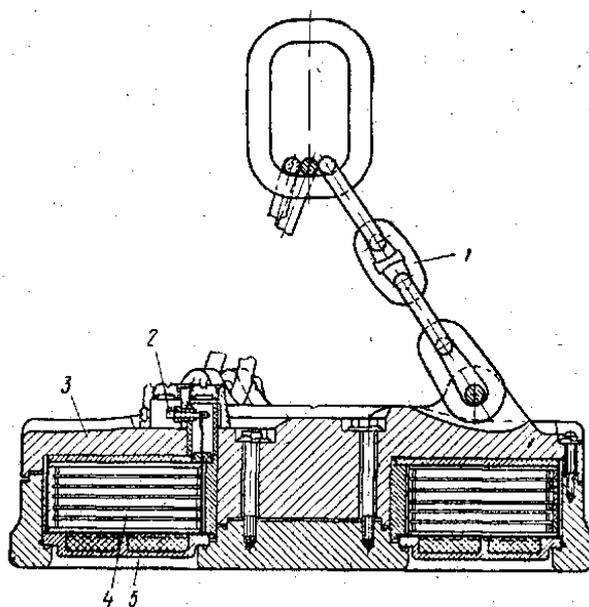


Рисунок 2.7 – Подъемный электромагнит типа М

Эти магниты подвешивают цепями 1 к крюку подъемного механизма . и питают постоянным током при помощи гибкого кабеля, автоматически наматываемого и сматываемого со специального кабельного барабана при подъеме и опускании магнита и подключаемого к контактной коробке 2 электромагнита. Подъемные магниты состоят из стального корпуса 3, отлитого из малоуглеродистой

стали марки 25Л-1, обладающей относительно высокой магнитной проницаемостью, внутри которого помещаются катушки магнита 4. Снизу катушки защищены от повреждения листом 5 из марганцовистой стали, обладающей высокой механической прочностью и незначительной магнитной проницаемостью [2].

Если магниты не предназначены для работы со скрапом или чушками металла, то они испытывают меньшие механические нагрузки и их катушки защищены снизу латунными листами. Электромагниты выпускают круглой (тип М) или прямоугольной (тип ПМ) формы. Прямоугольные электромагниты обычно применяют для подъема длинных стальных изделий (балок, труб и т. п.). Для подъема очень длинных и тяжелых грузов применяют парную подвеску двух магнитов на специальной траверсе. Магниты круглой формы применяют для работы с мелкими грузами разнообразной формы (скрап, чушки, стружка). Подъемные магниты изготавливают на разную грузоподъемность – от нескольких сотен килограммов до нескольких (от 6 до 30) т. Надо отметить, что подъемная сила одного и того же магнита зависит от типа, формы и степени нагрева груза [2].

Вакуумные захваты. Для транспортирования различного рода листового материала (сталь, цветные металлы, стекло и т. п.), а также для захвата различных коробок, ящиков и т.п. все шире применяются вакуумные захваты (рисунок 2.8), состоящие из металлического диска 4 с центральным отверстием и плоской нижней поверхностью и из эластичного резинового герметизирующего кольца 5. Диск соединяется гибким шлангом 1 с вакуумным насосом, приводимым в действие от электродвигателя. При выполнении подъемной операции диск накладывается на поверхность груза и включается насос, откачивающий воздух [2].

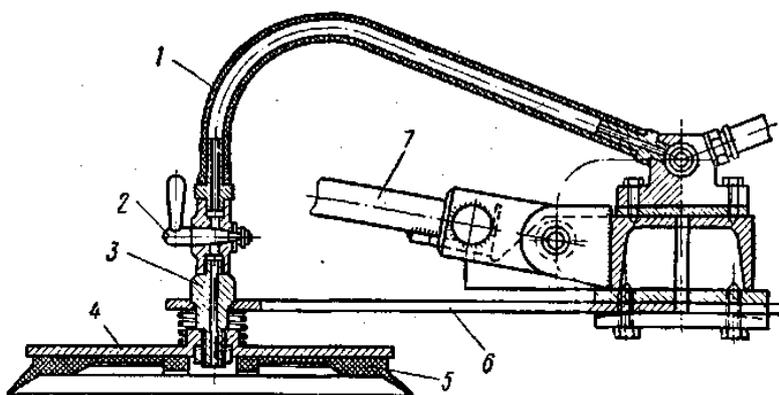


Рисунок 2.8 – Вакуумный захват

Резиновое кольцо предотвращает проникновение воздуха между плоскостями диска и груза. Захват покачивается на шарнире 3, опирающемся на листовую пружину 6. Это дает возможность захвату самоустановиться по поверхности груза. Для отключения захвата шланг 1 перекрывается краном 2, управляемым с помощью электромагнитного или механического привода. Вся рама управляется рычагом 7 [2].

Вакуумный насос производит откачку воздуха не только из-под контактных дисков, но и из резервного резервуара, поэтому в случае непредвиденной остановки насоса под контактными дисками сохраняется вакуум, позволяющий

держат поднятый груз. Наличие этого резервуара позволяет весьма быстро создать вакуум и под захватом [2].

2.3 Грузозахватные приспособления для сыпучих грузов

Для порционного транспортирования сыпучего груза применяют ковши, бадьи и грейферы. Для засыпки грузов в бадьи и ковши (рисунок 2.9) требуются специальные приспособления. Разгрузку производят путем опускания дна, раскрытия створок дна или опрокидывания ковша. Загрузка грузонесущего органа крана является одной из самых трудоемких операций, часто требующих применения ручного труда. Автоматизация захвата грузов, особенно массовых грузов, решается путем применения автоматических грузозахватных устройств – *грейферов*. При этом производительность транспортных операций существенно повышается, а использование ручного труда резко снижается или даже полностью исключается [2].

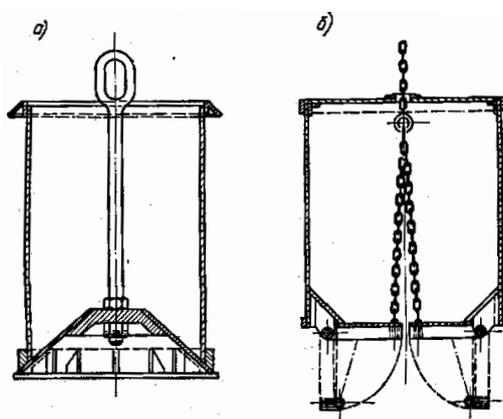


Рисунок 2.9 – Бадьи для сыпучего груза:
а – с опускающимся дном; б – с раскрывающимся дном

Грейферы широко используются для подготовки и подачи шихты на шихтовых и скрапных дворах, для работы на рудных дворах, на складах угля и т.п. материалов, подачи и уборки формовочных материалов в литейных, на лесоскладах, в сельском хозяйстве и т. д. Величина грузоподъемности крана, оборудованного грейфером, складывается из собственного веса грейфера и веса поднимаемого материала [2].

Грейферы по кинематическому признаку можно подразделить на *канатные*, соединенные с приводными лебедками с помощью гибкого органа – каната, и *приводные*, в которых механизм зачерпывания и опорожнения располагается непосредственно на грейфере. Канатные грейферы в свою очередь подразделяются на *одноканатные* и *многоканатные*. Приводные грейферы по типу примененного привода механизма подразделяются на *электродвигательные*, *гидравлические*, *электрогидравлические* и *пневматические* [2].

Одноканатные грейферы могут использоваться на обычных крюковых кранах, имеющих однобарабанный привод. Они подвешиваются к крюку крана или могут быть связаны непосредственно с канатом механизма подъема: в по-

следнем случае грейферы являются несъемными. Наиболее широко используются одноканатные съемные грейферы, позволяющие использовать кран как для работы с крюком, так и для работы с грейфером. Весь процесс работы грейфера ведется при помощи одного каната. Принцип работы такого грейфера показан на рисунке 2.10 [2].

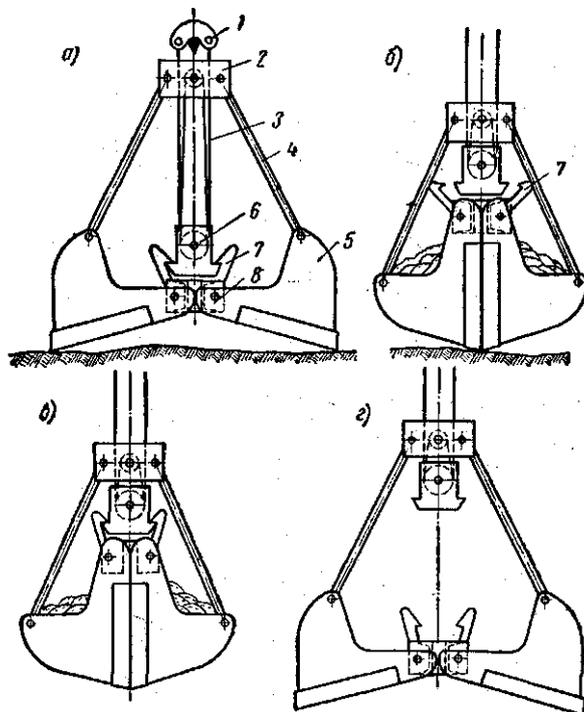


Рисунок 2.10 – Схема работы одноканатного грейфера

Грейфер состоит из двух челюстей 5, соединенных шарнирно на нижней траверсе 8. Тяги 4 соединяют челюсти с верхней траверсой 2. Канатом 3 подвижная головка 6 соединяется с верхней траверсой 2 и со скобой 1, при помощи которой грейфер навешивается на крюк механизма подъема крана. В момент зачерпывания (рисунок 2.10, а) головка 6 и траверса 8 связаны между собой захватами 7, укрепленными на траверсе 8. При подъеме скобы 1 происходит сближение траверсы 2 и головки 6. При этом челюсти, поворачиваясь на своих шарнирах на траверсе 8, внедряются в материал и зачерпывают его. После того как челюсти сомкнулись, грейфер перемещается к месту разгрузки (рисунок 2.10, в) и опускается на опорную поверхность – при этом захваты 7 раскрываются и головка 6 отсоединяется от нижней траверсы 8 (рисунок 2.10, б). Затем, поднимая скобу 1, поднимают верхнюю траверсу 2, что приводит к раскрытию грейфера и к автоматическому его опорожнению (рисунок 2.10, г) [2].

Для нового зачерпывания груза раскрытый грейфер кладут на материал, опускают головку 6 и соединяют ее с захватами 7 [2].

Раскрытие грейфера можно достичь и без опускания грейфера на материал. В этом случае от запорного устройства опускается вниз тросик или цепь, за которую надо потянуть, чтобы захваты 7 отпустили головку 6 и дали возможность челюстям раскрыться. Для увеличения зачерпывающего усилия грейфера в его конструкции предусматривается полиспасть для выигрыша в силе [2].

Для постоянной работы кранов с грейфером применяют двух-и четырехка-

натные грейферы, В этом случае кран снабжают двумя механизмами – одним для замыкающего и вторым для подъемного каната. В кинематическом отношении двух- и четырехканатные грейферы идентичны, но в двухканатных грейферах канат образует одинарный полиспаст, а у четырехканатных – сдвоенный [2].

Двухканатные грейферы (рисунок 2.11) можно использовать только при наличии специальной грейферной лебедки с двумя механизмами, барабаны которых имеют возможность независимого движения. Замыкающий канат 2, прикрепленный в точке А к нижней обойме, идет на барабан замыкающего механизма, а подъемный (поддерживающий) канат 1, прикрепленный в точке Б верхней обоймы – на барабан подъемного механизма. Двухканатный грейфер работает следующим образом: при опускании замыкающего каната 2 и неподвижном канате 1 челюсти грейфера раскрываются под действием собственного веса челюстей, траверсы и материала, находящегося в грейфере (положение I) и материал высыпается из грейфера. При опускании обоих канатов раскрытый грейфер опускается на материал (положение II) – при этом механизмы лебедки обеспечивают одинаковую скорость обоих канатов. Замыкание челюстей грейфера производится натягиванием замыкающего каната 2 при ослабленном и неподвижном подъемном канате 1. Так как грейфер лежит на материале, то при замыкании челюстей они врезаются в материал, который собирается внутри челюстей (положение III) [2].

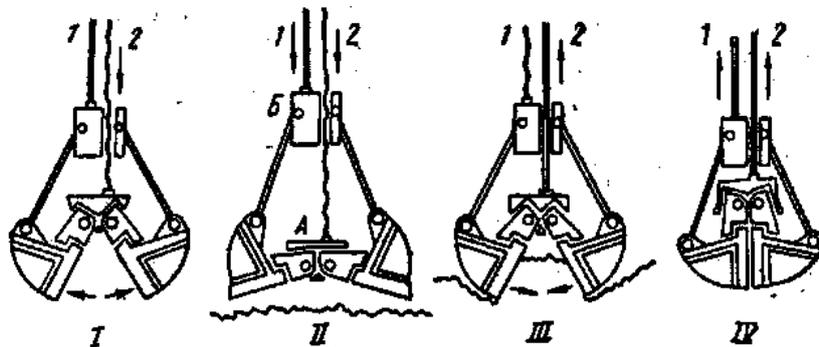


Рисунок 2.11 – Схема работы двухканатного грейфера

При подъеме груженого грейфера подъемные и замыкающие канаты синхронно наматываются на соответствующие барабаны (положение IV). В таком виде грейфер переносится к месту разгрузки. Здесь ослабляют замыкающий канат и грейфер повисает на подъемном канате, а челюсти раскрываются и груз высыпается (положение I). Затем цикл работы повторяется сначала. В реальных конструкциях грейферов подъемные канаты крепятся к верхней траверсе грейфера, а замыкающие канаты образуют полиспаст, связывающий нижнюю и верхнюю траверсы и увеличивающий усилие зачерпывания материала челюстями [2].

В электромоторных, гидравлических, электрогидравлических и пневматических грейферах функцию замыкающего каната выполняют соответственно электромоторные, гидравлические, электрогидравлические и пневматические приводы.

3 ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ

3.1 Назначение и виды транспортирующих машин

3.1.1 Определение и классификация

Транспортирующие машины применяют преимущественно в карьерах и на производственных предприятиях для перемещения сыпучих и однородных штучных грузов непрерывным потоком на небольшие расстояния в пределах одной или нескольких связанных между собой производственных площадок [1].

По принципу действия транспортирующие машины (рисунок 3.1), применяемые в строительстве, классифицируют на конвейеры (ленточные, пластинчатые, ковшовые, скребковые и др.), в которых перемещаемому материалу движение сообщается механическим путем, и пневмотранспортные установки, в которых перемещение материала осуществляется в потоке движущего воздуха или с аэрацией материала воздухом [1].

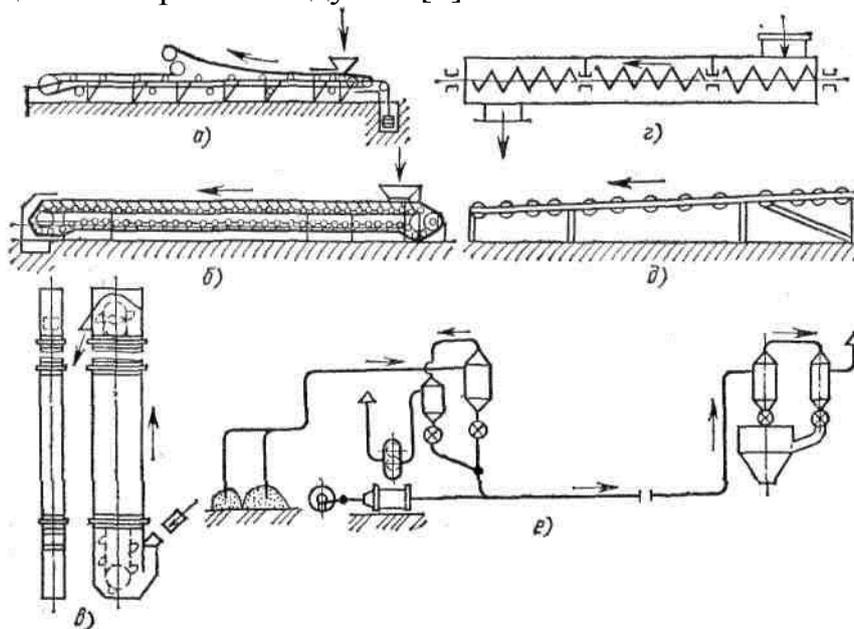


Рисунок 3.1 – Схема транспортирующих машин:

a – ленточного конвейера; *б* – пластинчатого конвейера; *в* – ковшевого элеватора; *г* – винтового конвейера; *д* – роликового конвейера; *е* – пневмотранспортной установки

Ленточные конвейеры (рисунок 3.1, *a*) предназначены для транспортирования сыпучих, порошкообразных, мелко- и среднекусковых материалов, а также однотипных штучных грузов в горизонтальном и слабо наклонном направлении. Рабочим органом, на котором размещается транспортируемый материал, является резиноканевая лента, состоящая из тканевых прокладок со связывающими их резиновыми прокладками и обкладками. Применяют также ленты с завулканизированными стальными канатами (тросами) малых диаметров, так называемые резиноканевые ленты. Очень редко для транспортирования горячих материалов используют стальные ленты [1].

Пластинчатые конвейеры (рисунок 3.1, б) применяют для транспортирования крупнокусковых, абразивных и нагретых материалов, а также крупных штучных грузов в горизонтальном и слабонаклонном направлениях. Рабочим органом является тяговая цепь с плоскими или фасонными пластинами, на которых размещается материал или отдельные штучные грузы [1].

Для транспортирования материалов в вертикальном и сильно наклонном направлении применяют **ковшовые конвейеры – элеваторы (нории)** (рисунок 3.1, в) [1].

Скребокковые конвейеры перемещают малоабразивный материал волоком по желобу. Рабочим органом их является пластинчатая тяговая цепь; к ее звеньям прикрепляются скребки, между которыми и размещается материал [1].

Винтовые конвейеры (рисунок 3.1, г) транспортируют сыпучие и вязкие материалы в горизонтальном и слабо наклонном направлениях, а иногда и в вертикальном направлении. Рабочим органом является винт, вращающийся в желобе с полукруглым днищем [1].

Роликовые конвейеры (рисунок 3.1, д) используют для перемещения однородных, с развитой поверхностью штучных грузов. Рабочим органом их являются неприводные или приводные вращающиеся ролики, на которых размещается транспортируемый груз [1].

Тяговым элементом ленточных, пластинчатых и ковшовых конвейеров служит лента или цепь, замкнутая в бесконечный контур. На концах конвейера они огибают приводные и натяжные барабаны (при лентах) или звездочки (при цепях), а на трассе опираются на ролики (при лентах) или колесами на направляющие (при цепях). Опорой является несущая рама конвейера (рисунок 3.2) [1].

Винтовые или роликовые конвейеры не имеют тягового элемента, материал перемещается рабочим элементом машины [1].

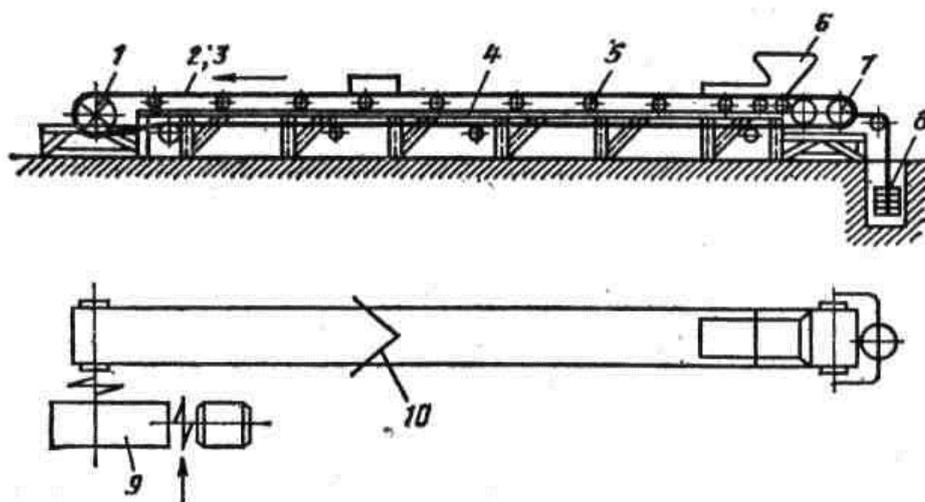


Рисунок 3.2 – Схема конвейера:

1 – приводной барабан или звездочка; 2 – грузонесущий элемент; 3 – тяговый элемент (в ленточном конвейере элементы 2 и 3 совмещены); 4 – несущая рама; 5 – опоры тягового органа; 6 – загрузочное устройство; 7 – натяжной барабан или звездочка; 8 – натяжное устройство; 9 – привод конвейера; 10 – разгрузочный плужок

В *пневмотранспортных установках* (рисунок 3.1, е) материал, преимущественно порошкообразный и пылевидный, перемещается по трубопроводу под действием воздушного потока. В месте загрузки материал смешивается с воздухом в определенной концентрации, а в месте выгрузки отделяется от воздуха. Разновидностью пневмотранспортных установок являются пневмомеханические, в которых аэрированный материал приобретает свойство текучести и перемещается механическим путем [1].

3.1.2 Основные характеристики машин

К основным характеристикам транспортирующей машины относятся ее производительность, выраженную в объемных или массовых единицах ($\text{м}^3/\text{ч}$ или $\text{т}/\text{ч}$), и трасса транспортирования, а именно длина ее горизонтальной проекции L_{Γ} и высота подъема материала H , связанные между собой зависимостью [1]

$$L_{\Gamma} = L \cos \alpha \text{ и } H = L \sin \alpha ,$$

где L – общая длина трассы; α – средний угол подъема трассы.

При сопоставлении машин разных типов, которые можно применять для выполнения однотипных транспортных операций, нужно исходить из общего экономического показателя, определяемого стоимостью перемещения единицы материала, зависящее от стоимости машины и срока ее службы, эксплуатационных расходов, а также численности обслуживающего персонала и его квалификации [1].

3.2 Ленточные конвейеры

Ленточный конвейер – наиболее распространенная транспортирующая машина, широко применяемая в строительстве и на производственных предприятиях по производству строительных материалов и изделий. Основные параметры ленточных конвейеров общего назначения стандартизованы (ГОСТ 22644 – ГОСТ 22647) [1].

В ленточном конвейере бесконечная гибкая лента 7 (рисунок 3.3) огибает приводной 9 и натяжной 5 барабаны, а в пролете между ними опирается на ряд роликовых опор 8, которые установлены с определенным интервалом на раме 10 [1].

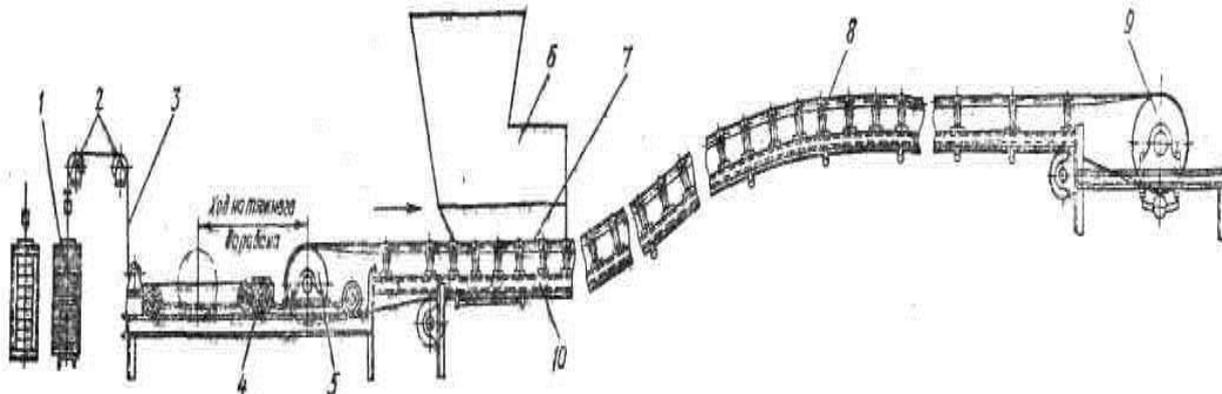


Рисунок 3.3 – Схема ленточного конвейера

Материал поступает на ленту 7 через загрузочную воронку 6 и выгружается с ленты через барабан 9 или при помощи специальных разгрузочных устройств – плужковых сбрасывателей или сбрасывающих тележек [1].

Натяжение ленты обеспечивается грузом 1, который воздействует на перекинутый через ролики 2 канат 3, присоединенный к подвижной тележке 4, несущей натяжной барабан 5 [1].

Ленточные конвейеры имеют в плане прямолинейную форму. В вертикальной плоскости она может быть как прямолинейной (горизонтальной и наклонной), так и ломаной, в том числе Z-образной (рисунок 3.4) [1].

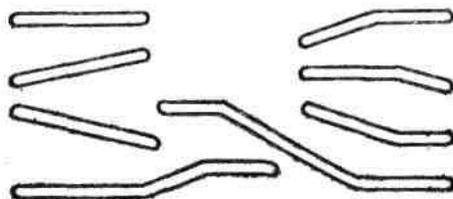


Рисунок 3.4 – Конфигурации ленточных конвейеров

Производительность ленточных конвейеров зависит от ширины ленты и формы трассы, скорости ленты и вида транспортируемого материала и колеблется в весьма широких пределах – от нескольких десятков до нескольких сотен и даже тысяч тонн в час [1].

Серийно выпускаемые ленточные конвейеры имеют ленты шириной 400 ... 2000 мм при скорости 0,8 ... 4 м/с, конвейеры специального назначения – ленты шириной до 3000 мм при скорости до 8 м/с. Длина ленточных конвейеров ограничивается исключительно прочностью ленты, поэтому горизонтальные конвейеры могут быть более длинными, чем наклонные с подъемом материала [1].

Для перемещения на дальние расстояния применяют так называемые звеньевые конвейеры, т.е. ряд последовательно расположенных конвейеров, образующих общую линию любой длины (рисунок 3.5) [1].

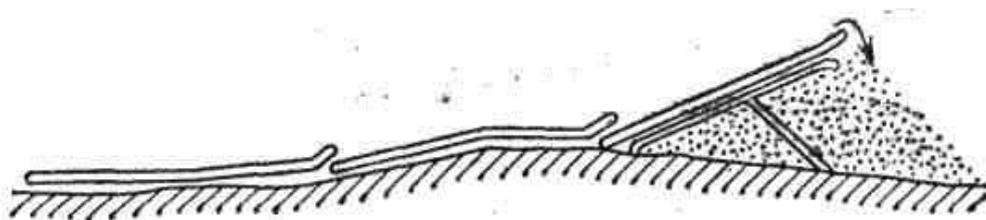


Рисунок 3.5 – Схема звеньевого конвейера

Ленточным конвейером можно перемещать груз в горизонтальном и наклонном направлениях при угле подъема, не превышающем $2/3$ угла естественного откоса материала в движении, т.е. для строительных материалов не больше 22° при прорезиненной и 14° при стальной ленте. При необходимости подъема материала на большую высоту приходится при малом угле подъема значительно увеличивать длину конвейера, что повышает стоимость установки. Этот недостаток устранен в конструкциях конвейеров с покрывающей лентой, применяемых для перемещения материалов по трассе с углом подъема до 60° (рисунок 3.6). Соскальзывание материала предотвращается прижимной лентой,

покрывающей материал и прижимающей его к основной ленте. Эту ленту можно делать достаточно тяжелой, например, в виде цепного мата, огибающего вспомогательный конвейер и свободно провисающего. Если в качестве прижимной используют обычную конвейерную прорезиненную ленту, то применяют прижимные ролики (рисунок 3.7) [1].

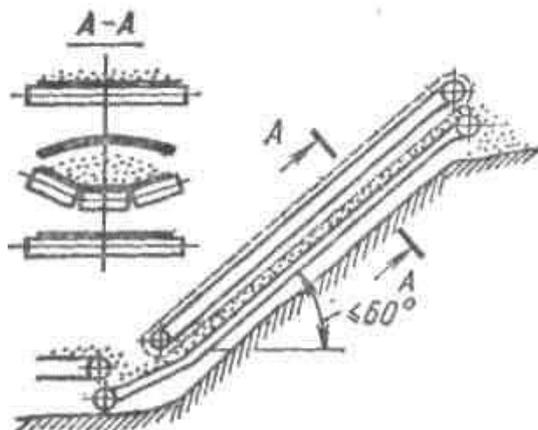


Рисунок 3.6 – Схема конвейера для крутонаклонного транспортирования с покрывающей лентой

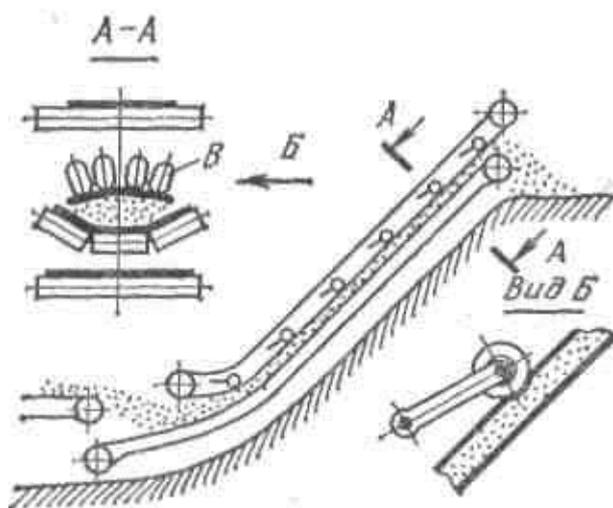


Рисунок 3.7 – Схема конвейера для крутонаклонного транспортирования с прижимной лентой и прижимными роликами

Прижимные ленты перемещаются синхронно с основной лентой и имеют самостоятельный привод. Конвейер с прижимной лентой загружается на коротком горизонтальном участке. Расход энергии на перемещение материалов в этих конвейерах больше, чем в обычных [1].

Для перемещения материалов в сильнонаклонном и вертикальном направлениях применяют конвейеры со шланговой, замыкаемой в трубу лентой (рисунок 3.8). Такие конвейеры могут быть изогнуты и в плане при радиусах кривизны, приблизительно равных 20 диаметрам трубы. Производительность их невелика, вследствие малой скорости перемещения (около 0,5 м/с) [1].

Ленточные конвейеры применяют и для пассажирских перевозок на небольшие расстояния (до 500 м). Тяговым и грузонесущим элементом служит

стальная обрешеченная лента с рифленой поверхностью шириной до 1 м, движущаяся по плоским роликоопорам со скоростью 1 ... 1,2 м/с. Привод обычный; допускаемый угол наклона к горизонту до 6°. Такие конвейеры используют, например, в аэропортах для подвоза пассажиров к самолетам (рисунок 3.9) [1].

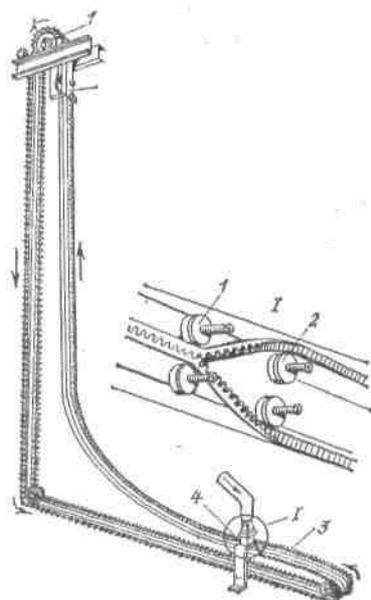


Рисунок 3.8 – Схема конвейера со шланговой лентой:
1 –закрывающиеся ролики; 2 –открывающиеся ролики; 3 – лента; 4 – узел загрузки

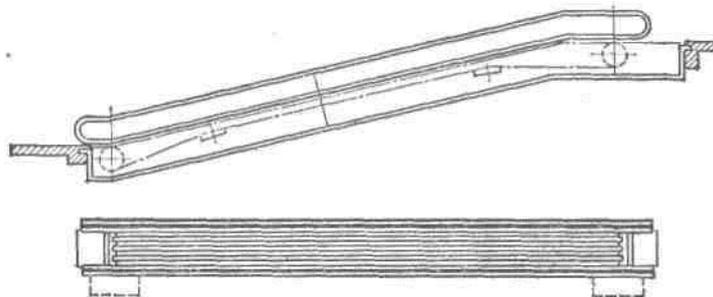


Рисунок 3.9 – Схема ленточного пассажирского конвейера

3.3 Цепные конвейеры

3.3.1 Классификация

Цепными конвейерами являются конвейеры, в которых тяговым элементом является длиннозвенная, обычно *пластинчатая* цепь. В зависимости от типа несущего органа цепные конвейеры классифицируют на пластинчатые, скребковые, ковшовые, люлечные, тележечные, подвесные тяговые, толкающие и др. В промышленности строительных материалов применяют преимущественно пластинчатые конвейеры, используемые для перемещения крупнокусковых и горячих материалов [1].

3.3.2 Конструкция пластинчатых конвейеров

В тех случаях, когда необходимо транспортировать горячие и острокромочные материалы, а также кусковые или штучные большой массы, которые ленточным конвейером перемещать невозможно, применяют цепные пластинчатые конвейеры, горизонтальные или слабо наклонные [1].

При сходстве общих схем пластинчатый и ленточный конвейеры конструктивно значительно отличаются друг от друга (см. рисунок 3.10) [1].

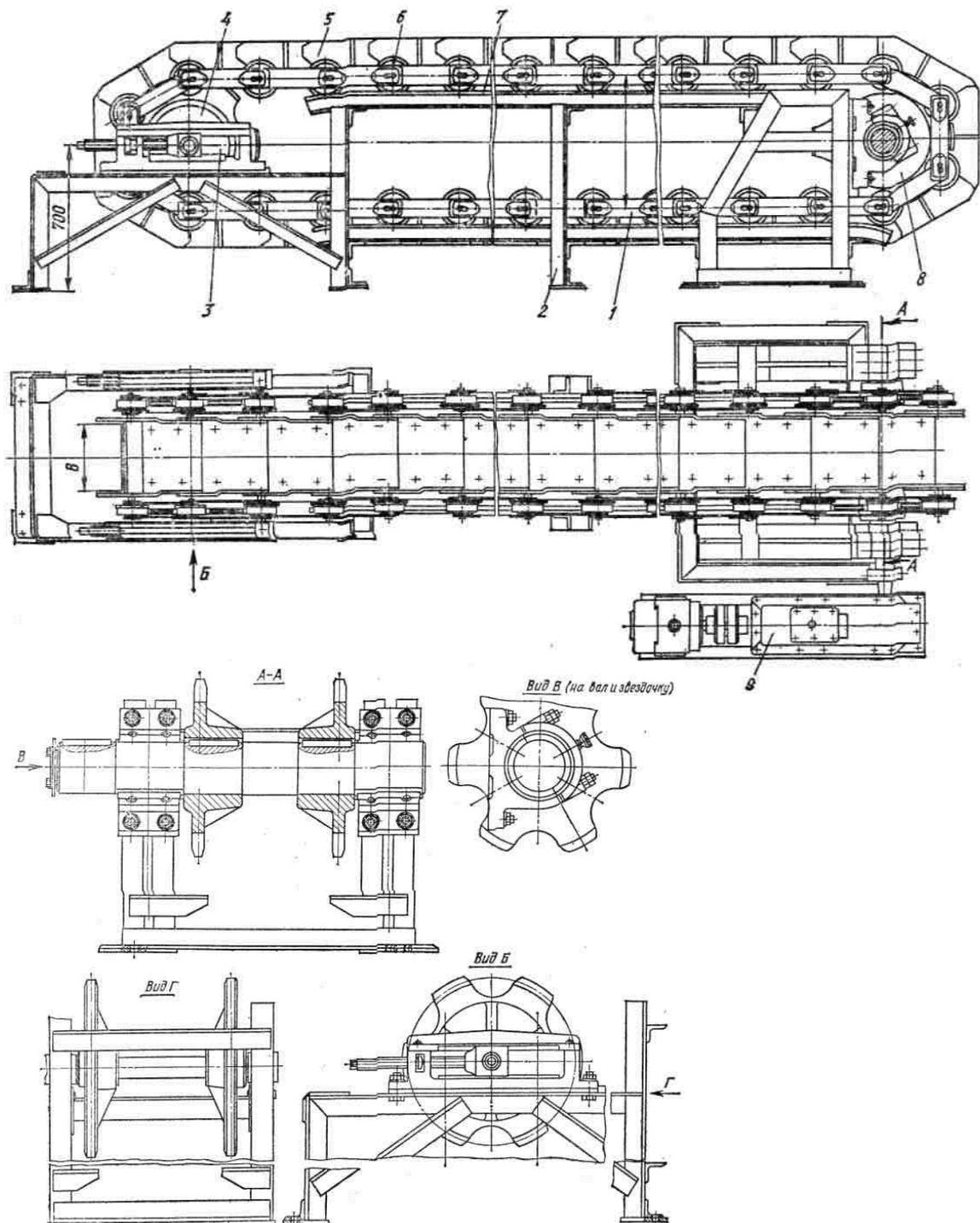


Рисунок 3.10 –Пластинчатый цепной конвейер

Пластинчатый конвейер (рисунок 3.10) состоит из двух бесконечных пластинчатых длиннозвенных цепей 1, которые огибают установленные по концам конвейера приводные и натяжные звездочки 8 и 4; в пролете между ними цепи опираются роликами 6 на направляющие 7, закрепленные на раме 2. Ведущие (приводные) звездочки установлены в головной части конвейера. Привод 9 конвейера не отличается от привода ленточных конвейеров и выполняется обычно редукторным, иногда – при малых скоростях конвейера – с дополнительной зубчатой передачей к валу ведущих звездочек. Цепи натягиваются винтовым натяжным устройством 3 [1].

В отличие от ленточных конвейеров, в которых работа натяжного устройства заключается в обеспечении передачи тягового усилия трением, в пластинчатых конвейерах тяговое усилие передается зацеплением и работа натяжного устройства заключается только в выборе слабины тягового элемента. Поэтому предварительное натяжение должно быть минимальным (1 ... 2 кН), но не меньше динамического усилия [1].

Вследствие малой вытяжки цепей натяжное устройство в пластинчатых конвейерах делают винтовым, с ходом винта $s_{H.V.}$, кратным шагу цепи t : $s_{H.V.} = (1,6 \dots 2) t$ [1].

К цепям прикрепляется настил 5, состоящий из металлических пластин (гладких или фигурных, штампованных или литых). Для перемещения сыпучих материалов отдельные пластины на шарнирах цепи перекрывают друг друга, что предотвращает просыпание материала. Конвейер загружается через загрузочную воронку, разгружается – через звездочки. При гладком настиле возможна разгрузка плужковым сбрасывателем. Скорость перемещения рабочих элементов $v = 0,05 \dots 0,63$ м/с, обычно $v = 0,2 \dots 0,5$ м/с [1].

Основные параметры стационарных пластинчатых конвейеров общего назначения стандартизованы (ГОСТ 22281) [1].

3.4 Ковшовые конвейеры

3.4.1 Классификация

В *ковшовых конвейерах* материал перемещается в отдельных сосудах – ковшах, укрепленных на тяговом элементе конвейерной резиноканевой ленте или цепях [1].

Ковшовые конвейеры разделяют на ковшовые элеваторы, перемещающие материал в вертикальном или круто наклонном направлении, и конвейеры, перемещающие материал по пространственной кольцевой трассе. В строительстве применяют только ковшовые элеваторы, являющиеся, по существу, подъемниками, перемещающими материал в ковшах непрерывным потоком [1].

3.4.2 Устройство элеваторов

Ковшовый элеватор имеет бесконечный замкнутый тяговый элемент 2 (рисунок 3.11, а), на котором с равными интервалами укреплены ковши 1.

Тяговым элементом являются ленты (рисунок 3.11, *а*) или одна или две цепи (рисунок 3.11, *б*, *в*) [1].

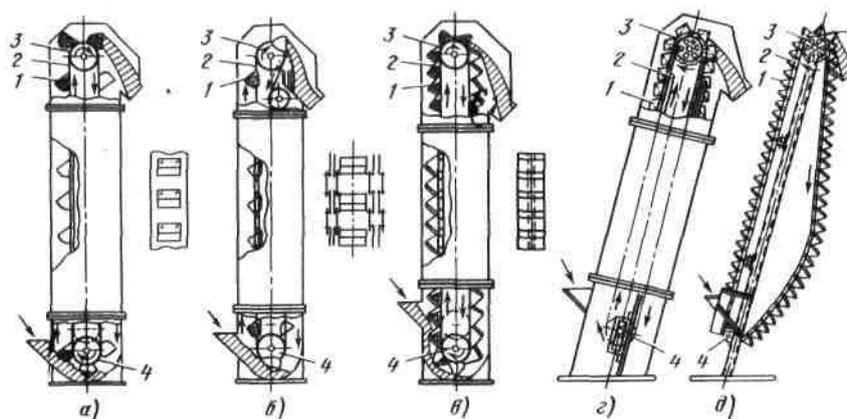


Рисунок 3.11 –Схемы ковшовых конвейеров:

а – ленточного с расставленными ковшами; *б* – двухцепного с расставленными ковшами; *в* – одноцепного с сомкнутыми ковшами; *г* – наклонного с сомкнутыми ковшами в кожухе; *д* – открытого наклонного с сомкнутыми ковшами

Лента огибает приводной 3 и натяжной 4 барабаны, укрепленные в верхней и нижней частях элеватора. Цепь огибает укрепленные в этих же местах звездочки. В пролете, между крайними точками, тяговый элемент в вертикальных элеваторах небольшой высоты опор не имеет. В наклонных и высоких вертикальных элеваторах лента опирается на направляющие ролики. Цепи катятся роликами по направляющим (рисунок 3.11, *г*) или опираются, так же как и лента, на направляющие ролики (рисунок 3.11, *д*). Элеватор закрыт металлическим кожухом с окнами для осмотра и состоит из отдельных секций. Наклонные элеваторы иногда бывают открытыми, без кожуха (рисунок 3.11, *д*) [1].

С кожухом в местах загрузки и разгрузки соединяются загрузочный и разгрузочный башмаки. Привод барабана или звездочек размещается в верхней части элеватора. Вал нижнего барабана или звездочки вращается в перемещающихся подшипниках, связанных с винтовым натяжным устройством.

Элеваторы применяют для транспортирования материала на высоту до 35 м при производительности до 100 м³/ч. Наиболее целесообразно использовать их для заполнения высоких хранилищ – силосов или бункеров [1].

Различают элеваторы быстроходные со скоростью тягового элемента 1,25... 2,5 м/с и тихоходные со скоростью 0,4 ... 1 м/с. Быстроходные элеваторы применяются для транспортирования порошкообразных, мелко- и среднекусковых материалов; тихоходные – для транспортирования среднекусковых абразивных, крупнокусковых и плохо подвижных материалов [1].

Основные параметры стационарных вертикальных ковшовых элеваторов общего назначения приведены в ГОСТ 2036 [1].

Разновидностью ковшовых элеваторов являются подъемники непрерывного действия для штучных грузов. В этих устройствах к тяговым цепям крепятся не ковши, а шарнирно подвешенные площадки-люльки (рисунок 3.12, *а*), что позволяет не только поднимать, но и опускать груз. Такие элеваторы называют *люлечными*. При жестком креплении полок к тяговым цепям элеватор выпол-

няют наклонным (рисунок 3.12, б) и используют преимущественно для подъема различных штучных грузов, подаваемых самотеком на полки и самотеком скатывающихся с них. Такие элеваторы используют в основном как погрузочно-разгрузочные устройства [1].

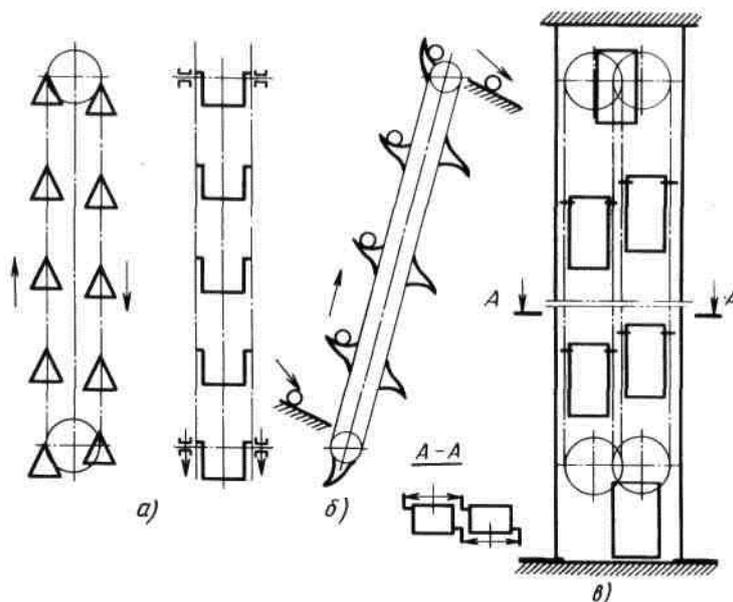


Рисунок 3.12 – Схемы конвейеров – элеваторов для штучных грузов:
 а – люлечного; б – полочного; в – пассажирского кабинного

Элеваторы применяют и как пассажирские подъемники непрерывного действия (рисунок 3.12, в). Кабины для пассажиров подвешивают шарнирно к двум цепям, что обеспечивает свободное прохождение через верхние и нижние звездочки. Чтобы не делать звездочки слишком большого диаметра ($0,5D_{ЗВ} > H_{КАБ}$, где $D_{ЗВ}$ – диаметр звездочки; $H_{КАБ}$ – высота кабины), в каждой цепи их смещают друг относительно друга и кабины подвешивают к цепям в диагонально расположенных точках. Для возможности входа в кабину и выхода из нее на ходу скорость тягового элемента принимают равной до 0,3 м/с, поэтому пропускная способность подобных пассажирских элеваторов не велика и их целесообразно применять при небольших рассредоточенных пассажирских потоках в административных зданиях [1].

3.5 Винтовые конвейеры

Винтовой конвейер имеет желоб 4 (рисунок 3.13, а) полукруглой формы, внутри которого расположен винт 5, вращающийся в подшипниках 3 при помощи привода 8. Материал загружается через загрузочное отверстие 2, а выгружается – через выходное отверстие 6 с задвижкой 7. Желоб обычно закрыт крышкой 1, но иногда имеет песочный затвор [1].

Винтовые конвейеры используют для транспортирования на небольшие расстояния (30 ... 40 м) сыпучих и мелкокусковых (цемента, гравия, песка, шлака и т.п.), а также вязких и тестообразных (мокрой глины, бетона и т. п.) материалов [1].

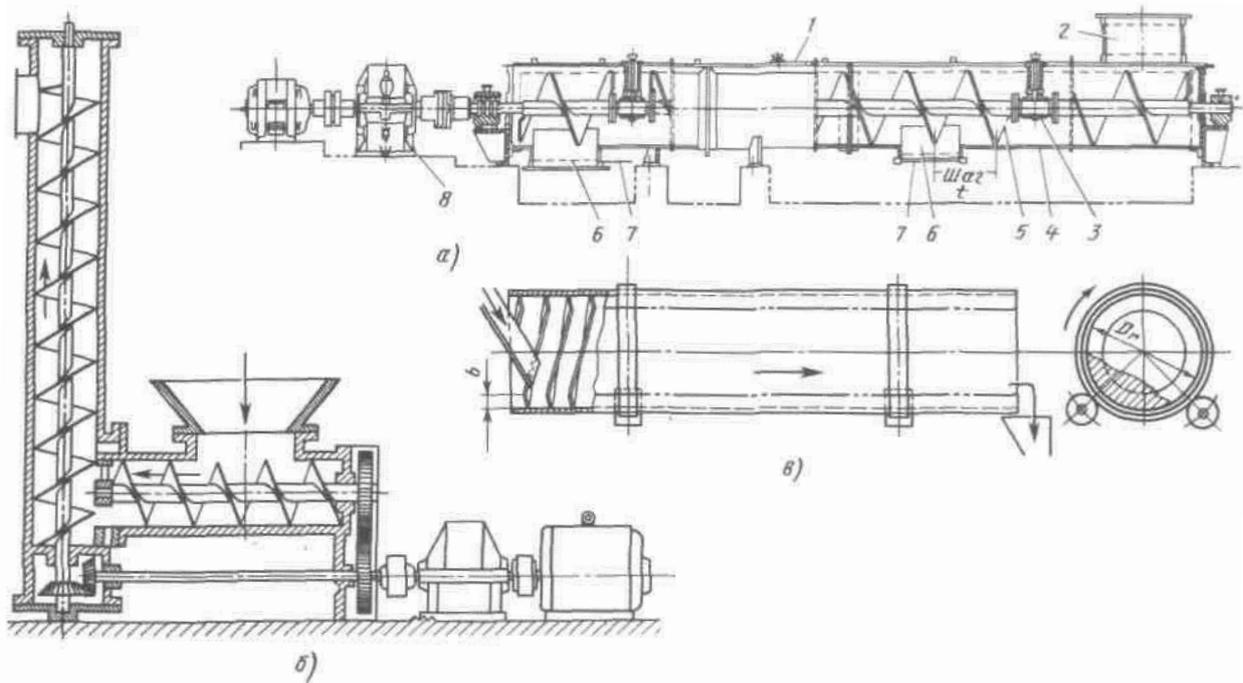


Рисунок 3.13 – Схемы винтовых конвейеров:

а – горизонтального или слабо наклонного; *б* – вертикального; *в* – транспортирующая труба

Винтовые конвейеры выполняют горизонтальными или полого-наклонными (под углом до 20° к горизонту) и вертикальными (рисунок 3.12, б). Материал движется вверх под действием силы трения между ним и кожухом, возникающей из-за наличия центробежной силы от вращения частиц материала у поверхности винта. Сила трения замедляет движение частиц, и они, проскальзывая по поверхности винта, одновременно с вращательным имеют и поступательное движение вверх. Вертикальные конвейеры получают материал от горизонтальных винтовых конвейеров, создающих подпор материала [1].

Производительность винтовых конвейеров в среднем $20 \dots 40 \text{ м}^3/\text{ч}$, но при больших размерах винта может составлять до $100 \text{ м}^3/\text{ч}$ [1].

Основные параметры винтовых конвейеров общего назначения стандартизованы (ГОСТ 2037); в частности, диаметры D_B винтов выбирают из ряда: 100; 125; 160; 200; 250; 320; 400; 500; 630; 800 мм. Шаг винта $S = 0,8D_B$ или $S = D_B$ [1].

По числу спиралей винта различают конвейеры с однозаходным и с многозаходным винтами. При многозаходном (обычно двухзаходном) винте материал перемещается с большей скоростью чем при однозаходном, и соответственно производительность конвейера повышается [1].

По конструкции винта различают конвейеры со сплошным, ленточным, фасонным и с лопастным винтами (рисунок 3.14). Тип винта выбирают с учетом следующих соображений (рисунок 3.15). Хорошо сыпучие материалы (цемент, мел, гипс, зола, сухой песок, гранулированный шлак) транспортируются сплошным винтом при коэффициенте наполнения желоба $\varepsilon = 0,3 \dots 0,45$ и частоте вращения винта $50 \dots 120 \text{ об/мин}$. Кусковые материалы (крупный гравий,

песчаник, известняк, шлак негранулированный) перемещаются ленточным или лопастным винтом при коэффициенте наполнения $\varepsilon = 0,25 \dots 0,4$ и частоте вращения винта 40 ... 100 об/мин. Тестообразные, слеживающиеся и мокрые материалы транспортируются лопастным или фасонным винтом при коэффициенте наполнения $\varepsilon = 0,15 \dots 0,3$ и частоте вращения винта 80 ... 60 об/мин [1].

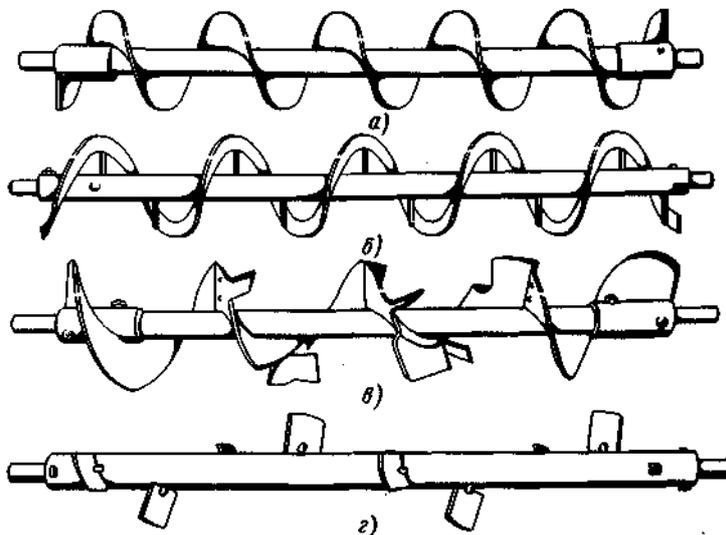


Рисунок 3.14 – Винты винтовых конвейеров: а – сплошной; б – ленточный; в – фасонный; г – лопастной

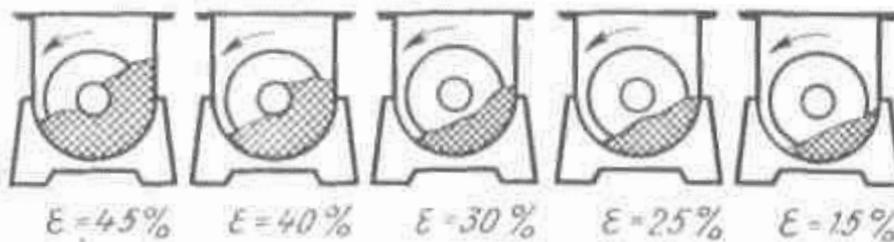


Рисунок 3.15 – Заполнение витка винта в зависимости от коэффициента наполнения желоба

Направление движения материала в желобе зависит от направления вращения винта и направления витков винта [1].

Разновидностью винтовых конвейеров являются вращающиеся транспортирующие винтовые трубы (см. рисунок 3.13, в), которые применяют как технологическое оборудование заводов строительных материалов (обычно для сушки или охлаждения материала). Это устройство представляет собой цилиндрическую круглую трубу с укрепленным на внутренней поверхности по винтовой линии гребнем [1].

Материал загружается с одного конца трубы и постепенно перемещается при ее вращении к другому концу, где и выгружается. Число оборотов трубы должно быть настолько малым, чтобы материал не вращался вместе с трубой. Длина трубы определяется необходимой длиной транспортирования для реализации технологической операции. Высота гребня $b = (0,2 \dots 0,3)D_T$ (где D_T – диаметр трубы). Коэффициент наполнения трубы $\varepsilon = 0,2 \dots 0,3$ [1].

3.6 Роликовые конвейеры

Роликовые конвейеры применяют для перемещения штучных грузов, преимущественно удлиненной формы (металлических листов, листов сухой штукатурки и др.), и выполняют в виде ряда последовательно установленных на прямолинейной или криволинейной раме роликов, на которые опирается перемещаемый груз. Расстояние между роликами задается таким, чтобы груз в любом положении опирался не менее чем на три ролика [1].

Применяют **приводные** и **неприводные** роликовые конвейеры (рисунок 3.16) [1].

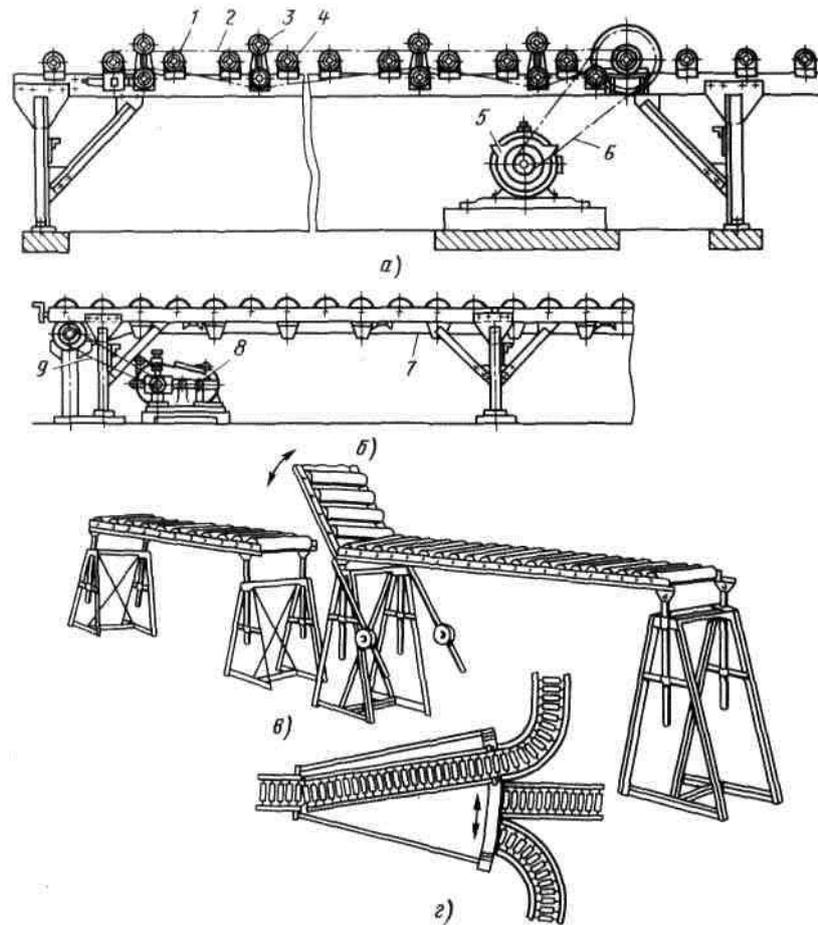


Рисунок 3.16 – Схемы роликовых конвейеров:

a – приводного цепного; *б* – приводного ременного; *в* – неприводного (рольганга); *г* – разветвленного

В приводных (ГОСТ 20708) конвейерах отдельные ролики приводятся цепной или ременной передачей. При цепном приводе на консольном конце вала каждого ролика (рисунок 3.16, *a*) установлены цепные звездочки 3 с цепью 2, прижимаемой звездочками 4. Один из концевых валиков имеет привод от электродвигателя 5 через редуктор (или без него) и цепную передачу 6. При приводе от ременной передачи под роликами 1 (рисунок 3.16, *б*) устанавливают легкий ленточный конвейер 7 с приводом от электродвигателя через редуктор 8 и цепную передачу 9. Верхняя ветвь ленты прижимается к роликам и при движении вращает их [1].

Неприводные роликовые конвейеры (*рольганги*) (ГОСТ 8324 и ГОСТ 15516) выполняют в виде секций с роликами диаметром 42 ... 159 мм (рисунок 3.15, б), установленными на легких горизонтальных или с небольшим уклоном (2 ... 3°) рамах, и шагом 50 ... 400 мм. Для проходов одну из секций делают подъемной. При необходимости перераспределять грузы с одного роликового пути на несколько расходящихся или собирать грузы на один путь применяют специальные переходные секции (рисунок 3.16, з) [1].

Ролики выполняют из стальных труб и устанавливают на подшипниках качения на неподвижных осях [1].

При необходимости работать с крупноразмерными металлическими листами (например, в цехах металлоконструкций) применяют специальные столы с шариками (рисунок 3.17). Применяются также роликовые столы с эксцентрично-поворотными роликами. Шариковые и роликовые столы выполняют горизонтальными [1].

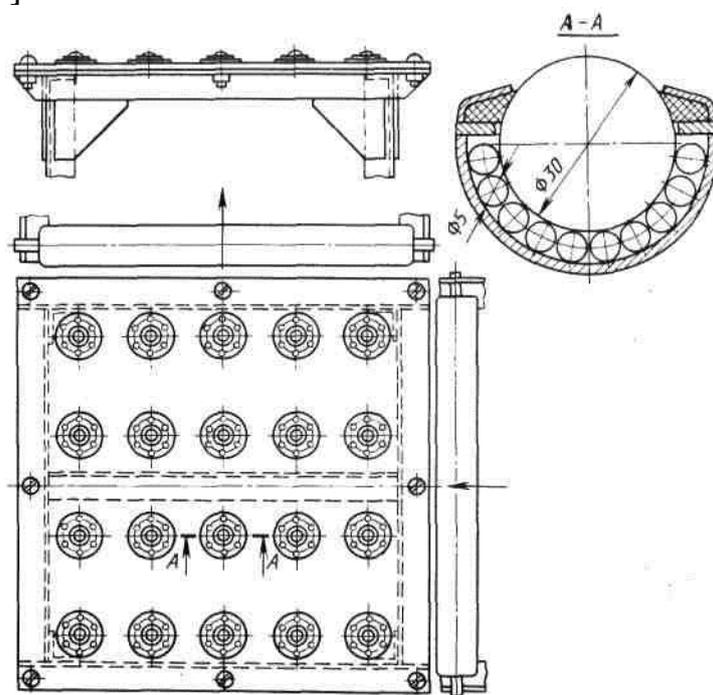


Рисунок 3.17 – Шариковый стол

3.7 Оборудование для пневматического транспортирования сыпучих материалов

3.7.1 Способы пневматического транспортирования

Пневматическое транспортирование материалов может быть осуществлено тремя способами; 1) во взвешенном состоянии в потоке движущегося воздуха; 2) механическим перемещением аэрированного, т.е. насыщенного воздухом и имеющего свойства жидкотекучести (псевдоожигенного), материала; 3) в отдельных сосудах, перемещаемых в трубопроводе под действием давления воздушной среды [1].

Основным способом пневматического транспортирования сыпучих материалов является *первый*, широко используемый при перемещении пылевидных

и порошкообразных материалов на средние и дальние расстояния по трубопроводам малых диаметров (50 ... 200 мм). **Второй способ** применяют для транспортирования тех же материалов на короткие расстояния и при небольшом перепаде высоты (до 25 м). **Третий способ** распространен для перемещения кусковых строительных материалов, размещаемых в специальных контейнерах, снабженных опорными колесами и перемещаемых по трубопроводам большого диаметра (0,8 ... 1,6 м) [1].

3.7.2 Транспортирование в движущемся потоке воздуха

Преимущества пневматического транспортирования заключаются в герметичности установки, исключающей пыление и загрязнение материала, в полной механизации процесса загрузки и разгрузки материала, в компактности оборудования и возможности перемещения материала по трассе любой конфигурации с протяженностью до 2 км при большом перепаде высоты и большой производительности (200 ... 300 т/ч и более) [1].

Недостатком пневматического транспортирования является высокий удельный расход энергии (в 3...6 раз больше, чем для конвейеров), быстрое изнашивание деталей оборудования при перемещении абразивных материалов [1].

Различают две системы пневматического транспортирования (рисунок 3.18): всасывающую, при которой материал загружается и перемещается в результате разрежения воздуха в транспортном трубопроводе (такие системы иногда называют вакуумными (**пневмотранспорт**)), и нагнетательную, при которой материал подается и перемещается в результате нагнетания и избыточного давления воздуха в транспортном трубопроводе (**аэрозольтранспорт**) [1].

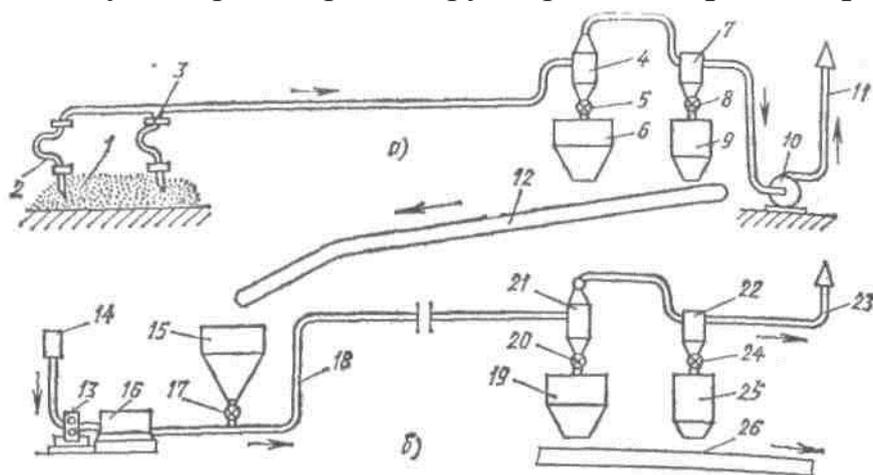


Рисунок 3.18 – Схемы пневмотранспортных установок:
а – всасывающей; б – нагнетательной

Всасывающие системы применяют для транспортирования материала из нескольких мест в одно. Перепад давления составляет 40 ... 80 кПа, вследствие чего транспортирование возможно только на короткие расстояния при малом перепаде высоты [1].

Материал одним или несколькими соплами 1 (рисунок 3.18, а) засасывается в гибкие трубопроводы 2 и передается в транспортный трубопровод 3. В ме-

сте разгрузки материал поступает из транспортного трубопровода в разгрузатель 4, где в результате расширения сечения скорость воздуха резко снижается, происходит выпадение частиц материала, которые через шлюзовой затвор 5 попадают в бункер 6. Воздух поступает в фильтр 7. Из фильтра 7 отфильтрованный материал через шлюзовой затвор 8 попадает в бункер 9. После очистки воздух подается в воздушный насос 10, откуда через выхлопной трубопровод 11 поступает в атмосферу. Материал из бункеров 6 и 9 может передаваться на конвейер 12 [1].

Нагнетательные системы применяют для транспортирования материала по разветвленному трубопроводу из одного места в несколько мест. Давление воздуха 200 ... 800 кПа; транспортирование возможно на значительные расстояния при большом перепаде высоты [1].

Из бункера 15 (рисунок 3.18, б) через шлюзовой затвор 17 материал поступает в транспортный трубопровод 18, куда подается под давлением воздух. Воздух засасывается из атмосферы через фильтр 14 компрессором 13 и проходит водомаслоочиститель 16. В месте разгрузки материал переходит из транспортного трубопровода в разгрузатель 21, где его частицы выпадают, и через шлюзовой затвор 20 подаются в бункер 19. Воздух, пройдя фильтр 22, через выхлопной трубопровод 23 поступает в атмосферу. Из фильтра 22 через шлюзовой затвор 24 материал попадает в бункер 25. Из бункеров 19 и 25 материал может быть передан на конвейер 26 [1].

При необходимости забора материала всасыванием из вагона или другого сосуда и транспортирования его на дальнейшее расстояние всасывающая и нагнетательная установки могут быть связаны между собой различными устройствами, в том числе конвейером 12 [1].

3.8 Гравитационные, инерционные и вибрационные транспортирующие устройства

3.8.1 Гравитационные транспортирующие устройства

В этих устройствах для транспортирования грузов используют силу тяжести. Простейшим гравитационным устройством является наклонная плоскость, желоб, труба, по которым скатывается транспортируемый груз. Угол наклона желоба определяется коэффициентом трения между его поверхностью и материалом и углом естественного откоса. Для начала движения материала необходимо, чтобы угол наклона был несколько больше угла трения (на 5–10°). Скорость движения материала по желобу зависит от угла наклона, коэффициента трения, характера груза и длины пути [2].

Если на наклонную плоскость с углом наклона β (рисунок 3.19) положить с начальной скоростью v_0 частицу материала весом G , то кинетическая энергия этой частицы в крайнем нижнем положении возрастет на величину [2]

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2},$$

где v – скорость в момент схода частицы с плоскости.

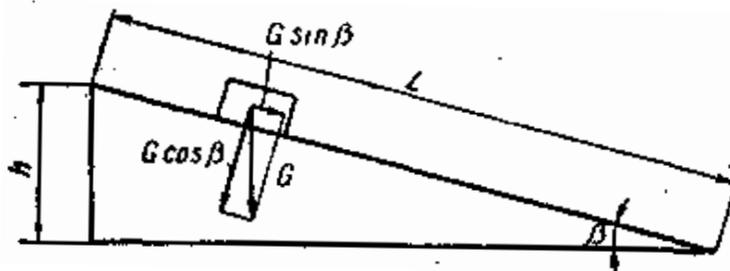


Рисунок 3.19 – Схема действия сил на наклонной плоскости

Ускоренное движение частицы по плоскости происходит под действием движущей силы, равной $G \cdot \sin \beta$. Движению препятствует сила трения между частицей и плоскостью $f \cdot G \cdot \cos \beta$, где f – коэффициент трения между частицей и плоскостью. Работа этих сил на длине плоскости L равняется запасу кинетической энергии той же частицы [2]:

$$\frac{G}{g} \cdot \frac{v^2 - v_0^2}{2} = G(\sin \beta - f \cos \beta)L.$$

Выражаем длину плоскости L через высоту ее подъема [2]:

$$L = \frac{h}{\sin \beta}.$$

Проводя необходимые преобразования, находим выражение конечной скорости движения частицы материала в виде [2]:

$$v = \sqrt{2g(1 - f \operatorname{ctg} \beta)h + v_0^2}.$$

К гравитационным устройствам для транспортирования грузов также относятся неприводные роликовые конвейеры – *рольганги*, описание которых было приведено выше в разделе 3.6.

Для транспортирования деталей простой формы и небольшого размера (роликов, шариков, шпилек) весьма удобным является транспорт по трубопроводам, установленным между станками. Но уже при средних размерах деталей трубопроводы становятся громоздкими из-за необходимости увеличения радиусов закруглений. Поэтому транспортирование средних и крупных деталей производится по открытым лоткам и на открытых конвейерах [2].

3.8.2 Инерционные и вибрационные транспортирующие устройства

Большое применение в различных областях промышленности получили качающиеся конвейеры, применяемые для транспортирования горячих, ядовитых, химически агрессивных грузов при обеспечении полной герметичности их перемещения, а также для транспортирования металлической стружки, смоченной эмульсией и маслом, горячей земли, выбитой из литейных форм, мелкого литья, короткорезанных макарон (в пищевой промышленности) и др. грузов. Качающийся конвейер представляет собой желоб, подвешенный или опертый на неподвижную раму. Желоб совершает колебательные движения, вследствие

чего груз, находящийся в желобе, перемещается относительно желоба. Характер движения и его параметры определяются характером колебаний, совершаемых желобом [2].

Качающиеся конвейеры по режиму движения желоба и характеру движения груза подразделяются на инерционные (с переменным и постоянным давлением груза на желоб), в которых груз под действием силы инерции скользит по желобу, и на вибрационные, в которых груз отрывается от желоба и микробросками перемещается вдоль желоба. Вследствие ряда преимуществ в последнее время более широко применяются вибрационные конвейеры [2].

Качающийся конвейер (рисунок 3.20, а) с переменным давлением груза на желоб. Такой конвейер состоит из стального желоба 1, совершающего колебательные движения на упругих стойках 2, изготовляемых из рессорно-пружинных сталей, под влиянием кривошипно-шатунного механизма 3. Вследствие того, что опорные стойки установлены наклонно к желобу желоб с грузом при движении вперед несколько приподнимается, а при движении назад опускается. Радиус кривошипа выбирается малым по сравнению с длиной шатуна и длиной опорных стержней, вследствие чего закон изменения скорости желоба $v_{\text{ж}}$ близок к синусоидальному (рисунок 3.20, б), а само движение желоба можно рассматривать как прямолинейное, направленное по нормали к опорным стержням [2].

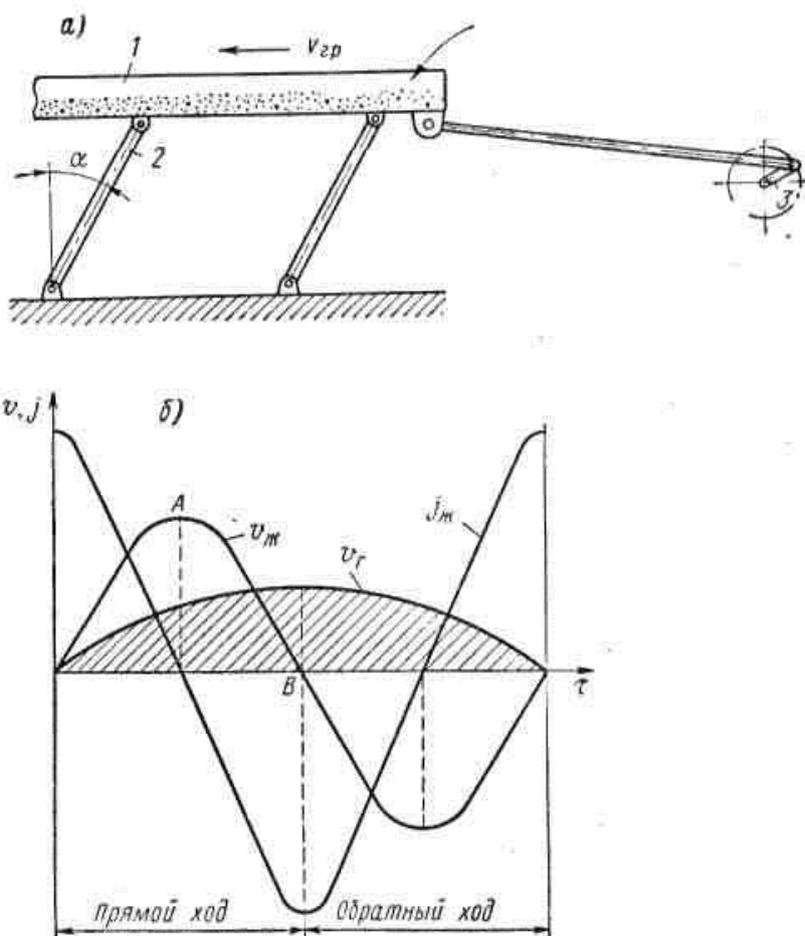


Рисунок 3.20 – Качающийся конвейер с переменным давлением груза на желоб:
 а – схема; б – изменение скорости груза $v_{\text{гр}}$, желоба $v_{\text{ж}}$ и ускорения желоба $j_{\text{ж}}$

ТЕМАТИЧЕСКИЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ТЕСТИРОВАНИЯМ

Тема 1. ГРУЗОПОДЪЕМНЫЕ МАШИНЫ

1. Для вертикального подъема свободно подвешенного грузозахватного устройства с грузом или без него либо движущейся по направляющим площадки также с грузом или без него применяют:

Ответ: 1) подъемные лебедки; 2) тяговые лебедки; 3) домкраты.

2. Из пролетного строения и перемещающейся по нему тележки с полиспастом, несущей грузозахватное устройство состоят:

Ответ: 1) краны козлового типа; 2) краны мостового типа; 3) консольные краны.

3. Из неповоротной и поворотной частей состоят:

Ответ: 1) краны козлового типа; 2) краны мостового типа; 3) консольные краны.

4. Механизмы, выполненные в виде приводного барабана с тяговым органом – стальным канатом называются:

Ответ: 1) лебедки; 2) домкраты; 3) консольные краны.

5. Башенные краны оборудуют данной стрелой:

Ответ: 1) кареточной – подъемной; 2) кареточной; 3) подъемной.

6. Краны, не связанные с определенным местом использования как по условиям энергообеспечения, так и по условиям взаимодействия с местностью это:

Ответ: 1) самоходные стреловые краны; 2) самоходные консольные краны; 3) самоходные башенные краны.

7. Для вертикального подъема грузов или людей, размещенных в кабинах или на площадках применяют:

Ответ: 1) домкраты; 2) подъемники; 3) краны.

8. Основной характеристикой грузоподъемной машины является:

Ответ: 1) грузоподъемность; 2) вылет стрелы; 3) высота подъема крюка.

9. Балласт и противовес на стреловых кранах выполняют из:

Ответ: 1) стальных чушек; 2) бетонных плит; 3) чугунных чушек.

10. Скорость подъема груза в современных мостовых кранах обычно не превышает:

Ответ: 1) 25–30 м/мин; 2) 20–25 м/мин; 3) 15–20 м/мин.

11. При перегрузке сыпучего материала коэффициент заполнения сосуда при выполнении захвата из большого слоя равен:

Ответ: 1) 0,8 – 0,9; 2) 0,9 – 1,0; 3) 0,6 – 0,75.

12. Коэффициент использования крана по грузоподъемности при легком режиме работы составляет:

Ответ: 1) 0,75 – 0,9; 2) 0,75; 3) 0,25 – 1,0.

13. Рекомендуемый срок службы подшипников качения грузоподъемных машин при среднем режиме работы в часах составляет:

Ответ: 1) 3500; 2) 7000; 3) 10000.

14. Если действительный режим работы механизма отличается от номинального, то время его работы (в часах) в течение срока службы, следует определять по:

Ответ: 1) правилам Ростехнадзора; 2) технологическому графику использования механизма; 3) усредненным графикам загрузки крановых механизмов.

15. При расчете механизмов грузоподъемных машин и их элементов нерабочее состояние машины, установленной на открытом воздухе, при неподвижных механизмах это:

Ответ: 1) Расчетный случай I; 2) расчетный случай II; 3) расчетный случай III.

16. Расчет на выносливость грузоподъемных механизмов ведется по:

Ответ: 1) номинальной нагрузке; 2) максимальной нагрузке; 3) эквивалентной нагрузке.

17. В формуле для расчета максимального значения расчетной нагрузки величина k называется:

Ответ: 1) расчетный коэффициент перегрузки; 2) расчетный коэффициент запаса; 3) расчетный коэффициент долговечности.

18. Подшипники качения грузоподъемных машин рассчитывают по:

Ответ: 1) максимальной нагрузке; 2) эквивалентной нагрузке; 3) номинальной нагрузке.

19. Значение аэродинамического коэффициента при определении нагрузки на груз принимается равным:

Ответ: 1) 1,0; 2) 1,5; 3) 1,2.

20. Запас прочности при расчете элементов механизмов передвижения и поворота, изготовленных из стальных отливок для первого расчетного случая составляет:

Ответ: 1) 1,6; 2) 1,4; 3) 1,8.

Тема 2. ГРУЗОЗАХВАТНЫЕ ПРИСПОСОБЛЕНИЯ

21. Крюки по форме подразделяют на:

Ответ: 1) однорогие; 2) двурогие; 3) трехрогие.

22. Для механизмов с ручным и машинным приводом однорогие крюки выбирают по:

Ответ: 1) ГОСТ 6629; 2) ГОСТ 6628; 3) ГОСТ 6627.

23. При крюке, отличающемся по своим размерам или форме от стандартного, требуется обязательное проведение расчета тела крюка как:

Ответ: 1) бруса большой кривизны; 2) бруса малой кривизны; 3) балки большой кривизны.

24. Для кранов большой грузоподъемности применяют пластинчатые однорогие и двурогие крюки по:

Ответ: 1) ГОСТ 6620; 2) ГОСТ 6619; 3) ГОСТ 6618.

25. Для преодоления жесткости каната и потерь на трение в опорах блоков при относительно легкой подвеске вводят:

Ответ: 1) балансир; 2) противовес; 3) дополнительный груз.

26. Различают следующие два типа крюковых обойм:

Ответ: 1) нормальные; 2) укороченные; 3) удлиненные.

27. Форма и размер петель...

Ответ: 1) определяются по отраслевым нормам; 2) стандартизированы; 3) не стандартизированы.

28. Петли, по сравнению с крюками, рассчитанными на ту же грузоподъемность...

Ответ: 1) имеют меньшие размеры и вес; 2) имеют большие размеры и вес; 3) имеют такие же размеры и вес.

29. Специализированные захваты подразделяются на:

Ответ: 1) захваты для сыпучих грузов в таре; 2) захваты для сыпучих грузов; 3) захваты для штучных грузов в таре или упаковке.

30. В эксцентриковом захвате лист удерживается в захвате силами трения, развивающимися между:

Ответ: 1) листом и эксцентриком, а также между листом и упором рамки; 2) листом и эксцентриком; 3) между листом и упором рамки.

31. Для подъема стальных и чугунных грузов широко применяются:

Ответ: 1) электромагниты переменного тока; 2) электромагниты постоянного тока; 3) электромагниты как постоянного, так и переменного тока.

32. Корпуса подъемных магнитов отлиты из:

Ответ: 1) нержавеющей стали; 2) высокоуглеродистой стали; 3) малоуглеродистой стали.

33. Подъемные электромагниты выпускают следующей формы:

Ответ: 1) круглой или прямоугольной; 2) круглой или овальной; 3) прямоугольной или квадратной.

34. Вакуумный насос производит откачку воздуха не только из-под контактных дисков, но и из:

Ответ: 1) полости над контактными дисками; 2) резервного резервуара; 3) полости между контактными дисками.

35. Для порционного транспортирования сыпучего груза применяют:

Ответ: 1) ковши, банки и норрии; 2) ковши, банки и грейферы; 3) ковши, бады и грейферы.

36. На обычных крюковых кранах могут быть использованы:

Ответ: 1) одноканатные грейферы; 2) двухканатные грейферы; 3) четырехканатные грейферы.

37. Поднятие верхней траверсы одноканатного грейфера приводит к:

Ответ: 1) закрытию грейфера; 2) раскрытию грейфера; 3) подъему грейфера.

38. Для увеличения зачерпывающего усилия одноканатного грейфера в его конструкции предусматривается:

Ответ: 1) электрогидропривод; 2) гидропривод; 3) полиспаг.

39. Замыкание челюстей двухканатного грейфера производится:

Ответ: 1) натягиванием замыкающего каната при ослабленном и неподвижном подъемном канате; 2) натягиванием замыкающего каната при натяну-

том и синхронно движущимся подъемном канате; 3) натягиванием подъемного каната при ослабленном и неподвижном замыкающем канате.

40. В реальных конструкциях многоканатных грейферов:

Ответ: 1) замыкающие канаты крепятся к верхней траверсе грейфера, а подъемные канаты образуют полиспаст, связывающий нижнюю и верхнюю траверсы; 2) подъемные канаты крепятся к верхней траверсе грейфера, а замыкающие канаты образуют полиспаст, связывающий нижнюю и верхнюю траверсы; 3) подъемные канаты крепятся к нижней траверсе грейфера, а замыкающие канаты образуют полиспаст, связывающий нижнюю и верхнюю траверсы.

Тема 3. ТРАНСПОРТИРУЮЩИЕ МАШИНЫ

41. Для транспортирования сыпучих, порошкообразных, мелко- и среднекусковых материалов, а также однотипных штучных грузов в горизонтальном и слабо наклонном направлении предназначены:

Ответ: 1) ленточные конвейеры; 2) пластинчатые конвейеры; 3) винтовые конвейеры.

42. Лента или цепь, замкнутая в бесконечный контур служит Тяговым элементом:

Ответ: 1) ленточных конвейеров; 2) пластинчатых конвейеров; 3) винтовых конвейеров.

43. К основным характеристикам транспортирующей машины относится ее:

Ответ: 1) масса; 2) производительность; 3) трасса транспортирования.

44. Длина горизонтальной проекции трассы транспортирования транспортирующей машины определяется как:

Ответ: 1) произведение общей длины трассы на косинус угла подъема; 2) произведение общей длины трассы на синус угла подъема; 3) произведение общей длины трассы на тангенс угла подъема.

45. Длина горизонтальной проекции трассы транспортирования транспортирующей машины определяется как:

Ответ: 1) произведение высоты подъема материала на косинус угла подъема; 2) произведение высоты подъема материала на синус угла подъема; 3) произведение общей длины трассы на косинус угла подъема.

46. Серийно выпускаемые ленточные конвейеры имеют ленты шириной:

Ответ: 1) 200 ... 1000 мм; 2) 400 ... 2000 мм; 3) до 3000 мм.

47. Серийно выпускаемые ленточные конвейеры имеют скорости:

Ответ: 1) 0,8 ... 4 м/с; 2) 0,4 ... 2 м/с; 3) 1 ... 10 м/с.

48. Эти конвейеры могут быть изогнуты как по высоте, так и в плане при радиусах кривизны, приблизительно равных 20 диаметрам трубы:

Ответ: 1) конвейеры с трубчатой лентой; 2) конвейеры со шланговой, замыкаемой в трубу лентой; 3) конвейеры с зубчатой лентой.

49. В зависимости от типа несущего органа цепные конвейеры классифицируют на:

Ответ: 1) катковые; 2) скребковые; 3) пластинчатые; 4) тележечные.

50. В пластинчатых конвейерах тяговое усилие передается:

Ответ: 1) зацеплением; 2) трением; 3) силой инерции.

51. Вследствие малой вытяжки цепей натяжное устройство в пластинчатых конвейерах делают:

Ответ: 1) грузовым; 2) винтовым; 3) пружинным.

52. Скорость перемещения рабочих элементов пластинчатых конвейеров составляет:

Ответ: 1) 0,8 ... 1,2 м/с; 2) 0,5 ... 0,8 м/с; 3) 0,05 ... 0,63 м/с.

53. В элеваторах привод барабана или звездочек размещается:

Ответ: 1) в верхней части; 2) в нижней части; 3) в средней части.

54. Для возможности входа в кабину и выхода из нее на ходу скорость тягового элемента пассажирского подъемника принимают равной:

Ответ: 1) до 0,1 м/с; 2) до 0,3 м/с; 3) до 0,5 м/с.

55. Производительность винтовых конвейеров составляет в среднем:

Ответ: 1) 10 ... 20 м³/ч; 2) 40 ... 60 м³/ч; 3) 20 ... 40 м³/ч.

56. Во вращающейся транспортирующей винтовой трубе высота гребня по отношению к диаметру трубы составляет:

Ответ: 1) 0,2 ... 0,3; 2) 0,3 ... 0,5; 3) 0,1 ... 0,2.

57. Перепад давления во всасывающих пневмотранспортных системах составляет:

Ответ: 1) 100 ... 200 кПа; 2) 40 ... 80 кПа; 3) 200 ... 800 кПа.

58. Перепад давления в нагнетательных пневмотранспортных системах составляет:

Ответ: 1) 100 ... 200 кПа; 2) 40 ... 80 кПа; 3) 200 ... 800 кПа.

59. Для транспортирования горячих, ядовитых, химически агрессивных грузов при обеспечении полной герметичности их перемещения, а также для транспортирования металлической стружки, смоченной эмульсией и маслом, горячей земли, выбитой из литейных форм, мелкого литья, короткорезанных макарон применяют:

Ответ: 1) качающиеся конвейеры; 2) винтовые конвейеры; 3) ковшовые конвейеры.

60. В качающихся конвейерах радиус кривошипа по сравнению с длиной шатуна и длиной опорных стержней имеет:

Ответ: 1) такую же длину; 2) меньшую длину; 3) большую длину.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Вайсон А.А. Подъемно-транспортные машины: Учебник для вузов по специальности «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование». – 4-е изд., перераб. и доп. – М.: Машиностроение, 1989. – 536 с.
2. Александров М.П. Подъемно-транспортные машины. Изд. 4-е. Учебник для вузов. М.: «Высш. Школа», 1972. – 504 с.

Гриценко Вячеслав Владимирович

ПОДЪЕМНО - ТРАНСПОРТНЫЕ
УСТАНОВКИ

Учебное пособие для студентов направлений
«Технологические машины и оборудование» и
«Машиностроение» всех форм обучения

Редактор Е.Ф. Изотова

Подписано в печать . Формат 84×108/16.
Усл. печ. л. . Тираж экз. Заказ . Рег. №

Отпечатано в РИО Рубцовского индустриального института
658207, Рубцовск, ул. Тракторная, 2/6.