

**МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»**

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

Н. П. БЕРЛИН, Е. В. НАСТАЧЕНКО, Я. Я. ВЕРБИЩУК

ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Пособие

Гомель 2022

МИНИСТЕРСТВО ТРАНСПОРТА И КОММУНИКАЦИЙ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УЧРЕЖДЕНИЕ ОБРАЗОВАНИЯ
«БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ТРАНСПОРТА»

Кафедра управления грузовой и коммерческой работой

Н. П. БЕРЛИН, Е. В. НАСТАЧЕНКО, Я. Я. ВЕРБИЩУК

ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

*Рекомендовано учебно-методическим объединением по образованию
в области транспорта и транспортной деятельности для обучающихся
по специальности 1-44 01 03 «Организация перевозок и управление
на железнодорожном транспорте» в качестве пособия*

Гомель 2022

УДК 656.212.6(075.8)

ББК 39.28

Б49

Р е ц е н з е н т ы: заместитель начальника грузового отдела транспортно-го РУП «Гомельское отделение Белорусской железной дороги» *А. В. Мицкевич*; кафедра управления эксплуатационной работой и охраны труда (профессор кафедры – д-р техн. наук *В. Я. Негрей*) (БелГУТ)

Берлин, Н. П.

Б49 Производство погрузочно-разгрузочных работ : пособие / Н. П. Берлин, Е. В. Настаченко, Я. Я. Вербищук ; М-во трансп. и коммуникаций Респ. Беларусь, Белорус. гос. ун-т трансп. – Гомель : БелГУТ, 2022. – 93 с.

ISBN 978-985-554-976-6

Рассматриваются область применения, конструкция, определение производительности подъемно-транспортных машин, используемых на погрузочно-выгрузочных и складских работах. Содержатся необходимые сведения и нормативно-справочные данные, используемые при выполнении лабораторных работ.

Предназначено для выполнения лабораторных работ студентами специальности «Организация перевозок и управление на железнодорожном транспорте».

УДК 656.212.6(075.8)

ББК 39.28

ISBN 978-985-554-976-6

© Берлин Н. П., Настаченко Е. В.,
Вербищук Я. Я., 2022

© Оформление. БелГУТ, 2022

ВВЕДЕНИЕ

При выполнении доставки грузов от отправителя получателю наиболее трудоемкими и продолжительными по времени являются операции погрузки, выгрузки, перегрузки грузов на местах общего и необщего пользования.

Для сокращения времени простоя под грузовыми операциями и времени доставки необходимо использовать современные высокопроизводительные погрузочно-выгрузочные машины, автоматические грузозахватные устройства.

Современные погрузочно-выгрузочные машины характеризуются большим разнообразием по техническим параметрам, области применения, экономическим показателям.

При решении вопроса выбора машин для выполнения перегрузочных операций с конкретными грузами и разработки схем механизации наряду с техническими параметрами необходимо учитывать очень важный параметр – производительность погрузочно-выгрузочных машин.

В предлагаемом пособии рассматриваются широко используемые погрузочно-выгрузочные машины, приведены принципиальные схемы, дано описание работы, сферы использования, основные технико-эксплуатационные параметры. Приведены формулы определения производительности, разработаны варианты выполнения лабораторных работ, порядок расчетов и требования к оформлению отчета.

1 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОНВЕЙЕРОВ С ГИБКИМ ТЯГОВЫМ ОРГАНОМ

Общие положения

Ленточные конвейеры – это машины непрерывного действия, у которых несущим и тяговым органом является гибкая лента. Она используется для перемещения грузов на различные расстояния, причем трасса перемещения может быть сложной с горизонтальными и наклонными участками, а также с изгибами в горизонтальной плоскости.

Ленточный конвейер (рисунок 1.1) состоит из замкнутой гибкой ленты 1, огибающей приводной 2 и натяжной 3 барабаны. Приводной барабан получает вращение от электродвигателя через редуктор. Тяговое усилие от барабана на ленту передается трением. Барабаны 4 являются вспомогательными, отклоняющими ленту. Благодаря их применению увеличивается угол охвата приводного барабана лентой, что улучшает условия сцепления ленты с поверхностью барабана и уменьшает пробуксовывание ленты.

Натяжение ленты осуществляется натяжным устройством 10. Часть ленты, на которой располагается груз, называется рабочей, или несущей, ветвью, а свободная от транспортируемого материала – порожней ветвью. Лента поддерживается роликовыми опорами на грузовой ветви 5 и на порожней ветви 6, установленными на раме 7. Материал подается на ленту по загрузочному желобу 8 и перемещается к разгрузочному концу конвейера, где сбрасывается в направляющий лоток 9.

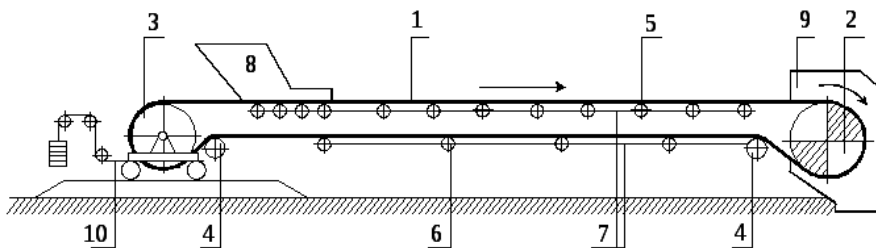


Рисунок 1.1 – Ленточный конвейер с плоской лентой

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

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

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

Для ленточных конвейеров минимальная ширина ленты для несортированных грузов

$$B_{\min} = 2a_{\max} + 200 \text{ мм},$$

для сортированных грузов –

$$B_{\min} \geq 3,3a_{\max} + 200 \text{ мм},$$

где a_{\max} – максимальный размер куска груза, мм.

При транспортировании штучных грузов ширина ленты или настила пластин должна быть на 50–100 мм больше максимального размера груза. Принимаемая ширина ленты или другого несущего рабочего органа и скорость их движения должны обеспечивать необходимую производительность.

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

$$\Pi = 3,6 \frac{G_{\text{гр}}}{l} v,$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемой единицы груза (грузового места), кг;

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

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

При перемещении сыпучих и кусковых грузов производительность, т/ч,

$$\Pi = 3600Fv\gamma,$$

где F – площадь поперечного сечения груза, перемещаемого рабочим органом, м²;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Для конвейеров с плоской несущей поверхностью поперечное сечение груза на ленте, м²,

$$F = \psi F_{\max} = \frac{(0,9B - 0,05)^2}{4} \operatorname{tg} \alpha,$$

- где ψ – коэффициент заполнения несущей поверхности, $\psi = 0,5 \dots 0,6$;
 F_{\max} – максимальная площадь поперечного сечения груза на поверхности ленты, м²;
 $(0,9B - 0,05)$ – расчетная ширина поверхности ленты, перемещающей груз, с учетом свободного поля у бортов во избежание его просыпания, м;
 α – угол естественного откоса груза в движении; определяется гранулометрическим составом груза, его влажностью, техническим состоянием конвейера; рекомендуется принимать $\alpha = (0,75 \dots 0,8) \alpha_0$ (α_0 – угол естественного откоса груза в покое).

Производительность конвейера с плоской лентой, т/ч [1],

$$\Pi_{\text{п}} = 900 \cdot (0,9B - 0,05)^2 v \operatorname{tg} \alpha \gamma.$$

Производительность конвейера с желобчатой лентой, т/ч [1],

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

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

K_{β} – коэффициент уменьшения сечения потока груза на наклонном конвейере.

Значения $K_{\text{п}}$ и K_{β} приведены соответственно в таблицах 1.1 и 1.2.

Таблица 1.1 – Значения коэффициента производительности $K_{\text{п}}$

Характеристика роlikоопор		Угол наклона роlikов, град.	$K_{\text{п}}$ при угле откоса			
			10	15	20	25
Однороlikовая		0	160	250	330	420
Двухроlikовая		15	–	500	580	640
		20	–	370	615	660
Трехроlikовая		20	393	470	550	640
		30	480	550	625	700
		36	–	590	660	730
		45	580	635	690	750
Пятироlikовая	крайние боковые	54	–	565	635	705
	средние боковые	18	–			
Однороlikовая с гибкой осью		–	–	520	570	640

Таблица 1.2 – Значения коэффициента уменьшения сечения потока груза на наклонном конвейере K_{β}

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

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 1.3).
- 2 Изучить назначение и конструкцию ленточных конвейеров.
- 3 Определить производительность конвейера.
- 4 Построить график зависимости производительности конвейера от показателя, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Таблица 1.3 – Исходные данные по вариантам

Тип ленточного конвейера	Вариант	B , м	v , м/с	α , град	γ , т/м ³	Построить график зависимости
Со сплошной лентой	1	0,5–1,4	1,0	10	0,8	П от B
	2	0,5	1,0–4,0	15	1,0	П от v
	3	0,6	1,5	10–25	1,2	П от α
	4	0,7	2,0	20	0,8–2,0	П от γ
	5	0,5–1,4	2,5	25	1,4	П от B
	6	0,9	1,0–4,0	10	1,6	П от v
	7	1,0	3,0	10–25	1,8	П от α
	8	1,2	3,5	15	0,8–2,0	П от γ
С желобчатой лентой (двухроликовая опора)	9	0,5–1,4	1,0	10	0,8	П от B
	10	0,5	1,0–4,0	15	1,0	П от v
	11	0,6	1,5	10–25	1,2	П от α
	12	0,7	2,0	20	0,8–2,0	П от γ
	13	0,5–1,4	2,5	25	1,4	П от B
	14	0,9	1,0–4,0	10	1,6	П от v
	15	1,0	3,0	10–25	1,8	П от α
	16	1,2	3,5	15	0,8–2,0	П от γ
С желобчатой лентой (трехроликовая опора)	17	0,5–1,4	1,0	10	1,0	П от B
	18	0,6	1,0–4,0	15	1,2	П от v
	19	0,7	1,5	10–25	1,4	П от α
	20	0,8	2,0	20	0,8–2,0	П от γ
	21	0,5–1,4	2,5	25	1,6	П от B
	22	1,0	1,0–4,0	10	1,8	П от v
	23	1,2	3,0	10–25	2,0	П от α
	24	1,4	3,5	15	0,8–2,0	П от γ

Содержание отчета

1 Принципиальная схема ленточного конвейера с указанием основных элементов.

2 Расчеты по определению производительности конвейера.

3 График зависимости производительности конвейера от показателя, указанного в задании (шаг изменения параметров: $B = 0,2$ м; $v = 0,5$ м/с; $\alpha = 4^\circ$; $\gamma = 0,4$ т/м³).

4 Выводы по работе.

2 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОНВЕЙЕРОВ БЕЗ ГИБКОГО ТЯГОВОГО ОРГАНА

Общие положения

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

Винтовой транспортирующий конвейер (рисунок 2.1) имеет желоб 4 полукруглой формы, внутри которого расположен винт 5, вращающийся в подшипниках 3 при помощи привода 8. Груз загружается через загрузочное отверстие 2, а выгружается через отверстие 6 с задвижкой 7. Желоб обычно закрыт крышкой 1.

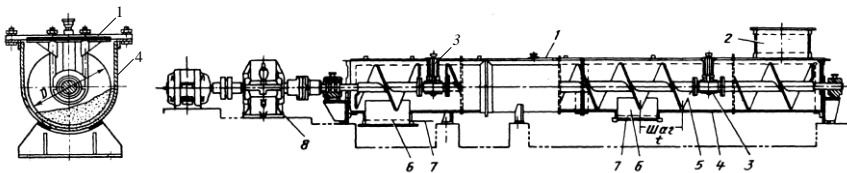


Рисунок 2.1 – Винтовой транспортирующий конвейер

Диаметр винта конвейера должен быть в 12 раз больше размера типичных кусков сортированных грузов и в 4 раза больше размера типичных кусков рядовых грузов. Если это условие не будет соблюдаться, то возможно

образование в зоне подвесных подшипников заторов, нарушающих нормальную работу конвейера.

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

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

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

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

По конструкции винта различают конвейеры со сплошным (рисунок 2.2, *а*), ленточным (рисунок 2.2, *б*), фасонным (рисунок 2.2, *в*) и лопастным (рисунок 2.2, *г*) винтами.

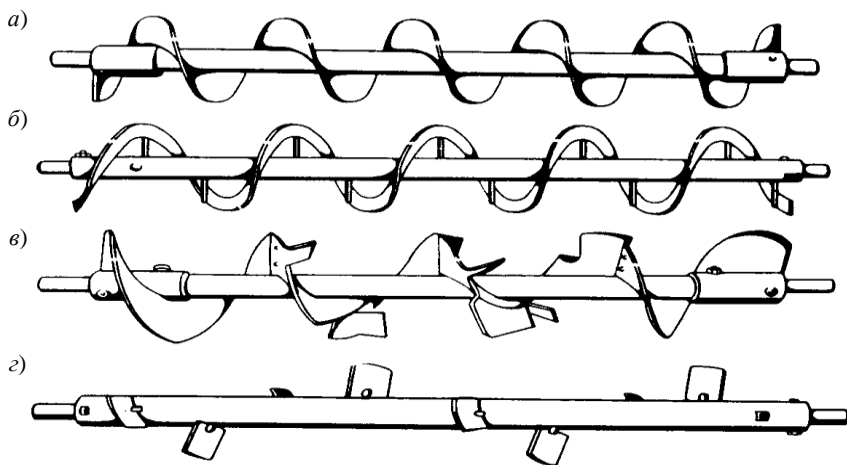


Рисунок 2.2 – Винты конвейеров

Тип винта выбирают с учетом следующих соображений. Хорошо сыпучие материалы (цемент, мел, зола, сухой песок, гранулированный шлак) транспортируются сплошным винтом при коэффициенте заполнения желоба 0,3–0,45 и частоте вращения винта 50–120 об/мин. Кусковые материалы (крупный гравий, песчаник, известняк, шлак негранулированный) переме-

щаются ленточным или лопастным винтом при коэффициенте наполнения 0,25–0,4 и частоте вращения винта 40–100 об/мин. Тестообразные слеживающиеся и мокрые материалы (мокрая глина, бетон, цементный раствор) транспортируются лопастным или фасонным винтом при коэффициенте наполнения 0,15–0,3 и частоте вращения винта 80–60 об/мин.

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

Применяются конвейеры распределяющие (рисунок 2.3), собирающие (рисунок 2.4).

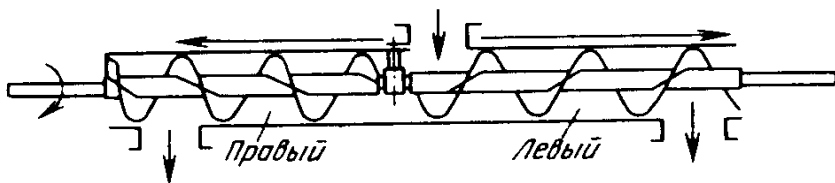


Рисунок 2.3 – Распределяющий конвейер

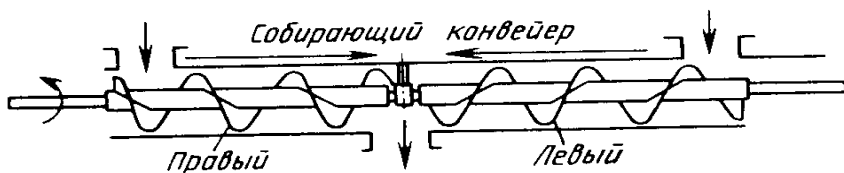


Рисунок 2.4 – Собирающий конвейер

Схема винтового вертикального конвейера приведена на рисунке 2.5. Электродвигатель 1 через муфты 2 и редуктор 3 приводит во вращательные движения посредством зубчатой цилиндрической 4 и конической 5 передач горизонтальный 6 и вертикальный 7 винты. Груз подается из бункера 8, винт 6 перемещает груз к вертикальному конвейеру, который поднимает его на определенную высоту и выгружает через окно 9.

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

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

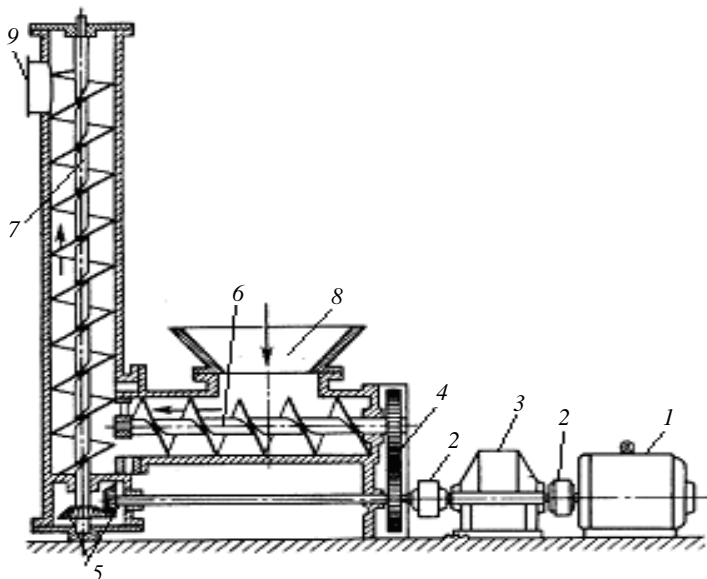


Рисунок 2.5 – Винтовой вертикальный конвейер

Производительность винтового конвейера, т/ч,

$$П_{\text{в}} = 47K_{\text{н}}\psi SnD^2\gamma,$$

где $K_{\text{н}}$ – коэффициент снижения производительности от угла наклона конвейера β (при $\beta = 5^\circ K_{\text{н}} = 0,9$; при $10^\circ - 0,8$; при $15^\circ - 0,7$; при $20^\circ - 0,6$);

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

S – шаг винта, м;

n – частота вращения винта, об/мин;

D – диаметр винта, м;

γ – объемная масса груза, т/м^3 .

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 2.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия винтового конвейера.
- 3 Рассчитать производительность конвейера.
- 4 Построить график зависимости производительности (Π_B) от показателя, указанного в варианте.
- 5 Сделать выводы по итогам изучения и расчетов.

Таблица 2.1 – Исходные данные по вариантам

Вариант	K_H	ψ	S , м	n , об/мин	D , м	γ , т/м ³	Построить график зависимости
1	0,6–1,0	0,4	0,1	50	0,1	0,4	Π_B от K_H
2	0,6	0,4	0,1–0,5	60	0,2	0,5	Π_B от S
3	0,7	0,4	0,2	50–120	0,3	0,6	Π_B от n
4	0,8	0,4	0,3	70	0,1–0,8	0,7	Π_B от D
5	0,6–1,0	0,4	0,4	80	0,4	0,8	Π_B от K_H
6	0,9	0,3	0,1–0,5	90	0,5	0,65	Π_B от S
7	1,0	0,3	0,5	50–120	0,6	0,7	Π_B от n
8	0,6	0,3	0,1	100	0,1–0,8	0,75	Π_B от D
9	0,6–1,0	0,3	0,2	110	0,7	0,8	Π_B от K_H
10	0,7	0,3	0,1–0,5	120	0,8	0,85	Π_B от S
11	0,8	0,3	0,3	50–120	0,1	0,9	Π_B от n
12	0,9	0,3	0,4	50	0,1–0,8	0,95	Π_B от D
13	0,6–1,0	0,3	0,5	60	0,2	1,00	Π_B от K_H
14	1,0	0,3	0,1–0,5	70	0,3	1,05	Π_B от S
15	0,6	0,3	0,1	50–120	0,4	1,10	Π_B от n
16	0,7	0,3	0,2	80	0,1–0,8	1,15	Π_B от D
17	0,6–1,0	0,3	0,3	90	0,5	1,20	Π_B от K_H
18	0,8	0,25	0,1–0,5	100	0,6	1,25	Π_B от S
19	0,9	0,25	0,4	50–120	0,7	1,30	Π_B от n
20	1,0	0,25	0,5	110	0,1–0,8	1,35	Π_B от D
21	0,6–1,0	0,25	0,1	120	0,8	1,40	Π_B от K_H
22	0,6	0,25	0,1–0,5	50	0,1	1,45	Π_B от S
23	0,7	0,25	0,2	50–120	0,2	1,50	Π_B от n
24	0,8	0,125	0,3	60	0,1–0,8	1,55	Π_B от D

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема конвейера с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы конвейера, область его применения.
- 3 Расчеты по определению производительности.
- 4 График зависимости производительности от параметра конвейера, указанного в задании (шаг изменения параметров: $K_n = 0,1$; $S = 0,1$ м; $n = 10$ об/мин; $D = 0,1$ м).
- 5 Выводы по работе.

3 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ЭЛЕВАТОРОВ

Общие положения

Для подъема насыпных грузов предназначены **ковшовые элеваторы** (рисунок 3.1), имеющие тяговый элемент 5 (лента), к которому прикреплены ковши 9. Лента приводится в движение барабаном 1, соединенным муфтой с приводом 12, состоящим из электродвигателя 13, муфты сцепления 15 и редуктора 14. Необходимое прижатие ленты к барабану создается силой тяжести движущихся частей элеватора и транспортируемого груза, а также усилием натяжного устройства 7.

Насыпной груз через загрузочный патрубок 8 засыпается в ковш или подается в нижнюю часть элеватора и зачерпывается ковшами, поднимается вверх и выдается через разгрузочный патрубок 16, расположенный в головной части 2. В кожухе элеватора 4 имеются люки для осмотра и ремонта рабочих элементов 3, 10 и направляющие для тягового органа 6.

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

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

Элеваторы с расставленными ковшами применяются для транспортирования мелкофракционных грузов. В качестве тягового органа они имеют ленту. Элеваторы с расставленными ковшами чаще выполняют быстроходными (скорость движения 1,25–2,5 м/с), а с сомкнутыми – тихоходными (0,4–1,0 м/с).

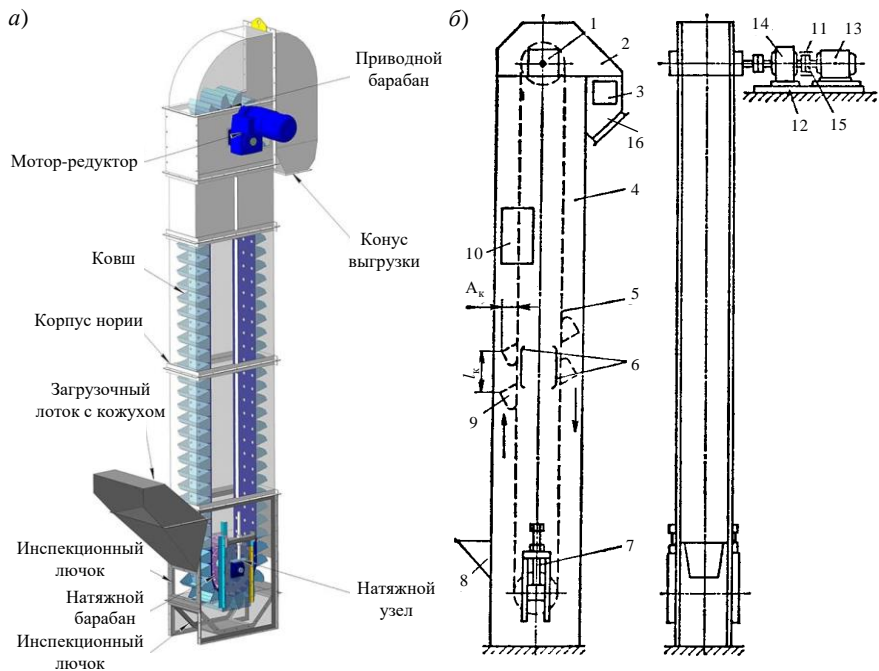


Рисунок 3.1 – Ковшовый элеватор:
 а – общий вид; б – схематическое изображение

В элеваторах для насыпных грузов применяют полукруглые расставленные (мелкие и глубокие) и сомкнутые (остроугольные и скругленные трапециевидальные) ковши (рисунок 3.2).

Остроугольные и трапециевидальные ковши устанавливают на тяговом элементе вплотную друг к другу; они имеют бортовые направляющие для высыпаемого груза, который скатывается по передней стенке впереди расположенного ковша. Ковши имеют ширину от 100 до 650 мм, емкость 0,1–148 литров и устанавливаются на тяговом элементе с шагом 200–630 мм.

В **ленточных элеваторах** винтовые натяжные устройства устанавливают в башмаке; ход устройства 0,2–0,5 м и 0,01–0,02 длины ленточного элеватора, так как при большом перемещении натяжного барабана в башмаке постепенно накапливается материал и усложняется загрузка элеватора.

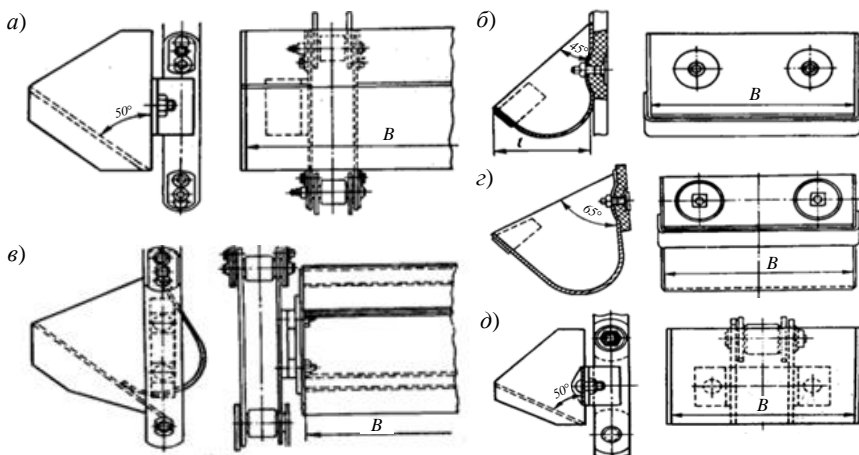


Рисунок 3.2 – Ковши элеваторов:

a, d – остроугольные для средне- и крупнокусковых материалов (крупный щебень); *б* – мелкие полукруглые ковши для транспортирования сыпучих материалов, обладающих малой подвижностью (порошковый мел); *в* – закругленные трапециевидные для средне- и крупнокусковых материалов при большей производительности и при боковом креплении к тяговому элементу; *г* – глубокие полукруглые ковши для хорошо сыпучих материалов (песок, цемент, щебень)

Наполнение (загрузка) ковшей производится зачерпыванием груза из нижней части кожуха элеватора (рисунок 3.3, *a*) или засыпанием в ковши (рисунок 3.3, *б*).

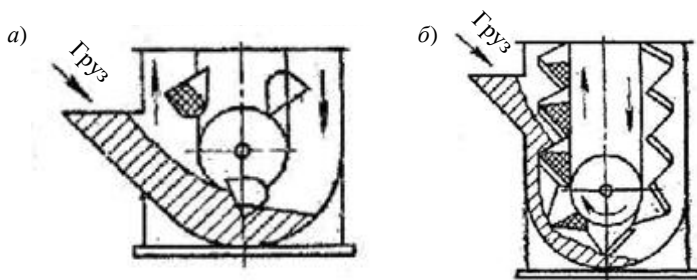


Рисунок 3.3 – Способы наполнения ковшей

Чаще всего используется смешанный способ загрузки. Пылевидные и мелкокусковые грузы лучше загружать зачерпыванием, а крупнокусковые и абразивные – засыпанием. Этот способ лучше реализуется при непрерывном, сомкнутом расположении ковшей, что не позволяет грузу просыпаться между ковшами.

Диаметр приводного барабана, мм,

$$D_0 = (125 \dots 150) i_{\text{п}},$$

где $i_{\text{п}}$ – число прокладок ленты.

Разгрузка ковшей бывает центробежной (рисунок 3.4, а), самотечной свободной (рисунок 3.4, б) и самотечной направленной (рисунок 3.4, в).

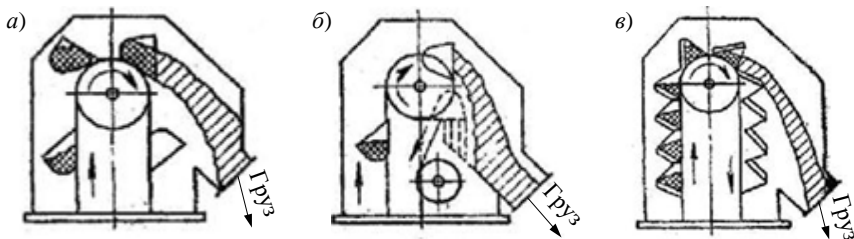


Рисунок 3.4 – Способы разгрузки ковшей

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

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

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

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

Техническую производительность ковшового элеватора, т/ч, определяют по формуле

$$П = 3,6 \frac{e}{l_{\text{к}}} \psi v \gamma,$$

где e – вместимость ковша, л;

$l_{\text{к}}$ – шаг ковшей, м;

- ψ – коэффициент наполнения ковшей грузом, принимаемый для порошкообразных грузов и продуктов размола 0,8–1,0; для зерновых – 0,75–0,90; кусковых грузов средних размеров – 0,6–0,7; тяжелых крупнокусковых грузов – 0,5–0,6;
- v – скорость движения ковшей, м/с;
- γ – объемная масса груза, т/м³.

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 3.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия ленточного ковшового элеватора.
- 3 Рассчитать производительность элеватора.
- 4 Построить график зависимости производительности (Π) от показателя, указанного в варианте.
- 5 Выводы по работе.

Таблица 3.1 – Исходные данные по вариантам

Вариант	e , л	l_k , м	ψ	v , м/с	γ , т/м ³	Построить график зависимости
1	1–16	0,10	0,5	0,40	0,4	П от e
2	1	0,1–0,6	0,55	0,45	0,45	П от l_k
3	2	0,05	0,5–1,0	0,50	0,50	П от ψ
4	3	0,10	0,60	0,4–2,5	0,55	П от v
5	4	0,15	0,65	0,55	0,4–1,0	П от γ
6	1–16	0,20	0,70	0,60	0,60	П от e
7	5	0,1–0,6	0,75	0,65	0,65	П от l_k
8	6	0,25	0,5–1,0	0,70	0,70	П от ψ
9	7	0,30	0,80	0,4–2,5	0,75	П от v
10	8	0,35	0,80	0,80	0,4–1,0	П от γ
11	1–16	0,40	0,85	0,90	0,80	П от e
12	9	0,1–0,6	0,85	1,00	0,85	П от l_k
13	10	0,45	0,5–1,0	1,10	0,90	П от ψ
14	11	0,50	0,90	0,4–2,5	0,95	П от v
15	12	0,55	0,95	1,20	0,4–1,0	П от γ
16	1–16	0,60	1,00	1,30	1,0	П от e
17	1	0,1–0,6	0,55	0,45	0,45	П от l_k
18	2	0,05	0,5–1,0	0,50	0,50	П от ψ
19	3	0,10	0,60	0,4–2,5	0,55	П от v
20	4	0,15	0,65	0,55	0,4–1,0	П от γ

Окончание таблицы 3.1

Вариант	e , л	l_k , м	ψ	v , м/с	γ , т/м ³	Построить график зависимости
21	1–16	0,20	0,70	0,60	0,60	П от e
22	5	0,1–0,6	0,75	0,65	0,65	П от l_k
23	6	0,25	0,5–1,0	0,70	0,70	П от ψ
24	7	0,30	0,80	0,4–2,5	0,75	П от v

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема элеватора с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы элеватора, область его применения.
- 3 Расчеты по определению производительности элеватора.
- 4 График зависимости производительности от параметра элеватора, указанного в задании (шаг изменения параметров: $e = 3$ л; $l_k = 0,1$ м; $\psi = 0,1$; $v = 0,5$ м/с; $\gamma = 0,2$ т/м³).
- 5 Выводы по работе.

4 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ПОГРУЗЧИКОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Общие положения

Погрузчики непрерывного действия предназначены для погрузки сыпучих и кусковых грузов со складов в транспортные средства. Изготавливаются погрузчики обычно самоходными на колесном или гусеничном ходу, отличаются высокой производительностью и простотой эксплуатации.

Самоподаватель конструкции Булавенко (рисунок 4.1) используется для забора зерна и других легкосыпучих грузов из штабеля и загрузки в транспортное средство.

Захватный орган – скребковый конвейер 5 с рабочей нижней ветвью – смонтирован на раме 4, шарнирно соединенной со станиной 10. По наклонному лотку скрепки поднимают порции груза и сбрасывают их на ленту конвейера 11, который загружает приемную воронку приставного конвейера или кузов транспортного средства. Привод скребкового и ленточного конвейеров общий от электродвигателя 9 через ременную передачу 8, промежуточный вал и две зубчатые передачи. Устойчивость при работе обеспечивают откидные стойки 7. Угол наклона изменяется от 0 до 50° с помощью ручной лебедки 1, каната 2 и полиспаста 3. Для передвижения вручную машина имеет два ходовых колеса 6.

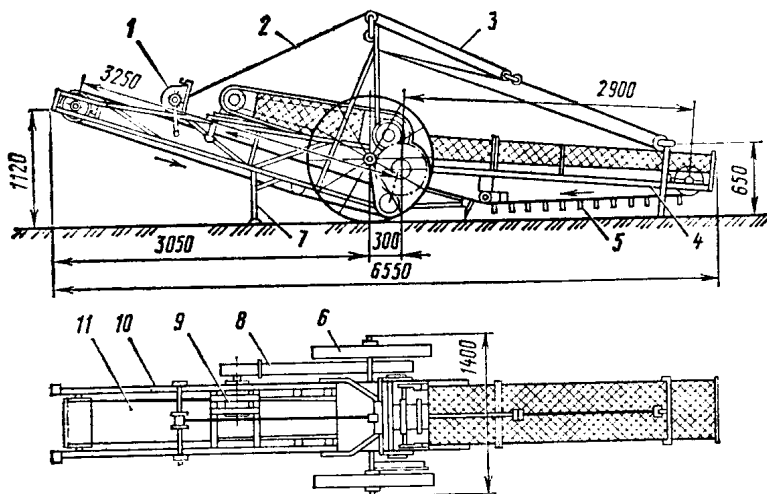


Рисунок 4.1 – Самоподаватель конструкции Булавенко

Шнековый самоподаватель (рисунок 4.2) представляет собой трубу 1, внутри которой находится винт 8.

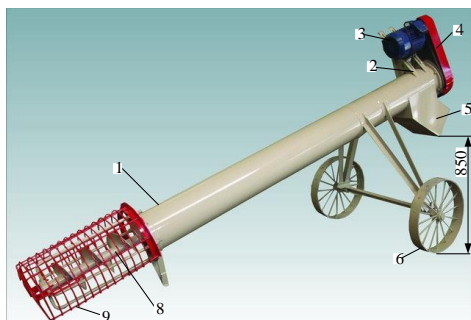


Рисунок 4.2 – Шнековый самоподаватель

Привод от электродвигателя 3 на опорной раме 2 связан с винтом клиноременной передачей 4. Нижняя заборная часть винта 8 выходит из трубы и находится в решетчатом каркасе 9. Разгрузочный патрубок 5 обеспечивает разгрузку на высоте 850 мм от опорной поверхности. Перемещают машину вручную на коловых колесах 6.

Многошнковый погрузчик с винтовым питателем (рисунок 4.3) предназначен для погрузки в транспортные средства минеральных удобрений, строительных инертных материалов, угля и других насыпных навалоч-

ных грузов с размерами куска не более 100 мм, а также штабелирования этих грузов. Погрузчик – самоходный. Он смонтирован на специальном пневмошасси с двумя ведущими мостами. Груз захватывает ковшовый элеватор 2, подгребающие шнеки 3 подгребают груз к ковшовому элеватору и груз передается на отвальный ленточный конвейер 1 и далее в штабель или транспортное средство.

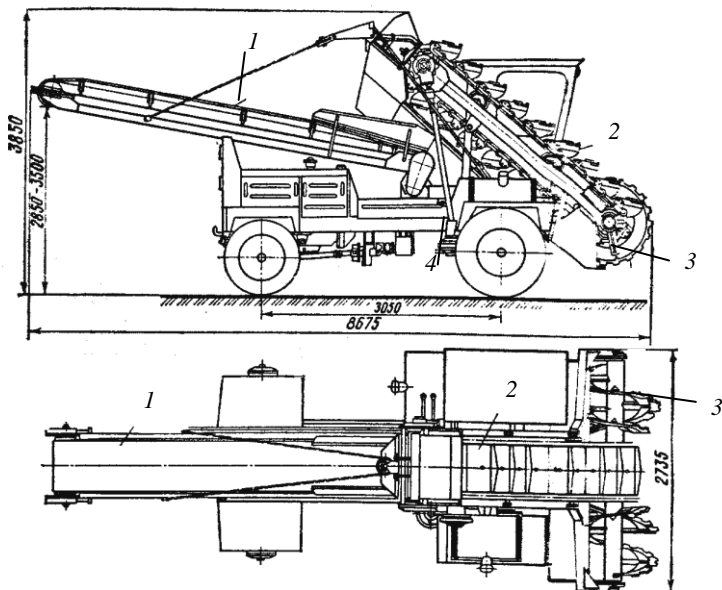


Рисунок 4.3 – Многоковшовый погрузчик с винтовым питателем

Для приведения в транспортное положение нижняя часть элеватора и шнеки поднимаются двумя гидроцилиндрами 4. Отвалный конвейер может поворачиваться в горизонтальной плоскости на $\pm 72,5^\circ$, а в вертикальной – на 3,5 м от опорной поверхности.

В движение погрузчик приводится от дизельного двигателя. Обеспечивается бесступенчатое регулирование рабочих скоростей в больших диапазонах. Производительность погрузчика составляет до $200 \text{ м}^3/\text{ч}$.

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

Схемы винтовых питателей, определяющих производительность машины, приведены на рисунке 4.4.

При использовании элеватора в качестве устройства, передающего груз на отгрузочный конвейер, применяют питатель, приведенный на рисунке 4.4, *а*. Здесь нижний ведомый вал 3 элеватора является одновременно и валом винтового питателя 1. На концевых частях ведомый вал несет винтовые лопасти, имеющие, с одной стороны, левую, а с другой – правую навивку. При работе элеватора лопасти винта подгребают груз к продольной оси погрузчика. Здесь груз захватывается ковшами 7 и перемещается вверх.

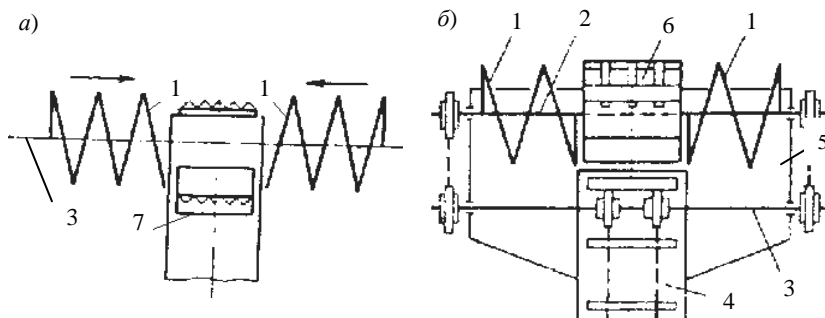


Рисунок 4.4 – Схемы винтовых питателей

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

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

В погрузчиках с винтовым питателем вместо элеватора может использоваться скребковый конвейер. В этом случае схема питателя изменяется (см. рисунок 4.4, *б*).

Винтовые лопасти 1 монтируются на самостоятельном валу 2, расположенном параллельно ведомому валу 3 скребкового конвейера 4, с которого он получает вращение с помощью цепной передачи 5. В средней части вала винтового питателя монтируется барабан 6 с продольными лопастями. Использование этого питателя позволяет освободить скребковый конвейер от больших нагрузок по отрыву груза из штабеля.

В результате скребковый конвейер имеет более легкую и простую конструкцию.

Погрузчик (см. рисунок 4.3) вместо ковшового элеватора может оснащаться скребковым конвейером и дисковым питателем (рисунок 4.5).

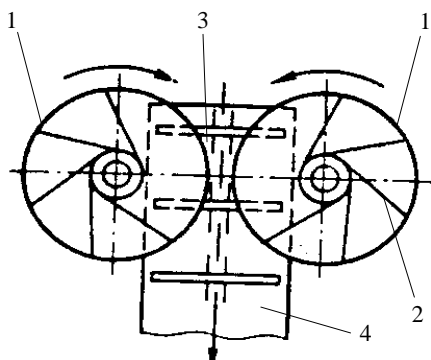


Рисунок 4.5 – Погрузчик с дисковым питателем

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

Роторно-ковшовые погрузчики на колесном (рисунок 4.6), гусеничном или рельсовом ходу используются для забора угля, бокситов, руды и минерально-строительных грузов и погрузки в подвижной состав.

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

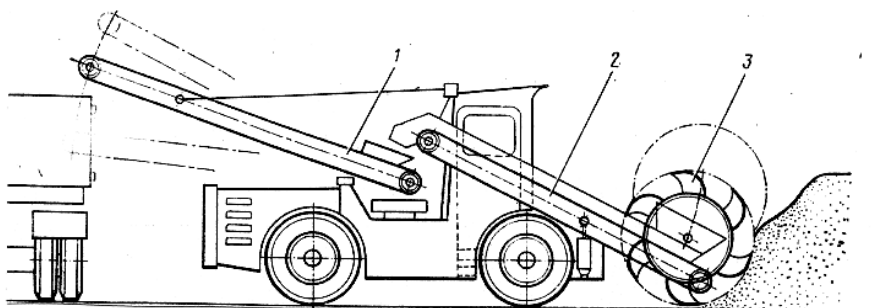


Рисунок 4.6 – Роторно-ковшовый погрузчик на колесном ходу

Стрела с отгрузочным контейнером может изменять положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Производительность 200–1000 м³/ч.

Погрузчики с конвейерно-скребковыми питателями (рисунок 4.7) широко применяются для погрузки зерновых грузов. Питатель – скребковый конвейер – смонтирован на подъемной стреле 2. Во время работы конвейерная стрела опускается на штабель, скребками перемещает груз по лотку 4 и передает его на отгрузочный ленточный конвейер 1, который может изменять положение в горизонтальной и вертикальной плоскостях. Питатель может забирать груз в значительных количествах без частых передвижений, обладает высокой производительностью (до 100 т/ч), надежностью, прост в эксплуатации, имеет небольшую массу и сравнительно низкую стоимость. Производительность машины определяется производительностью скребкового конвейера.

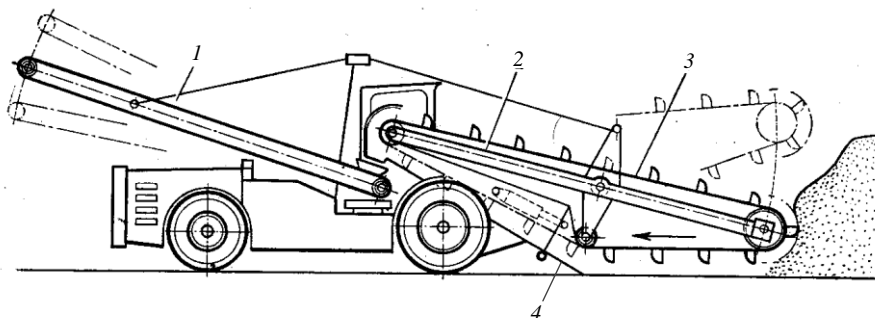


Рисунок 4.7 – Погрузчик с конвейерно-скребковым питателем

Производительность погрузчика конструкции Булавенко определяется производительностью скребкового конвейера (питатель), т/ч,

$$\Pi = 3600bh\psi v\gamma K_n, \quad (4.1)$$

где b – ширина скребка, м;

h – высота скребка, м;

ψ – коэффициент заполнения желоба;

v – скорость движения скребков, м/с;

γ – объемная масса груза, т/м³;

K_n – коэффициент снижения производительности с увеличением угла наклона к горизонту, $K_n = 0,45 \dots 1,0$.

Производительность шнекового самоподавателя определяется как для винтового транспортирующего конвейера, т/ч,

$$\Pi = 47K_n \psi S n D^2 \gamma, \quad (4.2)$$

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

ψ – коэффициент заполнения желоба; принимают для неабразивных грузов с объемной массой $0,4\text{--}0,8$ т/м³ (угольная пыль, мука, порошокобразная известь, зерно) $\psi = 0,4$; малоабразивные грузы объемной массой $0,64\text{--}1,2$ т/м³ (соль, мелкий уголь, асбест, сода) $\psi = 0,3$; цемент, гипс, кусковая известь, глинистый сланец – $\psi = 0,25$; абразивных кусков или вязких грузов (зола, кокс, шлак) $\psi = 0,125$;

S – шаг винта, м;

n – частота вращения винта, об/мин;

D – диаметр винта, м.

Производительность самоходного погрузчика, оснащенного подгребающим винтом, ковшовым элеватором (питателем) и отгрузочным ленточным конвейером (см. рисунок 4.3), определяется производительностью ковшового элеватора. Производительность ленточного конвейера должна быть не менее чем у элеватора. Подгребающий винт служит для увеличения коэффициента загрузки ковшей и захвату груза по ширине 2,5 м, что способствует выполнению меньшего количества маневров погрузчика.

Производительность ковшового элеватора, т/ч,

$$\Pi = 3,6 \frac{e}{l_k} \psi v \gamma, \quad (4.3)$$

где e – вместимость ковша, л;

l_k – шаг ковшей, м;

ψ – коэффициент наполнения ковшей грузом, принимаемый для порошокобразных грузов и продуктов размолы $0,8\text{--}1,0$; для зерновых – $0,75\text{--}0,90$; кусковых грузов средних размеров – $0,6\text{--}0,7$; тяжелых крупнокусковых грузов – $0,5\text{--}0,6$;

v – скорость движения ковшей, м/с;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Производительность самоходного погрузчика с использованием питателя, приведенного на рисунке 4.4, б, определяется производительностью лопастного барабана, выступающего в качестве питателя, т/ч,

$$\Pi = 60\omega n_{\text{л}} e_{\text{л}} \psi \gamma, \quad (4.4)$$

где ω – частота вращения барабана, об/мин;

$n_{\text{л}}$ – число лопастей барабана, шт.;

$e_{\text{л}}$ – объем между лопастями барабана, л;

ψ – коэффициент заполнения объема между лопастями барабана;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Производительность роторно-ковшового погрузчика определяется производительностью роторно-ковшового колеса (питателя), т/ч,

$$\Pi = 60\psi e n z \gamma, \quad (4.5)$$

где ψ – коэффициент заполнения ковшей;

e – вместимость ковша, м³;

n – частота вращения ротора, об/мин;

z – число ковшей на роторе;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Производительность погрузчика с конвейерно-скребковым питателем определяется производительностью скребкового конвейера по формуле (4.1).

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 4.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия погрузчика, указанного в варианте.
- 3 Рассчитать производительность погрузчика.
- 4 Построить график зависимости производительности (Π) от показателя, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема погрузчика с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы погрузчика и область его применения.
- 3 Расчеты по определению производительности погрузчика по заданному варианту.
- 4 График зависимости производительности погрузчика от параметра, указанного в задании (шаг изменения параметров: $b = 0,05$ м; $h = 0,05$ м; $\psi = 0,1$; $v = 0,05$ м/с; $\gamma = 0,1$ т/м³; $S = 0,1$ м; $n = 10$ об/мин; $D = 0,1$ м; $e = 1,0$ л; $l_{\text{к}} = 0,1$ м; $e_{\text{л}} = 1,0$ л).
- 5 Выводы по работе.

Таблица 4.1 – Исходные данные по вариантам

Погрузчик, приведенный на рисунке	Вариант	b , м	h , м	ψ	v , м/с	γ , т/м ³	K_n	S , м	n , об/мин	D , м	e , л	l_k , м	ω , об/мин	e_n , л	n_n , шт.	z	Построить график зависимости
4.1	1	0,2–0,4	0,2	0,5	0,2	0,5	0,6										П от b
	2	0,3	0,2–0,4	0,6	0,3	0,6	0,6										П от h
	3	0,35	0,3	0,5–0,8	0,4	0,7	0,6										П от ψ
	4	0,4	0,4	0,7	0,16–0,40	0,8	0,6										П от v
4.2	5			0,5–0,8		0,55	0,5	0,2	50	0,2							П от ψ
	6			0,6		0,60	0,5	0,1–0,5	60	0,3							П от S
	7			0,7		0,65	0,5	0,3	40–100	0,4							П от n
	8			0,8		0,70	0,5	0,4	70	0,1–0,6							П от D
4.3	9			0,5–0,8	0,3	0,6					1	0,1					П от ψ
	10			0,6	0,16–0,40	0,7					2	0,2					П от v
	11			0,7	0,4	0,8					5–10	0,3					П от e
	12			0,8	0,2	0,9					3	0,1–0,6					П от l_k
4.4, б	13			0,5–0,8		0,5							40	3	4		П от ψ
	14			0,6		0,5–1,0							50	4	4		П от γ
	15			0,7		0,6							60	1–10	4		П от e_n
	16			0,8		0,7							40–70	1–10	4		П от ω
4.6	17			0,5–0,8		0,7			60		6					6	П от ψ
	18			0,6		0,5–1,0			50		7					6	П от γ
	19			0,7		0,6			40–100		8					6	П от n
	20			0,8		0,5			40		5–16					6	П от e
4.7	21	0,2–0,4	0,4	0,6	0,2	0,7	0,7										П от b
	22	0,30	0,4	0,5–0,8	0,3	0,6	0,7										П от ψ
	23	0,35	0,4	0,7	0,2–0,4	0,5	0,7										П от v
	24	0,40	0,4	0,8	0,4	0,5–1,0	0,7										П от γ

5 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ РАЗГРУЗЧИКОВ НЕПРЕРЫВНОГО ДЕЙСТВИЯ

Общие положения

Машина вагоноразгрузочная самоходная (МВС) предназначена для выгрузки из вагонов слеживающихся насыпных грузов (рисунок 5.1).

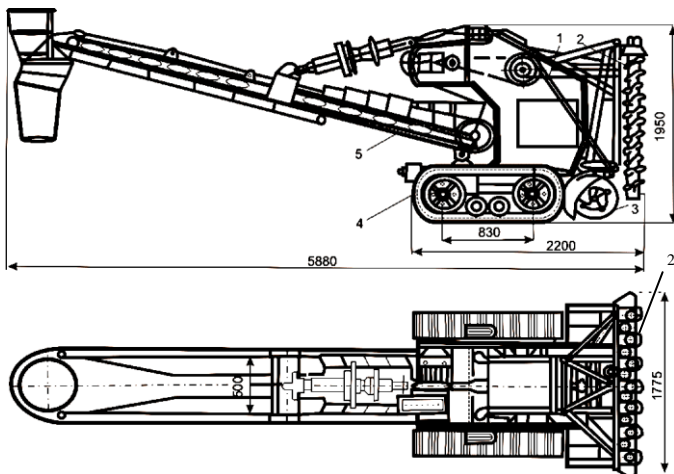


Рисунок 5.1 – Машина вагоноразгрузочная самоходная (МВС)

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

При выгрузке груза из крытого вагона машина заходит в него через дверной проем, проходит к боковой стенке, а затем разворачивается и от середины передвигается к торцевым стенкам вагона, разрыхляя слежавшийся груз шнековым рушителем, а винтовой питатель подгребает груз к приемному устройству ковшевого элеватора. Элеватор поднимает груз и передает его на отгрузочный конвейер.

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

Разгрузчик ТР-2 (С-492) (рисунок 5.2) предназначен для выгрузки сыпучих и мелкокусковых материалов с размерами частиц до 80 мм из открытого железнодорожного подвижного состава. Используется для перегрузки

грузов с железнодорожного подвижного состава на автомобильный, водный транспорт и в штабеля на склад. Разгрузчики самоходные на рельсовом ходу работают по принципу зачерпывания груза ковшовыми элеваторами.

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

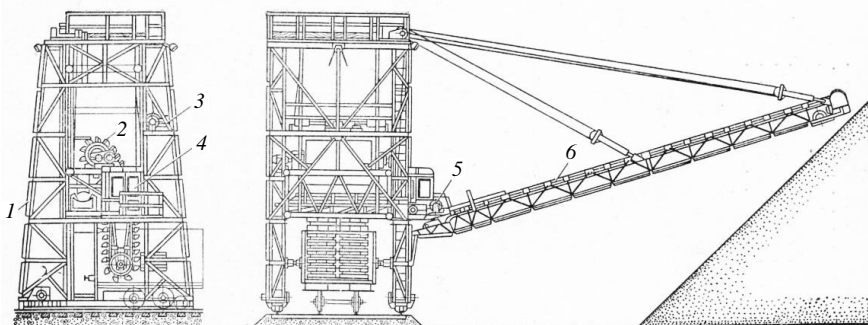


Рисунок 5.2 – Разгрузчик ТР-2 (С-492)

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

Техническая производительность разгрузчика – до 450 т/ч, эксплуатационная – до 300 т/ч. Машина не приспособлена для выгрузки смерзшихся и крупнокусковых грузов.

Для разгрузки навалочных сыпучих грузов с железнодорожных платформ используются *машины со скребковым конвейером* (рисунок 5.3).

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

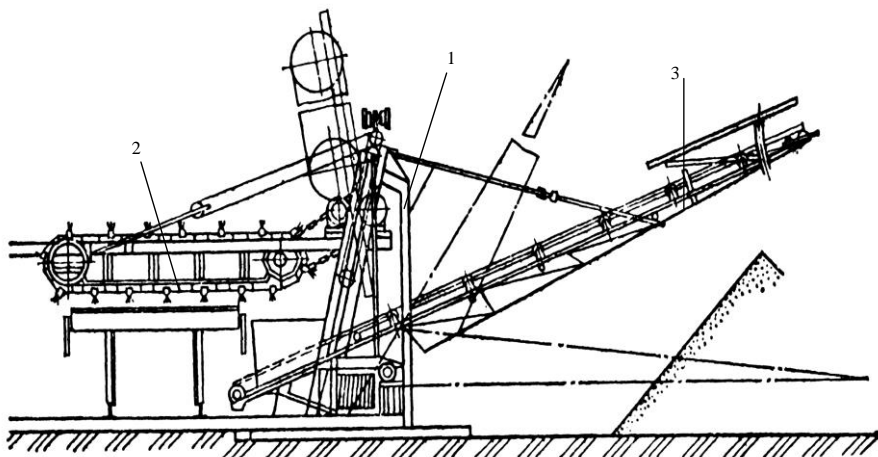


Рисунок 5.3 – Машина со скребковым конвейером

Производительность разгрузчиков МВС определяется производительностью ковшового элеватора, выступающего в качестве питателя, т/ч,

$$\Pi = 3,6 \frac{e}{l_k} \psi v \gamma,$$

где e – вместимость ковша, л;

l_k – шаг ковшей, м;

ψ – коэффициент наполнения ковшей грузом, $\psi = 0,5 \dots 0,8$;

v – скорость движения ковшей, м/с;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Производительность разгрузчика ТР2 (С-492) определяет производительность спаренного ковшового элеватора, т/ч,

$$\Pi = 7,2 \frac{e}{l_k} \psi v \gamma,$$

где e – вместимость ковша, л, $e = 40$ л;

l_k – шаг ковшей, м, $l_k = 0,32$;

ψ – коэффициент наполнения ковшей грузом, $\psi = 0,5 \dots 0,8$;

v – скорость движения ковшей, м/с, $v = 0,8$;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Производительность стационарной разгрузочной машины со скребковым конвейером, т/ч, определяется производительностью питателя (скребкового конвейера):

$$\Pi = 3600bhv\psi\gamma,$$

где b – ширина скребка, м;

h – высота скребка, м;

ψ – коэффициент наполнения желоба;

v – скорость движения скребков, м/с;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 5.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия разгрузчика.
- 3 Рассчитать производительность разгрузчика.
- 4 Построить график зависимости производительности (Π) от показателя, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Таблица 5.1 – Исходные данные по вариантам

Погрузчик, приведенный на рисунке	Вариант	e , л	l_k , м	ψ	v , м/с	γ , т/м ³	b , м	h , м	Построить график зависимости
5.1	1	4,3	0,1	0,5–1	0,8	0,8	–	–	П от ψ
	2	4,3	0,1	0,6	0,8	0,8–1,2	–	–	П от γ
	3	4,3	0,1	0,5–1	0,8	0,9	–	–	П от ψ
	4	4,3	0,1	0,7	0,8	0,8–1,2	–	–	П от γ
	5	4,3	0,1	0,5–1	0,8	1,0	–	–	П от ψ
	6	4,3	0,1	0,8	0,8	0,8–1,2	–	–	П от γ
5.2	7	40	0,32	0,6–1	0,8	1,0	–	–	П от ψ
	8	40	0,32	0,65	0,8	1,0–1,8	–	–	П от γ
	9	40	0,32	0,6–1	0,8	1,2	–	–	П от ψ
	10	40	0,32	0,75	0,8	1,0–1,8	–	–	П от γ
	11	40	0,32	0,6–1	0,8	1,4	–	–	П от ψ
	12	40	0,32	0,85	0,8	1,0–1,8	–	–	П от γ
5.3	13	–	–	0,5–0,8	0,8	0,80	0,2	0,2	П от v
	14	–	–	0,5	0,8	0,8–1,2	0,25	0,25	П от γ
	15	–	–	0,6	0,8	0,9	0,2–0,4	0,30	П от v
	16	–	–	0,7	0,8	1,0	0,30	0,2–0,4	П от h

Окончание таблицы 5.1

Погрузчик, приведенный на рисунке	Вариант	e , л	l_k , м	ψ	v , м/с	γ , т/м ³	b , м	h , м	Построить график зависимости
5.3	17	–	–	0,5–0,8	0,8	1,2	0,35	0,35	П от v
	18	–	–	0,8	0,8	0,8–1,2	0,4	0,4	П от γ
5.1	19	4,3	0,1	0,5–1	0,8	0,8	–	–	П от ψ
	20	4,3	0,1	0,6	0,8	0,8–1,2	–	–	П от γ
	21	4,3	0,1	0,5–1	0,8	0,9	–	–	П от ψ
	22	4,3	0,1	0,7	0,8	0,8–1,2	–	–	П от γ
	23	4,3	0,1	0,5–1	0,8	1,0	–	–	П от ψ
	24	4,3	0,1	0,8	0,8	0,8–1,2	–	–	П от γ

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема разгрузчика с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы разгрузчика и область его применения.
- 3 Расчеты по определению производительности разгрузчика по заданному варианту.
- 4 График зависимости производительности разгрузчика от параметра, указанного в задании (шаг изменения параметров: $\psi = 0,2$; $\gamma = 0,1$ т/м³; $b = 0,05$ м; $h = 0,05$ м).
- 5 Выводы по работе.

6 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МОСТОВЫХ КРАНОВ

Общие положения

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

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

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

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

Однобалочные мостовые краны (кран-балки) применяют при небольших пролетах (5–17 м) малой грузоподъемности (1–5 т) и легких условиях работы. Мост крана – двутавровая балка, по которой перемещается таль (электрическая или ручная). Для придания жесткости при малых пролетах устраивают ферму в горизонтальной плоскости, а при больших пролетах – в вертикальной. Двутавровая балка соединена с двумя концевыми балками, на которых расположены ходовые колеса.

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

Схема мостового однобалочного опорного крана приведена на рисунке 6.1.

Кран представляет собой двутавровую ездовую балку 1, которая опирается на поперечные концевые балки 4. В качестве подъемного механизма и перемещения вдоль балки служит электроталь (тельфер) 3 или ручная таль. Ходовые колеса концевых балок приводятся в движение от общего вала, центрального привода (если пролет до 11 м) или имеют отдельные приводы при больших пролетах. Управление кранами может осуществляться из кабины 2 или дистанционно.

Тельфер (рисунок 6.2) состоит из самоходной тележки 1, передвигающейся по ездовой двутавровой балке, и электротали 5, служащей грузоподъемным механизмом. Тележка имеет самостоятельный привод. Электродвигатель 2 вращает барабан 3, на который наматываются две ветви канатов с обоймой и грузозахватным крюком 4. Механизм передвижения тельфера оборудован тормозом. Управление работой двигателей осуществляется с пульта 6.

Соотношение между длиной базы крана K и пролетом крана L_k

$$K = L_k (1/6 \dots 1/5).$$

Однобалочный подвесной кран (рисунок 6.3) представляет собой конструкцию, у которой ездовая балка 1 с тельфером 2 укреплена к ходовым кареткам 3, передвигающимся по двутавровым путям 4, прикрепленным к строительным фермам или балкам перекрытия. Кран характеризуется пролетом ($L_n = 4,5 \dots 28,5$), вылетом консоли l , длиной базы.

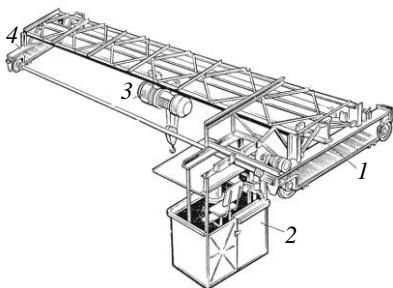


Рисунок 6.1 – Схема мостового однобалочного опорного крана

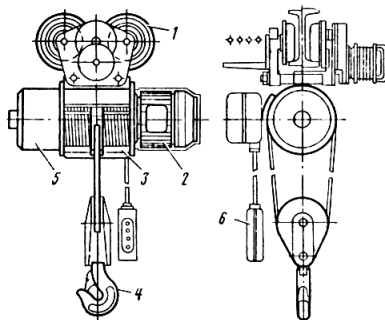


Рисунок 6.2 – Тельфер

Мостовые опорные однобалочные краны имеют следующие значения параметров:

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

У подвесных однобалочных кранов длины консолей принимают кратными 0,3 м в пределах 0,3–1,5 м, высота подъема 6–32 м, скорость подъема 0,125 и 0,130 м/с, передвижения тали 0,33 и 0,40 м/с, передвижения крана 0,5 м/с. Изготавливаются одно-, двух- и многопролетные.

Длина крана: однопролетного от 3,6 до 18 м, двухпролетного – от 16,2 до 27 м и многопролетного может достигать 100 м.

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

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

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

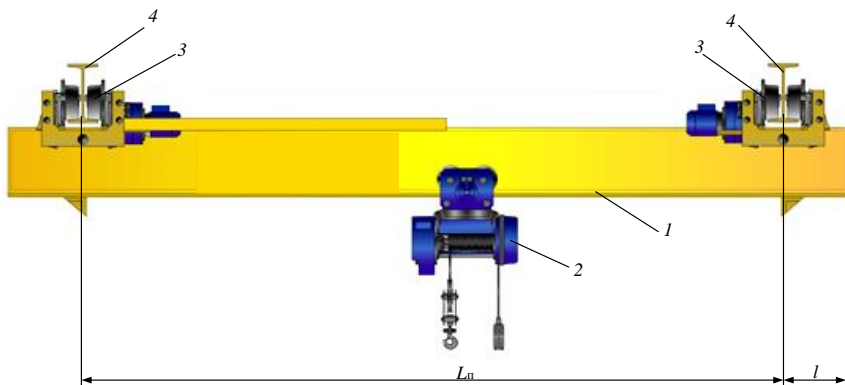


Рисунок 6.3 – Однобалочный подвесной кран

На рисунке 6.4 приведена схема двухбалочного мостового крана опорного типа с основным и вспомогательным механизмами подъема груза.

Мост крана состоит из двух главных 7 и двух концевых 6 балок. Мост опирается ходовыми колесами на рельсы. По рельсам, уложенным на главных балках, передвигается грузоподъемная тележка 3 опорного типа, оснащенная основным 9 и вспомогательным 10 механизмами подъема. Тележка самоходная и приводится в движение от электропривода 11. К мосту крана прикреплена кабина управления 1. Электроэнергия к электродвигателям подается с помощью токоведущих шин (троллеев) 5. Для осмотра троллеев имеется кабина 4. Электроэнергия от троллеев к электродвигателям подается с помощью гибкого кабеля 2, подвешенного к канату 8.

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

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

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

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

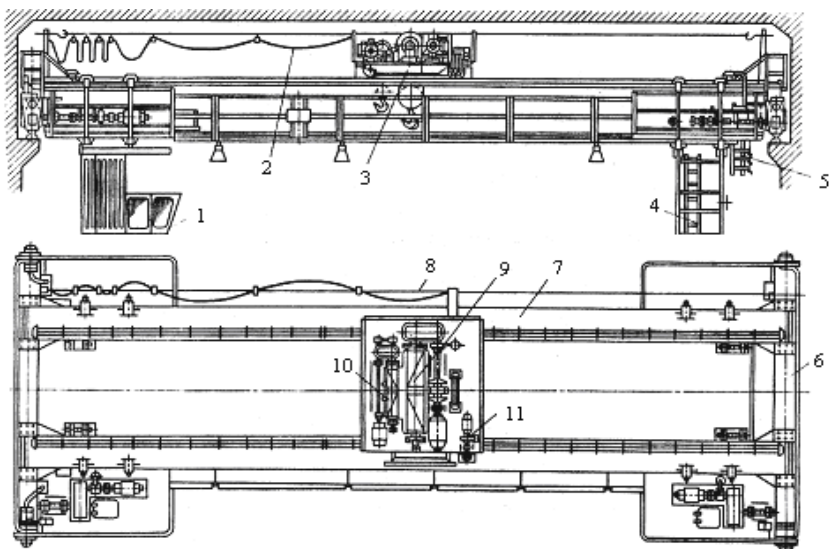


Рисунок 6.4 – Схема двухбалочного мостового крана опорного типа

Производительность крана измеряется количеством груза, перемещаемого в единицу времени, обычно в час. В качестве измерителя количества применяют массу груза, объем или число единиц и соответственно вводятся термины: массовая производительность (или просто – производительность) – Q , т/ч, объемная – Q_o , м³/ч, и штучная – $Q_{шт}$, шт./ч.

Различают три вида производительности:

– теоретическая –

$$Q_T = G_n n_{ц};$$

– техническая –

$$Q_{тех} = G_n K_{гр} n_{ц},$$

$$Q_{тех} = G_{ф} n_{ц};$$

– эксплуатационная –

$$Q_э = G_n K_{гр} K_{вр} n_{ц},$$

$$Q_э = G_{ф} K_{вр} n_{ц},$$

где G_n – номинальная грузоподъемность машины;

$n_{ц}$ – количество рабочих циклов машины, выполняемых за единицу времени,

$$n_{ц} = 1/T_{ц}^c,$$

$T_{\text{ц}}^{\text{с}}$ – продолжительность рабочего цикла машины с учетом совмещения (параллельного выполнения) операций;

$K_{\text{гр}}$ – коэффициент использования машины по грузоподъемности (отношение массы груза, перемещаемой в среднем за один рабочий цикл, к номинальной грузоподъемности);

$G_{\text{ф}}$ – масса груза, перемещаемая машиной в среднем за один цикл;

$K_{\text{вр}}$ – средний коэффициент использования машины во времени.

Продолжительность цикла складывается из времени машинного, необходимого для выполнения краном отдельных операций с учетом возможного совмещения (одновременного выполнения) некоторых из них, и времени, затрачиваемого на вспомогательные операции.

Продолжительность цикла

$$T_{\text{ц}}^{\text{с}} = \varphi \sum_{i=1}^n t_i + t_{\text{в}},$$

где φ – коэффициент, учитывающий сокращение времени цикла за счет совмещения некоторых операций по времени;

$\sum_{i=1}^n t_i$ – машинное время, затрачиваемое на выполнение операций;

t_i – время на выполнение краном i -й операции;

n – количество операций, выполняемых краном за цикл;

$t_{\text{в}}$ – время, затрачиваемое на вспомогательные операции при выполнении каждого цикла (застропка и отстропка груза).

Машинное время

$$\sum_{i=1}^n (t_1 + t_2 + \dots + t_n),$$

где t_1 – время, затрачиваемое на подъем (опускание) на высоту h груза со скоростью v_1 ,

$$t_1 = \frac{h}{v_1} + t_{\text{пр}};$$

$t_{\text{пр}}$ – время на разгон и торможение механизма изменения положения крана или отдельных его частей, $t_{\text{пр}} = 2 \dots 4$ с;

t_2 – время передвижения тележки или крана на расстояние l со скоростью v_2 ,

$$t_2 = \frac{l}{v_2} + t_{\text{пр}};$$

t_n – время, затрачиваемое на застропку и отстропку груза грузозахватным устройством (таблица 6.1).

Средние значения коэффициента использования машины по грузоподъемности таковы: $K_{гр} = 1$ – при перегрузке насыпных грузов грейферами; $K_{гр} = 0,7$ – при перегрузке насыпных грузов бадьями, другими устройствами; $K_{гр} = 0,6$ – при перегрузке штучных грузов различной массы и конфигурации.

Коэффициент $K_{вр}$ использования машины во времени зависит от системы организации работ на площадке.

Таблица 6.1 – Затраты времени на захват, наводку и освобождение груза различными грузозахватными устройствами

Вид груза	Грузозахватное устройство	Затраты времени, с	
		на захват и наводку	на освобождение
Контейнер массой брутто 10, 20, 30 т	Канатный строп	80–100	60–80
	Приводной захват (спредер)	10–20	4–8
Пачка круглого леса массой 3–8 т	Канатный строп	50	40
	Радиальный моторный грейфер	80	15
Пакет пиломатериалов массой 2–4 т	Канатный строп	50	15
	Вилочный подхват	40	10
Стеновые панели массой 2–6 т	Канатный строп	50	20
Лестничные марши		80	30
Тяжеловесные грузы, т: до 3 3,1–6,0		60	25
	93	35	
Пакеты кирпича на поддоне массой до 2 т	Специальный захват	25	6

Расчет технической производительности крана выполняют по формуле

$$П = \frac{3600G_{гр}}{\varphi T_{ц}},$$

где $G_{гр}$ – масса перемещаемого груза, т;

φ – коэффициент совмещения операций рабочего цикла крана;

$T_{ц}$ – продолжительность рабочего цикла крана, с,

$$T_{ц} = t_3 + t_{под}^r + t_{пк}^r + t_{птг}^r + t_{оп}^r + t_o + t_{под} + t_{пк} + t_{птг} + t_{оп},$$

t_3 – время на захват груза, с;

$t_{под}^r$ – время на подъем груза, с;

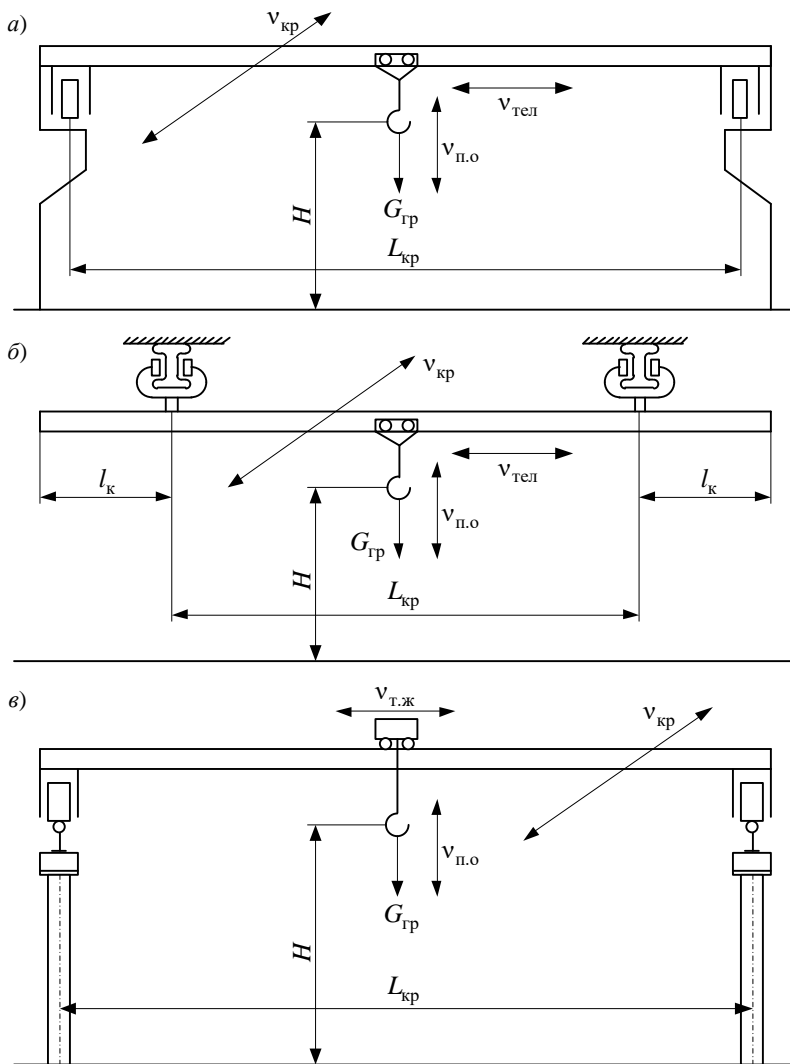
- $t_{\text{пк}}^{\Gamma}$ – время на передвижение крана с грузом, с;
 $t_{\text{птг}}^{\Gamma}$ – время на передвижение тельфера или тележки с грузом, с;
 $t_{\text{оп}}^{\Gamma}$ – время опускания груза, с;
 t_{o} – время на освобождение груза, с;
 $t_{\text{под}}$ – время на подъем грузозахватного устройства, с;
 $t_{\text{пк}}$ – время на передвижение крана без груза, с;
 $t_{\text{птг}}$ – время на передвижение тельфера или тележки без груза, с;
 $t_{\text{оп}}$ – время на опускание грузозахватного устройства, с.

Формулы для определения продолжительности рабочего цикла крана $T_{\text{ц}}$ приведены в таблице 6.2.

Принципиальные схемы мостовых кранов приведены на рисунке 6.5.

Таблица 6.2 – Формулы для определения элементов продолжительности рабочего цикла

Операции	Формулы определения времени выполнения операций для кранов, приведенных на рисунке 6.5		
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>
$t_{\text{под}}^{\Gamma}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$
$t_{\text{пк}}^{\Gamma}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$
$t_{\text{птг}}^{\Gamma}$	$\frac{L_{\text{кр}} / 2}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}} / 2 + l_{\text{к}} / 2}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}} / 2}{v_{\text{т.ж.}}}$
$t_{\text{оп}}^{\Gamma}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$
$t_{\text{под}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$
$t_{\text{пк}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$
$t_{\text{птг}}$	$\frac{L_{\text{кр}} / 2}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}} / 2 + l_{\text{к}} / 2}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}} / 2}{v_{\text{т.ж.}}}$
$t_{\text{оп}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H / 3}{v_{\text{п.о}}}$



Условные обозначения: $L_{кр}$ – пролет крана, м; H – высота подъема, м; $v_{кр}$ – скорость передвижения крана, м/с; $v_{тел}$ – скорость передвижения тельфера, м/с; $v_{п.о}$ – скорость подъема-опускания, м/с; $G_{гр}$ – масса перемещаемого груза, т; $l_{к}$ – вылет консоли, м; $v_{т.ж}$ – скорость передвижения тележки, м/с

Рисунок 6.5 – Принципиальные схемы мостовых кранов:

a – однобалочный опорный; *б* – однобалочный подвесной; *в* – двухбалочный опорный

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 6.3).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия мостовых кранов (однобалочных, двухбалочных).
- 3 Рассчитать производительность кранов.
- 4 Построить графики зависимости производительности (Π) от показателя, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Содержание отчета

- 1 Принципиальные схемы мостовых кранов (однобалочных, двухбалочных) с указанием основных параметров.
- 2 Описание работы мостовых кранов и область их применения.
- 3 Расчеты по определению производительности крана по заданному варианту.
- 4 Графики зависимости производительности кранов от параметров, указанных в задании (шаг изменения параметров: $G_{\text{тр}} = 1,0$ т; $L_{\text{кр}} = 5,0$ м; $l_{\text{к}} = 0,2$ м; $\varphi = 0,1$).
- 5 Выводы по работе.

Таблица 6.3 – Исходные данные по вариантам

Кран, приведенный на рисунке	Вариант	$G_{\text{тр}}$, т	$L_{\text{кр}}$, м	H , м	$l_{\text{к}}$, м	φ	$t_{\text{р.з.}}$, с	$v_{\text{кр}}$, м/с	$v_{\text{тел}}$, м/с	$v_{\text{т.ж}}$, м/с	$v_{\text{п.о}}$, м/с	$l_{\text{кр}}$, м	Построить график зависимости
6.5, а	1	1–5	5	6	–	0,7	2	0,63	0,33	–	0,13	10	П от $G_{\text{тр}}$
	2	2	4,5–28,5	6	–	0,72	2	0,63	0,33	–	0,13	11	П от $L_{\text{кр}}$
	3	3	10	6	–	0,6–0,9	2	0,63	0,33	–	0,13	12	П от φ
	4	1–5	12	6	–	0,74	3	0,63	0,33	–	0,13	13	П от $G_{\text{тр}}$
	5	5	4,5–28,5	6	–	0,76	3	1,0	0,54	–	0,13	14	П от $L_{\text{кр}}$
	6	1	20	6	–	0,6–0,9	4	1,0	0,53	–	0,13	15	П от φ
	7	1–5	25	6	–	0,8	4	1,0	0,53	–	0,13	16	П от $G_{\text{тр}}$
	8	3	4,5–28,5	6	–	0,85	4	1,0	0,53	–	0,13	17	П от $L_{\text{кр}}$
6.5, б	9	1–5	4	6	0,3	0,65	4	0,5	0,34	–	0,13	18	П от $G_{\text{тр}}$
	10	1	3,6–18	6	0,5	0,7	4	0,5	0,34	–	0,13	19	П от $L_{\text{кр}}$
	11	2	8	6	0,3–1,5	0,75	4	0,5	0,34	–	0,13	20	П от $l_{\text{к}}$
	12	3	10	6	0,7	0,6–0,9	3	0,5	0,34	–	0,13	21	П от φ

Окончание таблицы 6.3

Кран, приведенный на рисунке	Вариант	$G_{гр}$, т	$L_{кр}$, м	H , м	l_k , м	φ	$t_{р.з}$, с	$v_{кр}$, м/с	$v_{тел}$, м/с	$v_{т.ж}$, м/с	$v_{п.о}$, м/с	$l_{кр}$, м	Построить график зависимости
6.5, б	13	1–5	12	6	0,9	0,8	3	0,5	0,4	–	0,13	22	П от $G_{гр}$
	14	5	3,6–18	6	1,1	0,85	3	0,5	0,4	–	0,13	23	П от $L_{кр}$
	15	3	16	6	0,3–1,5	0,9	2	0,5	0,4	–	0,13	24	П от l_k
	16	2	18	6	1,5	0,6–0,9	2	0,5	0,4	–	0,13	25	П от φ
6.5, в	17	5–50	10	8	–	0,6	2	0,4	–	0,32	0,1	26	П от $G_{гр}$
	18	15	7,5–34,5	8	–	0,65	2	0,5	–	0,32	0,12	27	П от $L_{кр}$
	19	25	15	8	–	0,6–0,9	2	0,8	–	0,4	0,15	28	П от φ
	20	5–50	20	8	–	0,7	3	1,0	–	0,4	0,18	29	П от $G_{гр}$
	21	30	7,5–34,5	8	–	0,75	3	1,2	–	0,5	0,2	30	П от $L_{кр}$
	22	35	25	8	–	0,6–0,9	3	1,5	–	0,5	0,24	31	П от φ
	23	5–50	30	8	–	0,8	4	2,0	–	0,6	0,3	32	П от $G_{гр}$
	24	40	7,5–34,5	8	–	0,85	4	2,5	–	0,63	0,32	33	П от $L_{кр}$

7 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КОЗЛОВЫХ ОДНОБАЛОЧНЫХ И ДВУХБАЛОЧНЫХ КРАНОВ

Общие положения

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

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

В козловых кранах, так же, как и в мостовых, реализуются три самостоятельные операции: подъем – опускание груза на требуемую высоту, перемещение груза по мосту крана поперек обслуживаемой площадки и пере-

мещение груза краном вдоль обслуживаемой площадки. Выполнение этих операций позволяет перемещать грузы в любые точки склада прямоугольной формы.

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

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

Козловые краны эксплуатируют на открытых складах, обслуживаемых средствами наземного рельсового и безрельсового транспорта. Грузоподъемность кранов – 3,2–50 т, пролеты – 10–40 м, высота подъема груза – 7–16 м, скорость подъема – 5–10 м/мин, передвижения тележки – 20–40 м/мин, передвижения крана – 20–60 м/мин.

Козловые краны предназначены для перегрузки штучных и сыпучих грузов.

По количеству балок моста краны бывают однобалочные и двухбалочные.

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

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

К основным параметрам козловых кранов относятся грузоподъемность, пролет, вылеты консолей, рабочие вылеты консолей, высота подъема захватного органа над уровнем головок подкрановых рельсов, скорости рабочих движений, расстояние от грузовой подвески до передней грани опорной стойки.

Для устойчивого передвижения кранов по крановым путям должно быть обеспечено определенное (обычно 1:5–1:7) отношение пролета к колесной базе. Ширина ходовых тележек и нижних частей крана определяет возможные пределы приближения к подкрановым путям штабелей груза, транспортных средств, сооружений и наземного оборудования. Имеет значение также и уровень расположения выступающих элементов ходовой части.

При производстве погрузочно-разгрузочных работ применяют бесконсольный кран, схема которого приведена на рисунке 7.1.

Кран состоит из моста 4 балочной или решетчатой конструкции, опертого на две пары стоек 1 и 6. По мосту крана передвигается грузовая тележка 5.

Краны грузоподъемностью до 5 т обычно имеют мост в форме двутавра, по которому передвигается электроталь. Козловые краны различают по виду соединения моста со стойками: жесткое или шарнирное. При больших пролетах козловой крана одну пару стоек соединяют с мостом жестко (стойки 1), а другую – шарнирно, что исключает опасность возникновения значительных напряжений в металлоконструкции крана при воздействии переменных температур или отклонения размера колеи кранового пути от номинального значения.

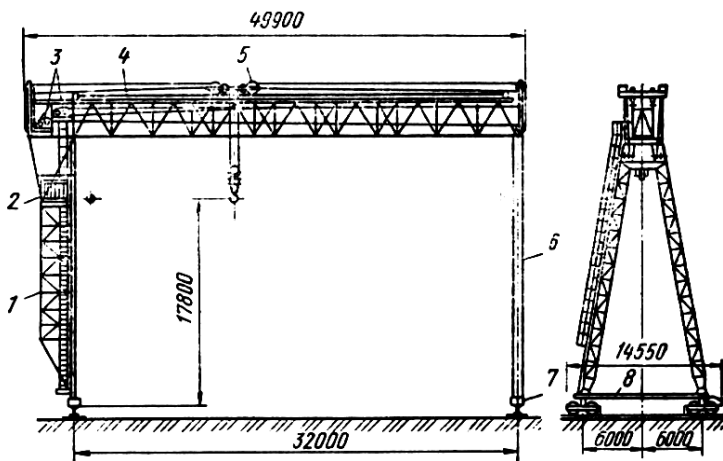


Рисунок 7.1 – Бесконсольный козловой кран

Стойки крана опираются на четыре ходовые тележки 7. Две ходовые тележки (по одной с каждой стороны крана) – приводные для передвижения крана вдоль рельсового пути. Для обеспечения устойчивости крана стойки попарно (в плоскости движения крана) связаны жесткими тягами 8. Кабину управления 2 обычно размещают на стойке крана, жестко связанной с мостом. На специальной платформе над этой стойкой размещают механизмы подъема груза и передвижения грузовой тележки 3, если они не установлены на раме самой тележки. Для обслуживания металлоконструкций и механизмов грузоподъемных кранов устанавливают лестницы и ограждения.

Устройство однобалочного одноконсольного козлового крана аналогично бесконсольному с отличием в том, что имеется одна консоль (рисунок 7.2).

Схема однобалочного двухконсольного крана приведена на рисунке 7.3. Кран оборудован монорельсовой тележкой, перемещающейся с помощью тягового каната. Лебедки механизмов подъема груза и перемеще-

ния тележки смонтированы на мосту над жесткой опорой. В грейферном исполнении кран оборудуется дополнительной лебедкой для замыкания и размыкания челюстей грейфера. Устанавливается лебедка на мосту крана.

Электротали применяются в козловых кранах легкого и среднего режимов работы и соответствующей грузоподъемности. Однако следует иметь в виду, что технические характеристики и эксплуатационные качества электроталей не полностью удовлетворяют условиям работы на козловых кранах. Тали недостаточно защищены от атмосферных осадков, поэтому на мосту крана следует предусматривать специальный стояночный участок, оборудованный щитом, предотвращающим попадание осадков на корпус электротали.

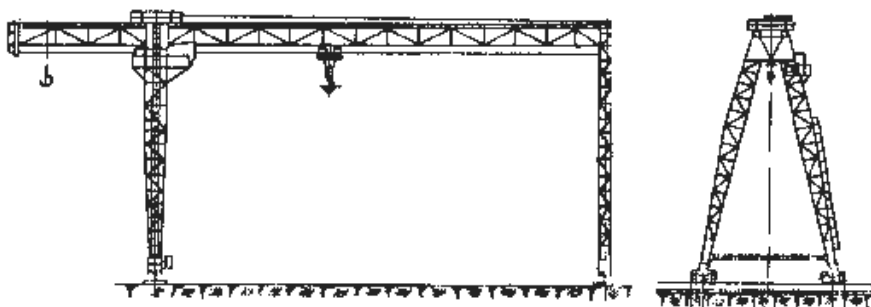


Рисунок 7.2 – Однобалочный одноконсольный козловой кран

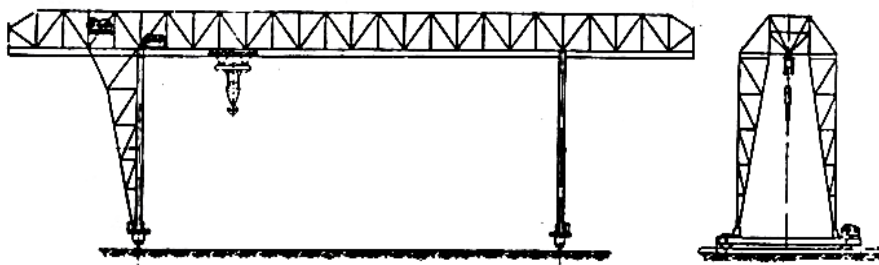


Рисунок 7.3 – Однобалочный двухконсольный козловой кран

Серийно выпускаемые тали имеют одну скорость подъема груза (0,13 м/с) и передвижения (0,33 м/с), что не всегда удовлетворяет условиям работы. Отсутствует тормоз механизма передвижения. Это резко снижает точность установки тали и не гарантирует ее от самопроизвольного пере-

мещения вдоль моста при действии случайных нагрузок. Крюковая обойма, подвешенная на двух ветвях, слабо сопротивляется закручиванию, неизбежному при навеске на крюк поворотного захватного органа.

Схема козлового двухбалочного двухконсольного крана приведена на рисунке 7.4.

Кран состоит из двухбалочного моста 1, шарнирно смонтированного на двух опорах. На верхних поясах главных балок уложены рельсы, по которым перемещается грузовая тележка 2. Токосподвод к ее исполнительным механизмам осуществляется посредством гибкого кабеля 4, скользящего на шторной подвеске по натянутой вдоль моста струне. Каждая опора состоит из двух стоек 8, шарнирно связанных с мостом. Стойки опор соединены друг с другом внизу стяжками 9, а вверху – специальными шарнирно-троссовыми уравнивательными механизмами 7. Стяжки 9 устанавливают после перевода крана в рабочее положение при монтаже. Уравнивательный механизм обеспечивает синхронный подъем стоек, выбирая возможные перекосы. Стойки жестко крепятся к рамам ходовых тележек 10, опирающихся своими ходовыми колесами на два подкрановых рельса 13. Приводными выполняются две или четыре тележки. Питание крана электроэнергией осуществляется от главных троллей 6 посредством токосъемников 5. Управление краном происходит из кабины 12, жестко закрепленной на нижнем поясе моста. Для входа в кабину смонтирована лестница 11. Мост оборудован металлическими настилами с ограждениями 3 для прохода по крану и его обслуживания.

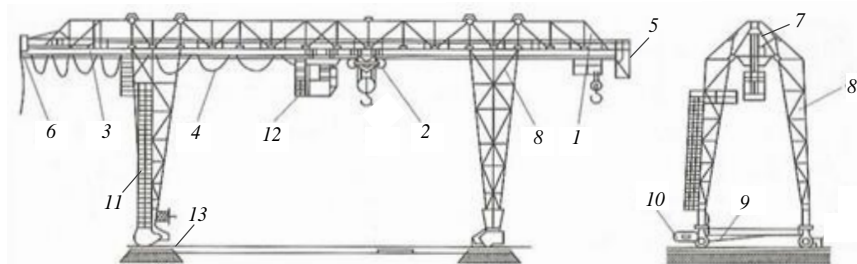


Рисунок 7.4 – Козловой двухбалочный двухконсольный кран

Козловой контейнерный кран (рисунок 7.5) предназначен для перегрузки контейнеров массой брутто 10–30 т. Мост крана представляет собой прямоугольную сварную раму из двух широко расставленных главных балок 1, жестко связанных с двумя концевыми балками 8 посредством угловых коробок 9. Главные и концевые балки имеют коробчатую форму.

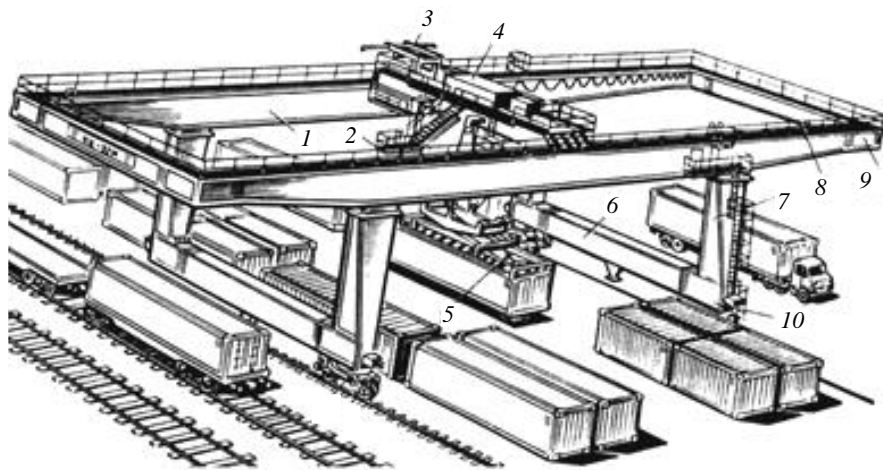


Рисунок 7.5 – Козловой контейнерный кран

По рельсам, уложенным на верхних поясах главных балок, перемещается посредством четырех приводных колес грузовая тележка 4, на сварной раме которой смонтированы механизм подъема, поворота грузозахватного устройства, аппаратные кабины, вспомогательный кран 3 и кабина управления 2. К грузовой тележке через механизм подъема подвешен автоматический захват (спредер) 5 с помощью пространственного полиспаста.

Вспомогательный кран предназначен для обслуживания механизмов козлового крана при монтаже, профилактике и ремонте. Кран выполнен консольным стреловым, поворотным на колонне.

Главные балки жестко связаны с четырьмя стойками 7, опирающимися на коробки 10 ходовых частей крана, связанные растяжками 6.

Кран оснащен всеми устройствами безопасной эксплуатации. В их числе – ограничитель высоты подъема, ограничитель грузоподъемности, автоматические рельсовые захваты, сигнализаторы скорости ветра, приборы звуковой сигнализации. Ограничитель грузоподъемности обеспечивает автоматическое отключение механизма подъема, если масса контейнера брутто превышает номинальную грузоподъемность на 10 % или если центр тяжести номинального груза в контейнере смещен относительно геометрического центра тяжести более чем на 1200 мм по длине и на 300 мм по ширине. Все крайние положения рабочих органов исполнительных механизмов крана обеспечены ограничителями хода. При открытых дверях кабины срабатывает блокировка, исключающая возможность передвижения крана и тележки.

Большие собственные массы козловых кранов для перегрузки крупнотоннажных контейнеров, массы брутто последних, а также большие скорости и ускорения рабочих органов кранов являются причиной высокой инерционности в периоды неустановившихся движений. Это существенно усложняет процесс управления исполнительными механизмами кранов, препятствуя, например, точной подводке спредера на контейнер или контейнера на транспортное средство. В этих условиях качественное выполнение погрузочно-разгрузочных операций обеспечивается возможностью работы исполнительных механизмов на основных рабочих скоростях и на скоростях доводочных.

Козловые краны используются и для работы с электромагнитами и грейферами. В этом случае на мосту и тележке крана устанавливаются дополнительные устройства, аналогичные, как у мостовых кранов.

Принципиальные схемы козловых кранов приведены на рисунке 7.6.

Расчет технической производительности крана выполняют по формуле

$$\Pi = \frac{3600G_{\text{гр}}}{\varphi T_{\text{ц}}},$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемого груза, т;

φ – коэффициент совмещения операций рабочего цикла крана;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла крана, с,

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{з}} + t_{\text{под}}^{\text{Г}} + t_{\text{ПК}}^{\text{Г}} + t_{\text{ПТТ}}^{\text{Г}} + t_{\text{ОП}}^{\text{Г}} + t_{\text{О}} + t_{\text{под}} + t_{\text{ПК}} + t_{\text{ПТТ}} + t_{\text{ОП}} + 6t_{\text{р.з}},$$

$t_{\text{з}}$ – время на захват груза, с;

$t_{\text{под}}^{\text{Г}}$ – время на подъем груза, с;

$t_{\text{ПК}}^{\text{Г}}$ – время на передвижение крана с грузом, с;

$t_{\text{ПТТ}}^{\text{Г}}$ – время на передвижение тельфера или тележки с грузом, с;

$t_{\text{ОП}}^{\text{Г}}$ – время опускания груза, с;

$t_{\text{О}}$ – время на освобождение груза, с;

$t_{\text{под}}$ – время на подъем грузозахватного устройства, с;

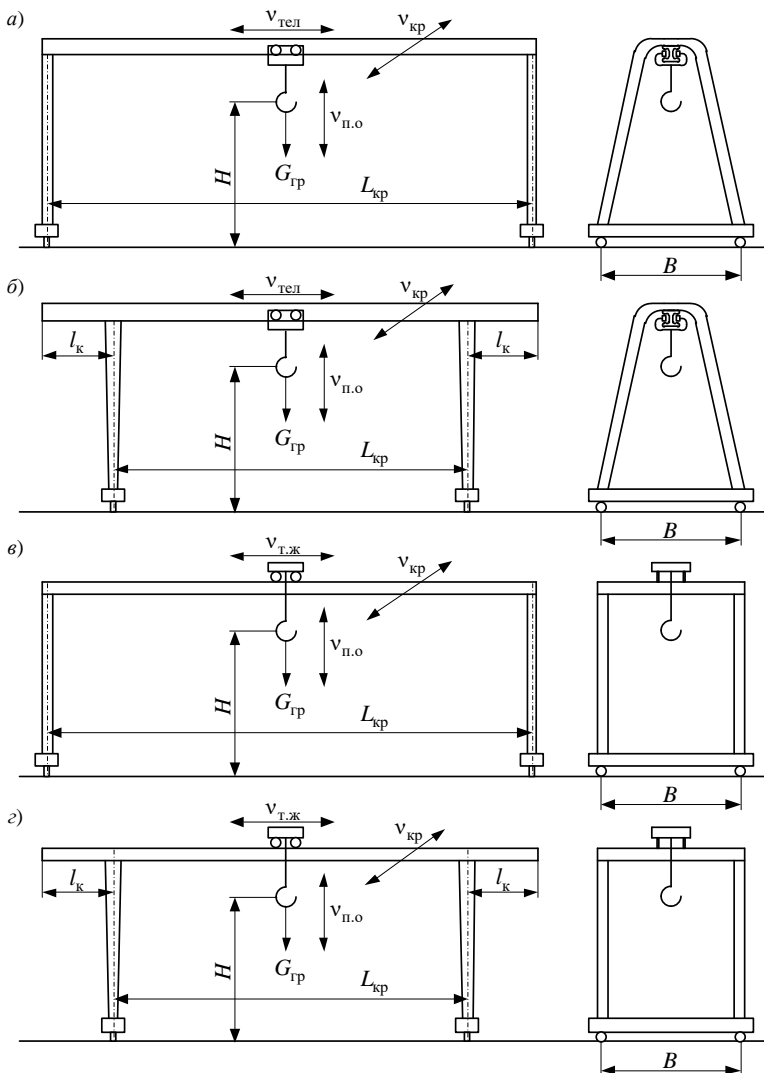
$t_{\text{ПК}}$ – время на передвижение крана без груза, с;

$t_{\text{ПТТ}}$ – время на передвижение тельфера или тележки без груза, с;

$t_{\text{ОП}}$ – время на опускание грузозахватного устройства, с;

$t_{\text{р.з}}$ – время на разгон, замедление, с.

Формулы для определения элементов $T_{\text{ц}}$ приведены в таблице 7.1.



Условные обозначения: $L_{кр}$ – пролет крана, м; H – высота подъема, м; $v_{кр}$ – скорость передвижения крана, м/с; $v_{тел}$ – скорость передвижения тельфера, м/с; $v_{п.о}$ – скорость подъема-опускания, м/с; $G_{гр}$ – масса перемещаемого груза, т; l_k – вылет консоли, м; $v_{т.ж}$ – скорость передвижения тележки, м/с; B – база крана, м

Рисунок 7.6 – Принципиальные схемы козловых кранов:

а – однобалочный бесконсольный; б – однобалочный двухконсольный; в – двухбалочный бесконсольный; г – двухбалочный двухконсольный

Таблица 7.1 – Формулы для определения элементов продолжительности рабочего цикла

Операции	Формулы определения времени выполнения операций для кранов, приведенных на рисунке 7.6			
	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>в</i>	<i>г</i>
$t_{\text{под}}^r$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$
$t_{\text{пк}}^r$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$
$t_{\text{птг}}^r$	$\frac{L_{\text{кр}}/2}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2 + l_{\text{к}}}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2}{v_{\text{т.ж}}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2 + l_{\text{к}}}{v_{\text{т.ж}}}$
$t_{\text{оп}}^r$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$
$t_{\text{под}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$
$t_{\text{пк}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$	$\frac{l_{\text{кр}}}{v_{\text{кр}}}$
$t_{\text{птг}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2 + l_{\text{к}}}{v_{\text{тел}}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2}{v_{\text{т.ж}}}$	$\frac{L_{\text{кр}}/2 + l_{\text{к}}}{v_{\text{т.ж}}}$
$t_{\text{оп}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$	$\frac{H/2}{v_{\text{п.о}}}$
t_3, t_0	Таблица 7.2			

Таблица 7.2 – Затраты времени на захват, наводку и освобождение груза различными грузозахватными устройствами

Вид груза	Грузозахватное устройство	Затраты времени, с	
		на захват и наводку t_3	на освобождение t_0
Контейнер массой брутто 10, 20, 30 т	Канатный строп	80–100	60–80
	Приводной захват (спредер)	10–20	4–8
Пачка круглого леса массой 3–8 т	Канатный строп	50	40
	Радиальный моторный рейфер	80	15
Пакет пиломатериалов массой 2–4 т	Канатный строп	50	15
	Вилочный подхват	40	10
Стеновые панели массой 2–6 т	Канатный строп	50	20
Лестничные марши		80	30
Тяжеловесные грузы, т: до 3 3,1–6,0		60	25
	93	35	
Пакеты кирпича на поддоне массой до 2 т	Специальный захват	25	6

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 7.3).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия козловых кранов (однобалочных, двухбалочных).
- 3 Рассчитать производительность кранов.
- 4 Построить графики зависимости производительности (Π) от показателя, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Таблица 7.3 – Исходные данные по вариантам

Кран, приведенный на рисунке	Вариант	$G_{гр}, т$	$L_{кр}, м$	$H, м$	$l_k, м$	ϕ	$t_{р.з}, с$	$v_{кр}, м/с$	$v_{тел}, v_{т.ж}, м/с$	$v_{п.о.}, м/с$	$l_{кр}, м$	Построить график зависимости
7.6, а	1	5–10	10	8	–	0,74	2	0,4	0,4	0,13	10	Π от $G_{гр}$
	2	6	10–20	10	–	0,76	2	0,5	0,5	0,13	11	Π от $L_{кр}$
	3	7	12	7–16	–	0,78	2	0,6	0,6	0,13	12	Π от H
	4	8	14	12	–	0,7–0,9	2	0,7	0,7	0,13	13	Π от ϕ
	5	9	16	14	–	0,80	2	0,3–1,0	0,8	0,13	14	Π от $v_{кр}$
	6	10	20	16	–	0,85	2	0,8	0,3–0,8	0,13	15	Π от $v_{тел} (v_{т.ж})$
7.6, б	7	5–10	12	8	1	0,76	3	0,3	0,3	0,14	16	Π от $G_{гр}$
	8	6	10–20	10	2	0,78	3	0,5	0,4	0,14	17	Π от $L_{кр}$
	9	7	14	7–16	3	0,80	3	0,7	0,5	0,14	18	Π от H
	10	8	16	12	3–5	0,85	3	0,9	0,6	0,14	19	Π от l_k
	11	9	18	14	4	0,7–0,9	3	1,0	0,7	0,14	20	Π от ϕ
	12	10	20	16	5	0,90	3	0,3–1,0	0,8	0,14	21	Π от $v_{кр}$
7.6, в	13	15–50	20	8	–	0,85	4	0,4	0,4	0,15	22	Π от $G_{гр}$
	14	20	15–40	10	–	0,80	4	0,5	0,5	0,15	23	Π от $L_{кр}$
	15	30	25	7–16	–	0,70	4	0,8	0,55	0,15	24	Π от H
	16	35	30	12	–	0,7–0,9	4	0,9	0,6	0,15	25	Π от ϕ
	17	40	35	14	–	0,75	4	0,3–1,0	0,7	0,15	26	Π от $v_{кр}$
	18	45	40	16	–	0,85	4	1,0	0,3–0,8	0,15	27	Π от $v_{тел} (v_{т.ж})$
7.6, г	19	15–50	20	8	1	0,72	3	0,5	0,3	0,16	28	Π от $G_{гр}$
	20	20	15–40	10	2	0,74	3	0,7	0,4	0,16	29	Π от $L_{кр}$
	21	30	25	7–16	3	0,80	3	0,8	0,5	0,16	30	Π от H
	22	35	30	12	3–5	0,85	3	0,85	0,6	0,16	31	Π от l_k
	23	40	35	14	4	0,7–0,9	3	0,9	0,7	0,16	32	Π от ϕ
	24	50	40	16	5	0,90	3	0,3–1,0	0,8	0,16	33	Π от $v_{кр}$

Содержание отчета

1 Принципиальные схемы козловых кранов (однобалочных, двухбалочных) с указанием основных параметров.

2 Описание работы козловых кранов и область их применения.

3 Расчеты по определению производительности кранов по заданному варианту.

4 График зависимости производительности кранов от параметров, указанных в задании (шаг изменения параметров: $G_{Гр} = 1$ т (для 1–12 вариантов), $G_{Гр} = 10$ т (для 13–24 вариантов); $L_{кр} = 1$ м; $H = 1$ м; $l_{к} = 1$ м; $\varphi = 0,1$; $v_{кр} = 0,1$ м/с; $v_{тел} (v_{т.ж}) = 0,1$ м/с).

5 Выводы по работе.

8 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ СТРЕЛОВЫХ КРАНОВ

Общие положения

Кранами стрелового типа называют краны, у которых грузозахватный орган подвешен к стреле или грузовой тележке, перемещающейся по стреле. Они используются на погрузочно-разгрузочных работах.

Стреловые краны разделяют на стационарные и передвижные.

Стационарные краны предназначены для погрузочно-разгрузочных работ при нестабильных и малых объемах работы.

Самоходные краны способны быстро перебазироваться с одного объекта на другой и сразу приступить к работе, что обеспечило их широкое внедрение на рассредоточенных объектах с небольшими объемами работы.

Термином «самоходные краны» определяется большая группа стреловых кранов, характеризующихся высокой транспортной маневренностью, независимым энергоснабжением и разнообразным рабочим оборудованием.

В качестве рабочего оборудования используются разнообразные стрелы и другие грузозахватные устройства.

По ходовому оборудованию краны классифицируются на пневмоколесные, гусеничные, автомобильные и на железнодорожном ходу.

Пневмоколесное оборудование более маневренное, допускает движение с большой скоростью по дорогам с твердым покрытием.

Краны с пневмоколесным ходовым оборудованием классифицируют на три группы: автомобильные – монтируемые на шасси стандартных грузовых автомобилей с крановыми механизмами, приводимыми от двигателя автомобиля непосредственно через вторичные (электрические, гидравлические) агрегаты; пневмоколесные со специализированным шассе с общим двигателем, приводящим в движение автомобиль и крановые механизмы непосредственно через вторичные двигатели; краны на специальном многоосном шасси и автомобильного типа с двумя двигателями, из

которых один (большей мощности) используется для передвижения крана, второй (меньшей мощности) – установлен на поворотной части крана и приводит (непосредственно или через вторичные двигатели) механизмы крана, управление которыми осуществляется из кабины, находящейся на его поворотной части.

Среди стреловых самоходных кранов широко распространены автомобильные краны, у которых функцию ходового устройства выполняет шасси грузового автомобиля.

Двигатель автомобиля, кроме своих основных функций, выполняет функции привода механизмов крана. В современных кранах групповой механический привод заменяется индивидуальным – электрическим или гидравлическим. Автомобильные краны устанавливаются на серийные и специальные автомобильные шасси, доработанные в соответствии с требованиями правил безопасной эксплуатации; грузоподъемность кранов зависит от массы серийных автомобилей и составляет от 4 до 40 т. Скорость передвижения по дорогам общего пользования ограничивается национальными правилами безопасной эксплуатации автомобильных кранов.

Автомобильные краны (рисунок 8.1) выполняют в виде оборудованной выносными опорами накладной рамы, закрепляемой на шасси автомобиля вместо кузова. На раме установлено опорно-поворотное устройство роликового типа, а на нем – поворотная часть крана со стрелой, механизмами и кабиной управления. В кранах с электроприводом механизмов стрелу выполняют решетчатой канатно-подвесной (см. рисунок 8.1, *а*), в кранах с гидравлическим приводом – жестко опертой телескопически раздвижной, управляемой гидроцилиндром (см. рисунок 8.1, *б*, *в*).

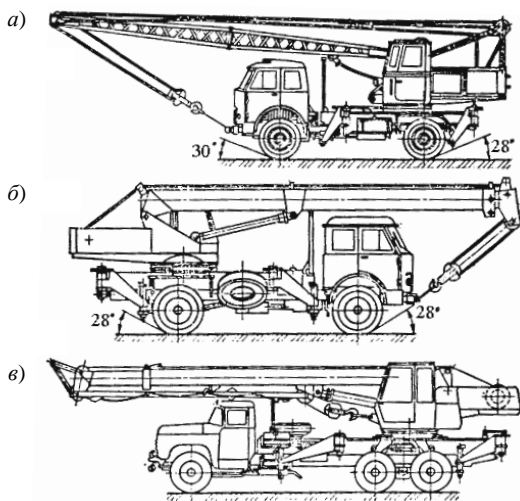


Рисунок 8.1 – Автомобильные краны

При гидравлическом приводе механизмы поворотной части крана резко упрощаются и сама поворотная часть становится более компактной. Применение гидравлического привода упрощает и передвижение крана с транспортной скоростью из-за меньшей длины стрелы, выступающей за габариты автомобиля.

Основная область использования автомобильных кранов – это погрузочно-разгрузочные работы.

Положительной особенностью автомобильных кранов является их высокая маневренность и передвижение по дорогам с высокими транспортными скоростями. При наличии механизма вспомогательного подъема краны могут работать с двухканатным грейфером и успешно использоваться при перегрузке сыпучих грузов.

В связи с лучшими технико-экономическими показателями краны с гидроприводом и телескопическими стрелами находят более широкое применение, чем краны с электроприводом и решетчатыми стрелами.

Если автомобильные краны не удовлетворяют условиям эксплуатации по грузоподъемности, применяют стреловые краны на специально проектируемых и изготавливаемых шасси, так называемые *пнеumoколесные краны* (рисунок 8.2).

Грузоподъемность пневмоколесных кранов – до 100 т, оборудуются стрелами длиной 10–25 м. Высота подъема достигает 46 м, вылет стрелы – 20–24 м. Привод всех механизмов пневмоколесных кранов, как правило, индивидуальный с двигателем постоянного тока. Эти краны имеют генераторные установки, приводимые от дизельных двигателей, но могут питаться и от внешней сети. По маневренности пневмоколесные краны уступают автомобильным.

Железнодорожный кран (рисунок 8.3) состоит из неповоротной платформы 1, смонтированной на двух двухосных тележках 2 на железнодорожном ходу, из которых две оси являются приводными. Платформа оборудована автосцепкой 5. На каждом буферном бруске над рельсами укреплено по два захвата 4, которыми схватывают головки рельсов на случай перегрузки крана. По концам рамы платформы смонтированы выносные опоры с домкратами (аутригеры) 3, предусмотренные для повышения устойчивости крана при подъеме груза. Рама неповоротной платформы подпрессорена, для увеличения жесткости крана в рабочем состоянии предусмотрены выключатели рессор.

По опорному кругу 6, укрепленному на неподвижной платформе, перекачиваются опорные катки поворотной платформы 7. На поворотной платформе смонтированы дизель-генераторная установка, питающая электроэнергией электродвигатели механизмов подъема груза, подъема и опускания стрелы (изменения вылета) и механизма вращения поворотной платформы, к которой шарнирно прикреплена грузоподъемная стрела 9, верхняя часть которой удерживается полиспастом 10, кабина управления 8. Механизм передвижения крана состоит из электродвигателя, подвешенного к неповоротной платформе, и зубчатой передачи движения на оси колес.

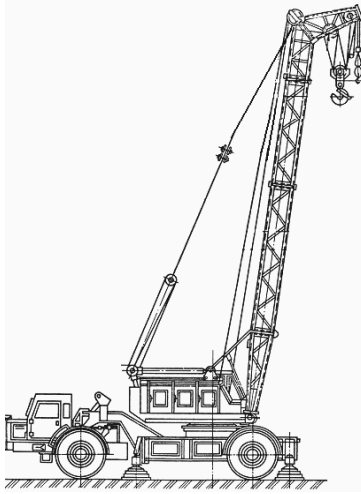


Рисунок 8.2 – Пневмоколесный кран

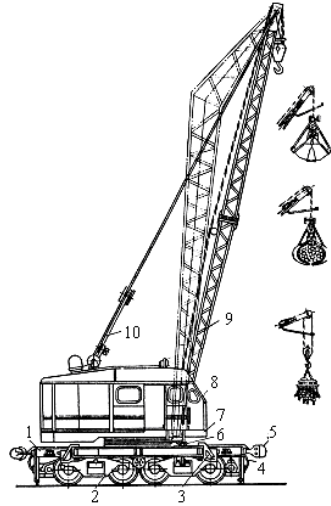


Рисунок 8.3 – Железнодорожный кран

Кроме дизелей, на кранах применяют и карбюраторные двигатели внутреннего сгорания, но с устройством группового привода механизма крана.

Стрела в транспортном положении укладывается на другую платформу, входящую в комплект оборудования крана.

Грузоподъемность легких и средних железнодорожных кранов – 20–30 т, тяжелых – 80–250 т. Вылет изменяется в пределах 4–28 м. Грузоподъемность этих кранов при расположении стрел вдоль пути приблизительно в 2 раза больше, чем при поперечном направлении при одинаковых запасах устойчивости. Скорость подъема – 1,15–32 м/мин, передвижения крана – 60–100 км/ч, частота вращения – до 0,5 об/мин для кранов большой грузоподъемности и 1,5 об/мин для более легких кранов. Предусмотрена доводочная частота вращения 0,05...0,1 об/мин. Минимальный вылет составляет 4–8 м, максимальный – 22–28 м. Время изменения вылета – 1–6 мин.

Принципиальная схема стрелового самоходного крана на железнодорожном ходу приведена на рисунке 8.4.

Техническая производительность стрелового крана определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600G_{\text{гр}}}{\phi T_{\text{ц}}},$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемого груза, т;

ϕ – коэффициент совмещения операций рабочего цикла крана;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла крана, с,

$$T_{ц} = t_3 + t_{\text{под}}^{\Gamma} + t_{\text{пк}}^{\Gamma} + t_{\text{пс}}^{\Gamma} + t_{\text{ивс}}^{\Gamma} + t_{\text{оп}}^{\Gamma} + t_o + t_{\text{под}} + t_{\text{ивс}} + t_{\text{пк}} + t_{\text{пс}} + 8t_{\text{р.з}},$$

t_3 – время на захват груза, с;

$t_{\text{под}}^{\Gamma}$ – время на подъем груза, с;

$t_{\text{пк}}^{\Gamma}$ – время на передвижения крана с грузом, с;

$t_{\text{пс}}^{\Gamma}$ – время поворота стрелы с грузом на угол α , с;

$t_{\text{ивс}}^{\Gamma}$ – время изменения вылета стрелы с грузом на угол β , с;

$t_{\text{оп}}^{\Gamma}$ – время опускания груза, с;

t_o – время отпускания груза, с;

$t_{\text{под}}$ – время на подъем грузозахватного устройства, с;

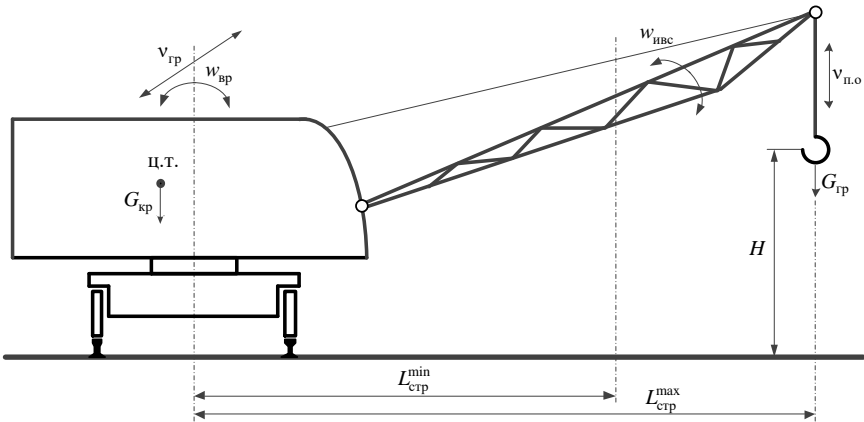
$t_{\text{ивс}}$ – время изменения вылета стрелы без груза, с;

$t_{\text{пк}}$ – время на передвижения крана без груза, с;

$t_{\text{пс}}$ – время на поворот стрелы крана без груза, с;

$t_{\text{р.з}}$ – время на разгон и замедление, с.

Формулы для определения элементов $T_{ц}$ приведены в таблице 8.1.



Условные обозначения: $G_{кр}$ – масса крана, т; $G_{гр}$ – масса поднимаемого груза, т; $L_{стр}^{\max}$, $L_{стр}^{\min}$ – максимальный и минимальный вылет стрелы, м; H – высота подъема, м; $v_{кр}$ – скорость передвижения крана, м/с; $v_{п.о.}$ – скорость подъема и опускания груза, м/с; $w_{ивс}$ – скорость изменения вылета стрелы, об/мин; $w_{вр}$ – скорость вращения поворотной части крана, об/мин

Рисунок 8.4 – Стреловой самоходный кран на железнодорожном ходу

Таблица 8.1 – Формулы для определения элементов продолжительности рабочего цикла

Операции	Формулы определения времени выполнения операций, с
t_3, t_o	Таблица 8.2
$t_{под}^r, t_{оп}^r, t_{под}$	$\frac{H / 2}{v_{п.о.}}$
$t_{пк}^r, t_{пк}$	$\frac{l_k}{v_{кр}}$
$t_{пс}^r, t_{пс}$	$\frac{\alpha}{6w}$
<i>Примечание</i> – l_k – расстояние перемещения крана, м; α – угол поворота поворотной части крана, град.	

Таблица 8.2 – Затраты времени на захват, наводку и освобождение груза различными грузозахватными устройствами

Вид груза	Грузозахватное устройство	Затраты времени, с	
		на захват и наводку t_3	на освобождение t_o
Контейнеры	Канатный строп	80–100	60–80
	Приводной захват (спердер)	10–20	4–8
Пачка круглого леса массой 3–8 т	Канатный строп	50	40
	Радиальный моторный грейфер	80	15
Пачка пиломатериалов массой 2–4 т	Канатный строп	50	15
	Радиальный моторный грейфер	40	10
Стеновые панели массой 2–6 т	Канатный строп	50	20
Лестничные марши		80	30
Тяжеловесные грузы: до 3 т 3,1–6,0		60	25
	93	35	
Пакеты кирпича на поддоне массой до 2 т	Специальный захват	25	6

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 8.3).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия стрелового самоходного крана на железнодорожном ходу.
- 3 Определить производительность крана.
- 4 Построить график зависимости производительности стрелового крана от показателя, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Таблица 8.3 – Исходные данные по вариантам

Вариант	$t_{ивс}^r$, $t_{ивс}$, с	$G_{гр}$, т	φ	H , м	l_k , м	α , град	$v_{кр}$, м/с	$v_{п.о.}$, м/с	w , об/мин	$t_{р.з.}$, с	График зависимости
1	5	3–10	0,7	5	15	30	1,1	0,1	0,5	2	П от $G_{гр}$
2	6	3	0,7–0,9	6	16	40	1,2	0,2	0,6	2	П от φ
3	7	4	0,72	5–10	17	50	1,3	0,3	0,7	2	П от H
4	8	5	0,74	7	15–30	60	1,4	0,4	0,8	2	П от l_k
5	9	6	0,76	8	18	30–120	1,5	0,5	0,9	2	П от α
6	10	7	0,78	9	19	70	1,0–3,0	0,1	1,0	2	П от $v_{кр}$
7	5	8	0,80	10	20	80	1,6	0,1–0,5	1,1	2	П от $v_{п.о.}$
8	6	9	0,82	5	21	90	1,7	0,2	0,5–1,5	2	П от w
9	5–10	10	0,84	6	22	100	1,8	0,3	1,2	3	П от $t_{ивс}^r$
10	8	3–10	0,86	7	23	110	1,9	0,4	1,3	3	П от $G_{гр}$
11	9	3	0,7–0,9	8	24	120	2,0	0,5	1,4	3	П от φ
12	10	4	0,7	5–10	25	30	2,1	0,1	1,5	3	П от H
13	5	5	0,72	9	15–30	40	2,2	0,2	0,5	3	П от l_k
14	6	6	0,74	10	26	30–120	2,3	0,3	0,6	3	П от α
15	7	7	0,76	5	27	50	1,0–3,0	0,4	0,7	3	П от $v_{кр}$
16	8	8	0,78	6	28	60	2,4	0,1–0,5	0,8	3	П от $v_{п.о.}$
17	9	9	0,80	7	29	70	2,5	0,5	0,5–1,5	4	П от w
18	5–10	10	0,82	8	30	80	2,6	0,1	0,9	4	П от $t_{ивс}^r$
19	10	3–10	0,84	9	15	90	2,7	0,2	1,0	4	П от $G_{гр}$
20	9	3	0,7–0,9	10	16	100	2,8	0,3	1,1	4	П от φ
21	8	4	0,86	5–10	17	110	2,9	0,4	1,2	4	П от H
22	7	5	0,9	5	15–30	120	3,0	0,5	1,3	4	П от l_k
23	6	6	0,7	6	18	30–120	3,0	0,4	1,4	4	П от α
24	5	7	0,8	7	19	100	1,0–3,0	0,3	1,5	4	П от $v_{кр}$

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема стрелового самоходного крана на железнодорожном ходу с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы стрелового крана и область его применения.
- 3 Расчеты по определению производительности стрелового крана.
- 4 График зависимости производительности стрелового крана от параметра, указанного в задании (шаг изменения параметров: $t_{ивс}^r(t_{ивс}) = 1$ с;

$G_{\text{гр}} = 1 \text{ т}$; $\varphi = 0,1$; $H = 1 \text{ м}$; $l_{\text{к}} = 5 \text{ м}$; $\alpha = 20^\circ$; $v_{\text{кр}} = 0,5 \text{ м/с}$; $v_{\text{п.о}} = 0,1 \text{ м/с}$;
 $w = 0,2 \text{ об/мин}$).

5 Выводы по работе.

9 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ КРАНОВ-ШТАБЕЛЕРОВ

Общие положения

Краны-штабелеры используют для установки стандартных пакетов и длинномерных грузов на стеллажи и съема их со стеллажей в высокомеханизированных складах с многоярусным складированием.

Кран-штабелер представляет собой грузоподъемную машину циклического действия, передвигающуюся по рельсовым путям и оборудованную вертикальной колонной, по которой перемещается захват или специальная платформа.

К основным параметрам кранов-штабелеров относятся: грузоподъемность, высота подъема груза, размеры, скорости механизмов, пролет (мостовые).

Грузоподъемность может быть от 0,1 до 30 т, высота подъема – 6–40 м, скорость подъема грузозахватного органа – 0,125–0,500 м/с, скорость передвижения крана – 0,4–2,5 м/с, скорость передвижения грузовой тележки – 0,125–0,630 м/с, скорость выдвижения грузозахватного органа – 0,125–0,250 м/с.

Мостовые краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной подвесные (рисунок 9.1, а) и опорные (рисунок 9.1, б) имеют мост 10, 3, перекрывающий весь пролет склада. На концевых балках моста установлены механизмы передвижения 9, 4. Мост передвигается вдоль склада по рельсам (двугаврам) 5, 9. Мост может быть в виде двугавра и балок.

Вдоль продольных балок моста 10 и 3, передвигается тележка 11, 2 с вертикальной поворотной колонной 1, на которой располагается подъемная каретка 6 с грузозахватными вилами 7 и кабиной управления 8. Тележка может быть опорного и подвесного типов. На платформе тележки размещают механизмы подъема каретки с грузозахватными вилами и поворота колонны. Поворот колонны осуществляют на 90, 180 и 360°. Подача электроэнергии ко всем механизмам производится по гибкому кабелю 12.

Мостовые краны-штабелеры имеют грузоподъемность 0,125–12,000 т, пролеты – 5,1–28,5 м, высоту подъема грузозахватного органа – 4,8–13,2 м, скорости подъема – 0,125–0,300 м/с. Поворотные колонны могут быть выполнены жесткими или выдвижными телескопическими. В зависимости от типа перегружаемых грузов вместо грузозахватных вилок применяют вакуумные, магнитные, клещевые и другие виды грузозахватных приспособлений.

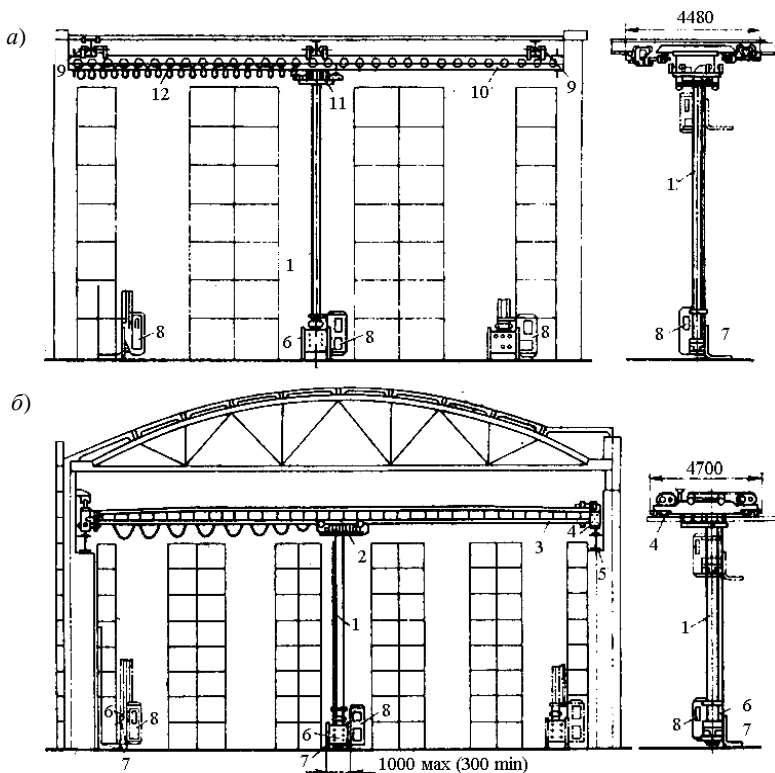


Рисунок 9.1 – Мостовые краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной

Мостовые краны-штабелеры, управляемые с пола, применяют на складах с высотой до 7,2 м (плохой обзор верхних ячеек), а управляемые из кабины – с высотой не менее 8,4 м и не более 13,2 м (для кранов грузоподъемностью до 5 т) и 15,6 м (для грузоподъемности до 12,5 т). Это вызвано тем, что для создания требуемой жесткости колонны с грузом и металлоконструкций моста при увеличении высоты крана-штабелера свыше указанной необходимо увеличить его массу и габариты и, следовательно, ухудшить его экономические показатели.

В многопролетных складах краны-штабелеры подвесного типа обеспечивают возможность передачи грузов из одного пролета в другой. Для этого между пролетами устанавливают неподвижные монорельсовые пути, на которые передвигают тележки с грузом.

Стеллажные краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной, опирающиеся на напольный рельс б (рисунок 9.2), исключают недостатки предыдущих, поэтому они получили наибольшее распространение на практике.

Привод механизмов подъема 3 и передвижения 4 тележки 5 расположен внизу и удобен для ремонта и технического обслуживания. Тележка перемещается по напольному рельсу 6. Вертикальная ферма жестко закреплена на тележке, а сверху поддерживается через ролики направляющим рельсом 1. По вертикальной ферме передвигается подъемная каретка 2 с грузозахватными устройствами и кабиной управления. В кранах-штабелерах в механизмах подъема и передвижения применяют электродвигатели постоянного тока. Это позволяет обеспечить более точную установку грузов в складские ячейки стеллажей. Управление кранами-штабелерами может быть ручное и автоматическое.

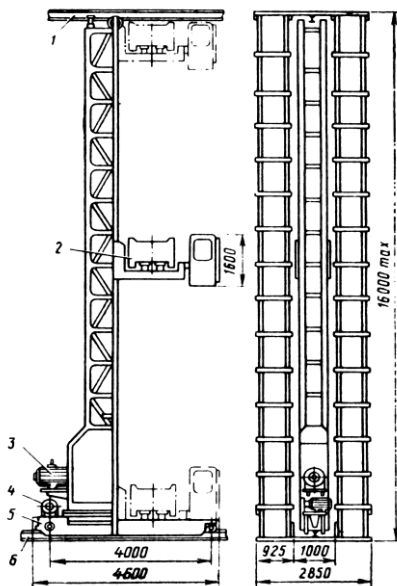


Рисунок 9.2 – Стеллажные краны-штабелеры с одной грузоподъемной колонной, опирающиеся на напольный рельс

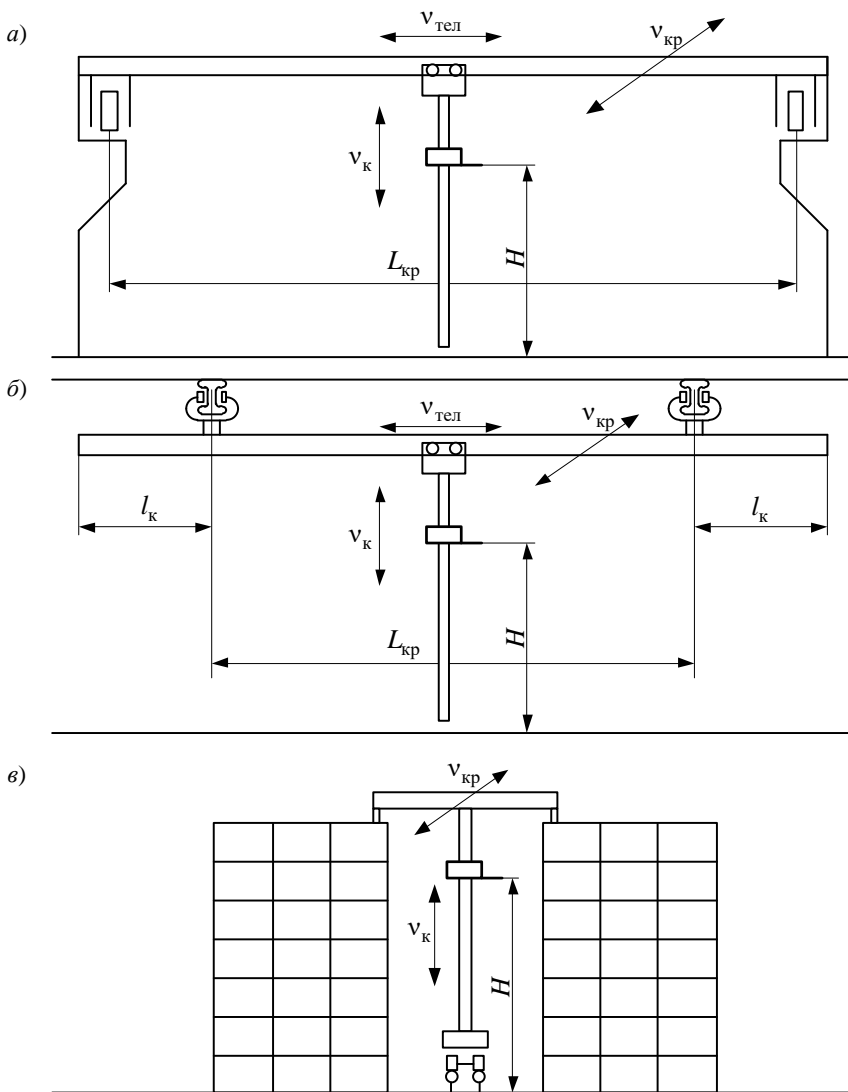
Основные параметры кранов-штабелеров представлены на рисунке 9.3. Техническая производительность мостового крана-штабелера опорного, подвесного и стеллажного типов определяется по формуле

$$P_{\text{тех}} = \frac{3600G_{\text{гр}}}{\phi T_{\text{ц}}},$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемого груза, т;

ϕ – коэффициент совмещения операций;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла крана, с.



Условные обозначения: $L_{кр}$ – пролет крана, м; H – высота подъема, м; $v_{кр}$ – скорость передвижения крана, м/с; $v_{тел}$ – скорость передвижения тележки, м/с; $v_{к}$ – скорость передвижения каретки, м/с; $l_{к}$ – вылет консоли, м

Рисунок 9.3 – Принципиальные схемы кранов-штабелеров:

а – мостового опорного типа; б – мостового подвешенного типа; в – стеллажного типа

$$T_{ц} = t_{з.г} + \frac{l_{кр}^{\Gamma}}{v_{кр}} + \tau_{р.з} + \frac{h_{п}^{\Gamma}}{v_{п.о}} + \tau_{р.з} + t_{y}^{\Gamma} + \frac{l_{к}}{v_{кр}} + \tau_{р.з} + \frac{h_{о}}{v_{п.о}} + \tau_{р.з} =$$

$$= t_{з.г} + t_{y}^{\Gamma} + \frac{l_{кр}^{\Gamma} + l_{к}}{v_{кр}} + \frac{h_{п}^{\Gamma} + h_{о}}{v_{п.о}} + 4\tau_{р.з},$$

где $t_{з.г}$ – время на захват груза, с;

$l_{кр}^{\Gamma}$ – расстояние перемещения крана с грузом, м;

$v_{кр}$ – скорость перемещения крана, м/с;

$\tau_{р.з}$ – время на разгон и замедление, с;

$h_{п}^{\Gamma}$ – высота подъема груза, м;

$v_{п.о}$ – скорость подъема, опускания каретки по колонне, м/с;

t_{y}^{Γ} – время на установку груза в ячейку стеллажа, с;

$l_{к}$ – расстояние перемещения крана без груза, м;

$h_{о}$ – расстояние опускания каретки без груза, м.

Расстояние перемещения крана ($l_{кр}^{\Gamma}$, $l_{к}$) принимается 0,5 длины стеллажа ($l_{ст}$), а высота подъема-опускания ($h_{п}^{\Gamma}$, $h_{о}$) – 0,5 высоты стеллажа ($H_{ст}$).

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 9.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия крана-штабелера.
- 3 Определить производительность крана-штабелера.
- 4 Построить график зависимости технической производительности ($\Pi_{тех}$) от показателя, указанного в варианте.
- 5 Выводы по работе.

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема крана-штабелера с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы крана-штабелера.
- 3 Расчеты по определению производительности.
- 4 График зависимости производительности крана-штабелера и параметра, указанного в задании (шаг изменения параметров: $G_{гр} = 1$ т; $l_{ст} = 10$ м; $H_{ст} = 2$ м; $v_{кр} = 0,52$ м/с; $v_{п.о} = 0,1$ м/с).
- 5 Выводы по работе.

Таблица 9.1 – Исходные данные по вариантам

Наименование крана-штабелера	Вариант	$G_{гр},$ т	φ	$t_{з.г},$ с	$t_{y}^v,$ с	$l_{ст},$ м	$H_{ст},$ м	$v_{кр},$ м/с	$v_{п.о.},$ м/с	$\tau_{р.з},$ с	Построить график зависимости
Мостовой кран-штабелер опорного типа (рисунок 9.3, а)	1	1–12	0,6	4	6	30	6	0,4	0,2	2	П от $G_{гр}$
	2	3	0,6	4	6	30–60	8	0,8	0,3	2	П от $l_{ст}$
	3	5	0,6	4	6	35	6–20	1,2	0,4	2	П от $H_{ст}$
	4	8	0,6	4	6	40	10	0,4–2,5	0,5	2	П от $v_{кр}$
	5	10	0,6	4	6	45	12	1,4	0,12–0,63	2	П от $v_{п.о.}$
	6	1–12	0,6	4	6	50	14	1,6	0,6	2	П от $G_{гр}$
	7	4	0,6	4	6	30–60	16	1,8	0,5	2	П от $l_{ст}$
	8	6	0,6	4	6	30	6–20	2,0	0,4	2	П от $H_{ст}$
Мостовой кран-штабелер подвесного типа (рисунок 9.3, б)	9	9	0,7	5	5	40	18	0,4–2,5	0,3	3	П от $v_{кр}$
	10	11	0,7	5	5	50	20	2,5	0,12–0,63	3	П от $v_{п.о.}$
	11	1–12	0,7	5	5	60	10	0,4	0,2	3	П от $G_{гр}$
	12	1	0,7	5	5	30–60	11	0,5	0,3	3	П от $l_{ст}$
	13	3	0,7	5	5	30	6–20	0,6	0,4	3	П от $H_{ст}$
	14	4	0,7	5	5	40	12	0,4–2,5	0,5	3	П от $v_{кр}$
	15	5	0,7	5	5	50	13	0,7	0,12–0,63	3	П от $v_{п.о.}$
	16	1–12	0,7	5	5	60	14	0,8	0,6	3	П от $G_{гр}$
Стеллажный кран-штабелер (рисунок 9.3, в)	17	6	0,8	6	4	30–60	15	0,9	0,5	4	П от $l_{ст}$
	18	7	0,8	6	4	35	6–20	1,0	0,4	4	П от $H_{ст}$
	19	8	0,8	6	4	40	10	0,4–2,5	0,6	4	П от $v_{кр}$
	20	9	0,8	6	4	45	15	1,2	0,12–0,63	4	П от $v_{п.о.}$
	21	1–12	0,8	6	4	50	20	1,4	0,55	4	П от $G_{гр}$
	22	10	0,8	6	4	30–60	20	1,6	0,5	4	П от $l_{ст}$
	23	11	0,8	6	4	55	6–20	1,8	0,45	4	П от $H_{ст}$
	24	12	0,8	6	4	60	15	0,4–2,5	0,4	4	П от $v_{кр}$

10 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОГРУЗЧИКОВ

Общие положения

Погрузчики периодического (циклического) действия предназначены для погрузки (выгрузки) в транспортные средства, контейнеры и складской перегрузки штучных, насыпных и мелкокусковых грузов.

Механические погрузчики – это самоходные машины на колесном или гусеничном ходу с приводом от электродвигателя и питанием от аккумуляторной батареи или от внешней сети по гибкому кабелю или с приводом от двигателя внутреннего сгорания (карбюраторного, дизельного), позволяющие циклично перемещать груз в результате перемещения самого погрузчика и его рабочих органов.

В зависимости от источника энергии питания привода погрузчики разделяются на электропогрузчики и автопогрузчики, а по конструкции основного рабочего органа – на вилочные и ковшовые. У вилочных погрузчиков основным рабочим органом являются вилы, а у ковшовых – ковш. В качестве сменных грузозахватных устройств могут использоваться стрелы, грейферы, различные механические захваты. Использование сменного рабочего оборудования увеличивает универсальность погрузчика.

Вилочные погрузчики, в зависимости от расположения рабочего органа грузоподъемника и способа выполнения перегрузочных операций, разделяются на фронтальные с передним расположением рабочего органа и боковые с расположением рабочего органа сбоку, а по устройству – с неподвижным грузоподъемником относительно корпуса погрузчика и с подвижным (выдвижным); с неповоротным грузоподъемником относительно продольной оси погрузчика или смещаемым вдоль оси переднего моста погрузчика.

Одноковшовые погрузчики разделяются на фронтальные с передним зачерпыванием и передней разгрузкой ковша, полуповоротные с передним зачерпыванием и боковой разгрузкой ковша.

По назначению погрузчики бывают: универсальные (для работы с различными грузами); специальные (для перегрузки и транспортирования длинномерных грузов, крупногабаритных, для работы в трюмах судов, загрузки и выгрузки в контейнеры, штабелирования на большую высоту, транспортирования).

Для работы внутри вагонов и складов закрытого типа необходимы малогабаритные погрузчики, обладающие высокой маневренностью. В закрытых помещениях используются электропогрузчики и автопогрузчики, оборудованные нейтрализаторами выхлопных газов, а на открытых складских площадках – автопогрузчики.

Основные исполнительные механизмы авто- и электропогрузчиков аналогичны. Погрузчики снабжают унифицированными механизмами сталкивания груза с вилок; механизмом опрокидывания ковша; боковыми или вертикальными зажимами для захвата и удержания груза; механизмом, приводящим в действие грейферный захват; механизмом наклона или выдвижения рамы грузоподъемника; механизмом поворота и перемещения вил в горизонтальной плоскости и др.

Каждый погрузчик характеризуется своими размерами, радиусом поворота, высотой подъема груза, грузоподъемностью, рабочими скоростями, производительностью, устойчивостью и массой.

Габаритные размеры и радиус поворота определяют маневренность погрузчика, возможность прохода его в двери складов, вагонов, в трюмы судов, а также ширину проездов в складах. Высота подъема грузов определяет высоту штабелей и влияет на эффективность использования складов. Рабочие скорости погрузчика (передвижения, подъема и опускания груза, наклона рамы грузоподъемника) определяют его производительность.

Колесные погрузчики выпускаются на трехопорном и четырехопорном шасси. При трехопорном шасси управляемым обычно является одинарное колесо. Такие погрузчики имеют наиболее простой механизм поворота и отличаются повышенной маневренностью, поскольку требуют меньше места для разворота. При четырехопорном шасси управляемые колеса при маневрировании погрузчика должны поворачиваться на разные углы. Это существенно усложняет механизм поворота, обычно выполняемый с применением рулевой трапеции. Управляемыми являются, как правило, задние колеса. Погрузчики с трехопорным шасси менее устойчивы к боковому опрокидыванию, чем четырехопорные.

Ходовые колеса погрузчиков могут быть оборудованы пневматическими или массивными резиновыми шинами. Первые используют при работе на открытых площадках, вторые – в закрытых помещениях.

Электропогрузчики используются для погрузки и выгрузки тарноштучных грузов в вагоны, для работы в складах, цехах, трюмах судов. Грузоподъемность – 0,8–2,0 т, высота подъема груза – 2,0–4,5 м.

Основные исполнительные размеры погрузчиков приведены на рисунке 10.1.

Крупногабаритные автопогрузчики с фронтальным расположением грузозахватных устройств устроены аналогично малогабаритным, но имеют большие размеры, грузоподъемность.

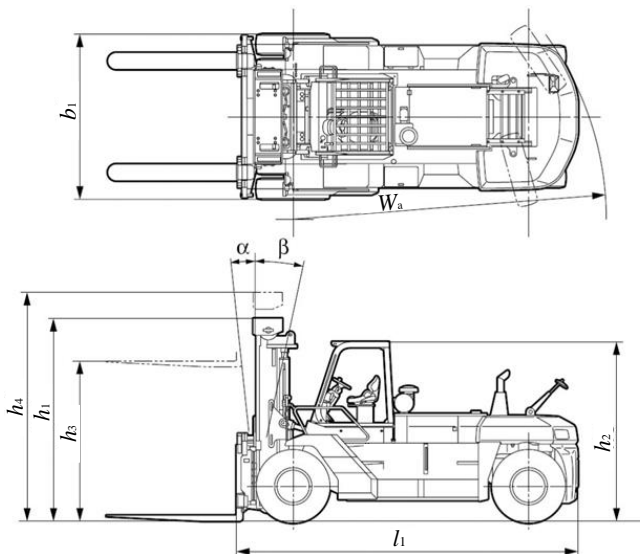
Одноковшовыми погрузчиками называются самоходные погрузочно-разгрузочные машины с рабочим органом в виде установленного на конце подъемной стрелы ковша.

Одноковшовые погрузчики применяют главным образом для погрузки в транспортные средства насыпных и кусковых материалов. Иногда погрузчики используют для выгрузки насыпных материалов из железнодорожных вагонов.

Замена ковша специальными захватами позволяет использовать эти машины для переработки штучных, в том числе лесных, грузов и превращает их в универсальные погрузчики.

У одноковшового погрузчика *черпающего действия с передней разгрузкой и жесткой рамой* (рисунок 10.2) впереди кабины на шасси установлен портал 1, несущий погрузочное оборудование: фасонную изогнутую стрелу 3 с двумя рычагами 6, соединенными шарнирно тягами-толкателями 2 с пово-

ротным ковшом 5, и две пары гидравлических поршневых цилиндров двустороннего действия 7 и 8, выполняющих подъем-опускание стрелы и поворот ковша в продольной и вертикальной плоскостях. Стрела ковша снабжена лыжами 4 для опирания на грунт при зачерпывании груза.



Условные обозначения: h_3 – высота подъема груза; h_1, h_4 – максимальная и минимальная высота погрузчика; l_1 – длина погрузчика; b_1 – ширина погрузчика; h_2 – высота погрузчика; W_a – радиус поворота (внешний); α, β – угол наклона рамы грузоподъемника вперед и назад от вертикального положения
Рисунок 10.1 – Основные исполнительные размеры погрузчиков

Производительность погрузчиков определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600G_{\text{гр}}}{\varphi T_{\text{ц}}},$$

где $G_{\text{гр}}$ – масса перемещаемого груза, т;

φ – коэффициент совмещения операций рабочего цикла погрузчика (принимается $\varphi = 0,95$);

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла погрузчика, с.

Продолжительность рабочего цикла для вилочного фронтального погрузчика определяется по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{зв}}^{\text{r}} + t_{\text{о.п.ш}}^{\text{r}} + t_{\text{п.т.п}}^{\text{r}} + t_{\text{р.п}}^{\text{r}} + t_{\text{п}}^{\text{r}} + t_{\text{п.ш}}^{\text{r}} + t_{\text{под}}^{\text{r}} + t_{\text{уст}}^{\text{r}} + t_{\text{р.п}} + t_{\text{п.т.п}} + t_{\text{п}} + t_{\text{п.м.в.г}} + t_{\text{п.о.в}},$$

где $t_{\text{зв}}^{\text{r}}$ – время завода вил в просвет груженного поддона, с (принимается 3 с);

- $t_{о.п.ш}^Г$ – время на отрыв поддона с грузом от пола или штабеля (наклон рамы грузоподъемника), с (принимается 10 с);
- $t_{п.т.п}^Г$ – время на подъем вил с поддоном в транспортное положение (если берется нижний поддон или опускание, если верхний), с;
- $t_{р.п}^Г$ – время на разворот погрузчика с груженным поддоном, с (принимается 15 с);
- $t_{п}^Г$ – время на передвижение погрузчика с груженным поддоном, с;
- $t_{п.п.ш}^Г$ – время на подъезд к месту штабелирования с груженным поддоном, с (принимается 8 с);
- $t_{под}^Г$ – время на подъем поддона с грузом (установка на второй и выше ярусы) или опускание (установка на первый ярус), с;
- $t_{уст}^Г$ – время на установку груза в штабель (наклон рамы грузоподъемника от себя), с (принимается 5 с);
- $t_{р.п}$ – время на разворот погрузчика без груза, с (принимается 10 с);
- $t_{п.т.п}$ – время на установку вил в транспортное положение (опускание вил), с;
- $t_{п}$ – время на передвижение погрузчика без груза, с;
- $t_{п.м.в.г}$ – время на подъезд погрузчика к месту взятия груза, с (принимается 8 с);
- $t_{п.о.в}$ – время на подъем или опускание вил, с.

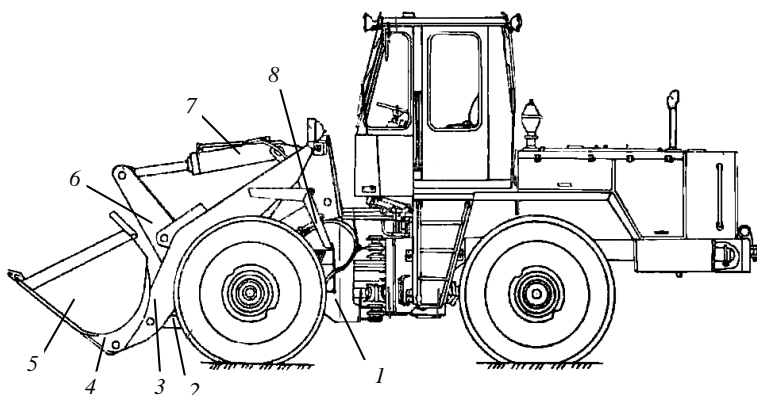


Рисунок 10.2 – Одноковшовый погрузчик черпающего действия с передней разгрузкой и жесткой рамой

Для одноковшового погрузчика масса перемещаемого груза определяется по формуле

$$G_{\text{гр}} = \psi V_{\text{к}} \gamma,$$

где ψ – коэффициент заполнения ковша;

$V_{\text{к}}$ – вместимость ковша, м³;

γ – объемная масса груза, т/м³.

Продолжительность рабочего цикла для одноковшового погрузчика определяется по формуле

$$T_{\text{ц}} = t_3^{\Gamma} + t_{\text{п.т}}^{\Gamma} + t_{\text{р.п}}^{\Gamma} + t_{\text{п.п}}^{\Gamma} + t_{\text{п.к}}^{\Gamma} + t_{\text{в}}^{\Gamma} + t_{\text{о.к}} + t_{\text{р.п}} + t_{\text{п.п}} + t_{\text{о.к.з}},$$

где t_3^{Γ} – время на зачерпывание груза ковшем, с (принимается 8 с);

$t_{\text{п.т}}^{\Gamma}$ – время на подъем ковша с грузом в транспортное положение, с;

$t_{\text{р.п}}^{\Gamma}$ – время на разворот погрузчика с грузом, с (принимается 10 с);

$t_{\text{п.п}}^{\Gamma}$ – время на передвижение погрузчика с грузом к месту выгрузки, с;

$t_{\text{п.к}}^{\Gamma}$ – время на подъем ковша с грузом, с;

$t_{\text{в}}^{\Gamma}$ – время на выгрузку груза из ковша, с (принимается 16 с);

$t_{\text{о.к}}$ – время на опускание ковша в транспортное положение, с;

$t_{\text{р.п}}$ – время на разворот погрузчика без груза, с (принимается 8 с);

$t_{\text{п.п}}$ – время на передвижение погрузчика с порожним ковшом к месту зачерпывания груза, с;

$t_{\text{о.к.з}}$ – время на опускание ковша для зачерпывания груза, с.

Формулы для расчета продолжительности операций рабочего цикла погрузчиков приведены в таблице 10.1.

Таблица 10.1 – Формулы для расчета продолжительности операций рабочего цикла погрузчиков

Погрузчик, приведенный на рисунке	Операции	Формулы определения времени выполнения операций, с
10.1	$t_{\text{п.т.п}}^{\Gamma}$, $t_{\text{под}}^{\Gamma}$, $t_{\text{п.т.п}}$, $t_{\text{п.о.в}}$	$\frac{H}{v_{\text{п.о}}} + t_{\text{р.з}}$
	$t_{\text{п}}^{\Gamma}$	$\frac{L_{\text{п}}^{\Gamma}}{v_{\text{п}}} + t_{\text{р.з}}$
	$t_{\text{п}}$	$\frac{L_{\text{п}}}{v_{\text{п}}} + t_{\text{р.з}}$

Окончание таблицы 10.1

Погрузчик, приведенный на рисунке	Операции	Формулы определения времени выполнения операций, с
10.2	$t_{п.т}^Г, t_{п.к}^Г, t_{о.к}, t_{о.к.з}$	$H_к / v_к + t_{р.з}$
	$t_{п.п}^Г$	$L_{оп}^Г / v_{оп} + t_{р.з}$
	$t_{п.п}$	$L_{оп} / v_{оп} + t_{р.з}$
<p><i>Примечание</i> – H – высота подъема (опускания) поддона с грузом, м; $v_{п.о}$ – скорость подъема, опускания грузозахватных вилок, с; $t_{р.з}$ – время на разгон и замедление грузоподъемной каретки, с; $L_{п}^Г$ – расстояние передвижения погрузчика с грузом, м; $L_{п}$ – расстояние передвижения погрузчика без груза, м; $v_{п}$ – скорость передвижения вилочного погрузчика, м/с; $H_к$ – высота подъема ковша, м; $v_к$ – скорость подъема ковша, м; $L_{оп}^Г$ – расстояние передвижения одноковшового погрузчика с грузом, м; $v_{оп}$ – скорость передвижения одноковшового погрузчика с грузом, м/с; $L_{оп}$ – расстояние перемещения одноковшового погрузчика без груза, м.</p>		

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 10.2).
- 2 Изучить назначение, конструкцию, принципиальные схемы и область применения погрузчиков.
- 3 Определить производительность погрузчика.
- 4 Построить график зависимости производительности (Π) от параметра, указанного в задании.
- 5 Выводы по работе.

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема погрузчика с указанием основных узлов и параметров.
- 2 Описание работы и назначение погрузчика.
- 3 Расчеты по определению производительности погрузчика.
- 4 График зависимости производительности погрузчика (Π) от параметра, указанного в задании (шаг изменения параметров: $H = 0,2$ м; $v_{п.о} = 0,05$ м/с; $L_{п}^Г = 5$ м; $v_{п} = 0,5$ м/с; $H_к = 0,5$ м; $v_к = 0,1$ м/с; $L_{оп}^Г = 2,0$ м; $v_{оп} = 0,5$ м/с; $L_{оп}^Г = 1$ м; $G_{гр} = 0,2$ т).
- 5 Выводы по работе.

Таблица 10.2 – Исходные данные по вариантам

Погрузчик, приведенный на рисушке	Вариант	Значения параметров											График зависимости	
		H , м	$v_{п.о.}$, м/с	$t_{рз.}$, с	$L_{п.}^r$, м	$L_{п.}$, м	$v_{п.}$, м/с	H_k , м	v_k , м/с	$L_{оп.}^r$, м	$v_{оп.}$, м/с	$L_{оп.}$, м		$G_{гр.}$, т
10.1	1	0,3–2,0	0,35	2	10	40	2,5	–	–	–	–	–	1,0	П от H
	2	0,3	0,35–0,55	2	15	35	3,0	–	–	–	–	–	1,2	П от $v_{п.о.}$
	3	0,4	0,40	2	10–30	30	3,5	–	–	–	–	–	1,4	П от $L_{п.}^r$
	4	0,5	0,45	2	20	10–40	4,0	–	–	–	–	–	1,6	П от $L_{п.}$
	5	0,6	0,50	2	25	25	2,5–5,0	–	–	–	–	–	1,8	П от $v_{п.}$
	6	0,7	0,55	2	30	20	4,5	–	–	–	–	–	1,0–2,0	П от $G_{гр.}$
	7	0,3–2,0	0,50	2	10	15	5,0	–	–	–	–	–	2,0	П от H
	8	0,9	0,35–0,55	2	15	10	4,5	–	–	–	–	–	1,8	П от $v_{п.о.}$
	9	1,0	0,45	2	10–30	15	4,0	–	–	–	–	–	1,6	П от $L_{п.}^r$
	10	1,5	0,40	2	20	10–40	3,5	–	–	–	–	–	1,4	П от $L_{п.}$
	11	1,8	0,35	2	25	20	2,5–5,0	–	–	–	–	–	1,2	П от $v_{п.}$
	12	2,0	0,55	2	30	25	3,0	–	–	–	–	–	1,0–2,0	П от $G_{гр.}$

10.2	13	–	–	2	–	–	–	3,0–5,0	0,5	10	3,0	10	2,0	Π στ H_k
	14	–	–	2	–	–	–	3,0	0,5–1,0	12	3,5	12	2,5	Π στ v_k
	15	–	–	2	–	–	–	3,5	0,6	10–20	4,0	14	3,0	Π στ $L_{оп}^r$
	16	–	–	2	–	–	–	4,0	0,7	14	3,0–6,0	16	3,5	Π στ $v_{оп}$
	17	–	–	2	–	–	–	4,5	0,8	16	4,5	10–20	4,0	Π στ $L_{оп}$
	18	–	–	2	–	–	–	5	0,9	18	5,0	18	3,0–5,0	Π στ $G_{гп}$
	19	–	–	2	–	–	–	3,0–5,0	1,0	20	5,5	20	4,5	Π στ H_k
	20	–	–	2	–	–	–	4,5	0,5–1,0	18	6,0	10	5,0	Π στ v_k
	21	–	–	2	–	–	–	4,0	0,9	10–20	5,5	12	4,5	Π στ $L_{оп}^r$
	22	–	–	2	–	–	–	3,5	0,8	14	3,0–6,0	14	4,0	Π στ $v_{оп}$
	23	–	–	2	–	–	–	3,0	0,7	12	4,5	10–20	3,5	Π στ $L_{оп}$
24	–	–	2	–	–	–	3,0	0,6	10	4,0	18	3,0–5,0	Π στ $G_{гп}$	

11 ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ КРАНОВ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Общие положения

Особенностью конструкции стреловых самоходных кранов является наличие поворотной части со стрелой. Стрела позволяет поднимать груз, находящийся на значительном расстоянии от опоры крана. Поэтому особые требования предъявляются к обеспечению в процессе работы устойчивости крана, так как подъем груза на недопустимом вылете стрелы или неправильное распределение масс механизмов крана может привести к его опрокидыванию. При резком торможении и изменении скорости подъема груза и стрелы возникают силы инерции, при вращении поворотной части – центробежная сила. На кран также действует сила ветра, а его устойчивость уменьшает уклон пути.

Различают грузовую и собственную устойчивость кранов. Грузовая устойчивость определяется как способность крана не опрокидываться при работе с грузом на крюке. Собственная устойчивость – это способность крана не опрокидываться в противоположную от стрелы сторону при самых неблагоприятных условиях. Степень грузовой и собственной устойчивости характеризуется коэффициентами устойчивости.

Наименьшая устойчивость стреловых кранов наблюдается в том случае, когда поворотная часть расположена поперек ходовой рамы, так как при этом опрокидывающий момент относительно ребра опрокидывания наибольший.

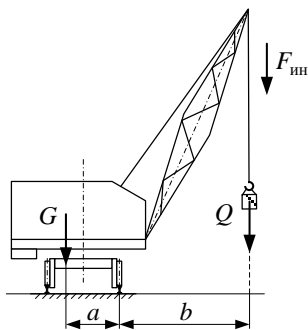


Рисунок 11.1 – Схема нарузок на кран на горизонтальном пути

Опрокидывающим моментом называется произведение силы тяжести массы груза Q , способствующей опрокидыванию крана, на расстояние от центра тяжести груза до ребра опрокидывания (рисунок 11.1): $M_{оп} = Qb$.

Восстанавливающим моментом называется произведение силы тяжести массы крана P на расстояние от вертикальной линии, проходящей через центр тяжести крана, до ребра опрокидывания: $M_{в} = Ga$.

Отношение величины восстанавливающего момента к величине опрокидывающего называется коэффициентом устойчивости $K = M_{в} / M_{оп}$. Коэффициентом грузовой устойчивости называется отношение момента относительно ребра опрокидывания, создаваемого силой тяжести всех частей крана с учетом дополнительных нарузок, к моменту, создаваемому рабочим грузом отно-

сительно того же ребра опрокидывания. С учетом всех сил, действующих на кран, коэффициент грузовой устойчивости должен быть не менее 1,15 [1].

Коэффициентом собственной устойчивости называется отношение момента, создаваемого силой тяжести всех частей крана с учетом уклона пути в сторону опрокидывания при минимальном вылете стрелы и при снятом грузе, относительно ребра опрокидывания к моменту, создаваемому ветровой нагрузкой относительно того же ребра опрокидывания. Коэффициент собственной устойчивости должен быть не менее 1,4 [1].

Последовательность выполнения работы

1 Установить возможность безопасной эксплуатации по условию устойчивости стрелового поворотного крана (рисунок 11.2) [1]. Выбор стрелового крана осуществляется по таблице 11.1 [15].

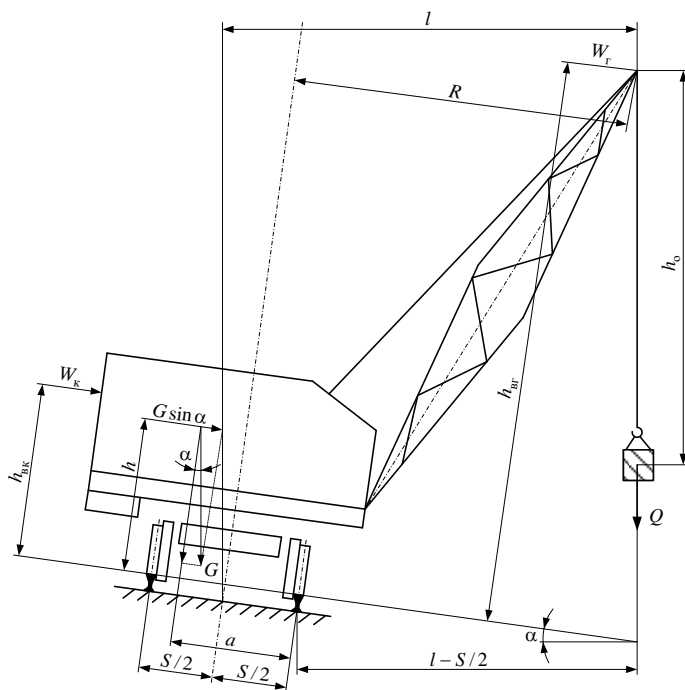


Рисунок 11.2 – Схема для определения коэффициента грузовой устойчивости стрелового поворотного крана

2 Рассчитать момент, создаваемый весом номинального груза относительно ребра опрокидывания, кН·м,

$$M_{\text{гр}}(Q) = Qg(R - S/2),$$

где Q – масса поднимаемого груза (принять равной грузоподъемности крана при максимальном вылете стрелы), т;

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81 \text{ м/с}^2$;

R – радиус вращения оси подвески груза без учета отклонения ее от вертикали под действием центробежной силы инерции, $R = 14 \text{ м}$;

S – ширина колеи крана, $S = 1,52 \text{ м}$.

Таблица 11.1 – Параметры стреловых железнодорожных кранов

Вариант	Тип крана	Масса крана, т	Грузоподъемность при максимальном вылете, т	Частота вращения, об/мин	Максимальная высота подъема груза, м	Максимальный вылет стрелы, м	Угол наклона опорного контура, град	График зависимости
1	ДЭК-20	61,7	3,2	1,84	18,5	14,0	1,5–15	$K_{\text{гр}}$ от α
2	КДВ-15П	50,0	3,5	2,9	13,5	13,5		
3	КМ-16	54,5	3,1	2,9	13,5	13,4		
4	КДЭ-151	54,5	4,0	2,6	14,2	14,0		
5	КДЭ-161	53,1	4,9	2,0	14,2	14,0		
6	КДЭ-251	66,0	6,0	1,0	13,5	14,0		
7	КДЭ-162	52,6	4,8	2,0	14,0	14,0		
8	КДЭ-252	64,7	6,0	1,5	13,9	14,0		
9	КДЭ-163	53,1	4,8	2,0	13,9	14,0		
10	КДЭ-253	66,4	5,8	1,5	13,9	14,0		
11	КЖДЭ-4	61,7	5,0	1,5	13,9	14,0		
12	ЕДК-50	97,0	17,8	0,5	10,0	12,0		
13	ЕДК-25	110,0	10,0	1,0	9,0	12,0		
14	МК-6	34,0	2,5	2,6	9,0	10,0		
15	КЖДЭ-25	67,0	8,0	2,3	12,0	14,0		
16	КЖДЭ-32	90,0	10,0	1,5	12,0	14,0		
17	7Ж71	121,0	12,0	0,8	21,2	22,0		
18	7Ж72	145,0	21,0	0,7	18,7	20,0		
19	6Ж71	110,0	16,0	0,8	17,5	18,0		
20	6Ж72	120,0	7,5	1,2	17,7	18,0		
21	8Ж71	120,0	16,0	0,8	19,3	20,0		
22	9Ж71	125,0	18,0	0,9	19,0	20,0		
23	КЖ-462	55,0	12,0	2,0	14,4	14,0		
24	КЖ-662	68,0	16,0	1,5	14,3	14,0		

3 Рассчитать момент, создаваемый силой тяжести крана с учетом ветровой нагрузки и сил инерции, возникающих в процессе пуска и торможения механизмов крана, кН·м,

$$M_c = G(a \cos \alpha - h \sin \alpha) - (W_k h_{\text{БК}} + W_r h_{\text{ВГ}}) - j_{\text{ГП}} h G / g - Q [j_{\text{ГП}} h_{\text{ВГ}} + j_{\text{ГТ}} (l - S/2)] - Q (\pi^2 n^2 h_{\text{ВГ}} / 900) R - G \frac{\pi^2 n^2 h}{900 g} (a - S/2),$$

где G – сила тяжести крана, $G = Q_k g$, кН;

Q_k – масса крана, т;

a – плечо действия силы тяжести относительно ребра опрокидывания,
 $a = 1$ м;

α – угол наклона опорного контура в сторону возможного опрокидывания, $\alpha = 1,5 \dots 15^\circ$ с шагом 4° ;

h – высота расположения центра тяжести крана над опорным контуром,
 $h = 1,3$ м;

$W_k h_{вк} + W_r h_{вр}$ – момент от действия давления ветра. Рассчитывается по удельному давлению $P = 0,4$ кН/м². Принимаем $W_k h_{вк} + W_r h_{вр} = 2,3$ кН·м;

$h_{вр}$ – максимальная высота подъема груза, м;

$j_{гп}$ – ускорение при торможении передвижения крана, $j_{гп} = 0,15$ м/с²;

$j_{гт}$ – ускорение при торможении опускания груза, $j_{гт} = 0,2$ м/с²;

l – вылет стрелы крана, м;

n – частота вращения поворотной части крана, об/мин.

4 Рассчитать коэффициент грузовой устойчивости стрелового поворотного крана:

$$K_{гр} = M_c / M_{гр} \geq 1,15.$$

При выполнении данного условия эксплуатация крана безопасна, а при несоблюдении – эксплуатация крана запрещена.

Содержание отчета

1 Принципиальная схема определения коэффициента устойчивости стрелового поворотного крана с указанием основных элементов.

2 Расчет коэффициента грузовой устойчивости стрелового поворотного крана.

3 График зависимости $K_{гр}$ от α .

4 Выводы по работе.

12 ОБЕСПЕЧЕНИЕ УСТОЙЧИВОСТИ МЕХАНИЧЕСКИХ ПОГРУЗЧИКОВ

Общие положения

Устойчивость вилочных электро- и автопогрузчиков имеет важное значение для нормальной их эксплуатации, охраны труда и сохранности грузов. Эти машины часто используются в весьма неблагоприятных условиях: движение по неровной поверхности площадок; движение по кривым с малым радиусом; при трогании с места и торможении погрузчика; в начале и в конце подъема или при опускании груза; при маневрировании погрузчиком;

при подаче груза в штабель значительной высоты и сталкивании его с вил; при максимальном наклоне рамы грузоподъемника в сторону штабеля; при маневрировании автопогрузчика с ковшом, заполненным грузом и поднятым в крайнее верхнее положение при наклонном положении грузоподъемника в сторону опрокидывания; при движении погрузчика под уклон и экстренном сильном торможении.

Наиболее опасной операцией по условиям устойчивости считается сталкивание или скатывание круглых грузов с поднятых и наклоненных вперед вилок. Во всех этих случаях на погрузчик, кроме статических, действуют динамические нагрузки, влияющие на его устойчивость.

При работе погрузчиков на открытых площадках опасным является воздействие сильного ветра.

Устойчивость погрузчика обеспечивается до тех пор, пока равнодействующая всех сил, действующих на погрузчик, находится в пределах опорного контура машины, а при выходе за пределы его погрузчик теряет устойчивость.

В практике для определения устойчивости вилочных электро- и автопогрузчиков применяется экспериментальный метод на специальном стенде с наклоняемой платформой (рисунок 12.1), которая позволяет изучать силы, действующие на погрузчик во все периоды его работы.

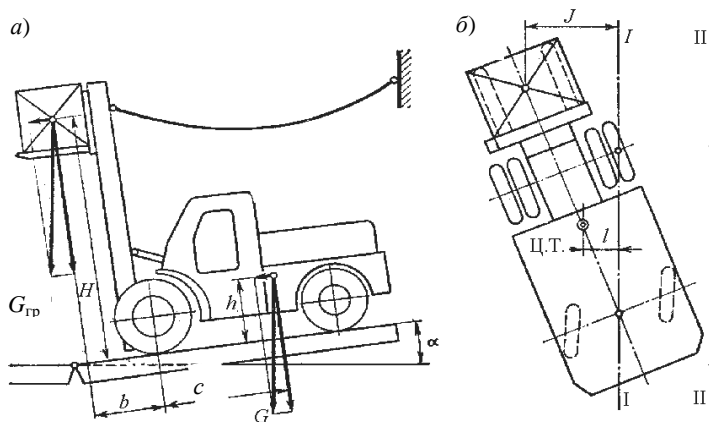


Рисунок 12.1 – Специальный стенд с наклоняемой платформой для определения экспериментальным методом устойчивости вилочных электро- и автопогрузчиков: а – схема установки погрузчика при испытании на продольную устойчивость; б – схема установки погрузчика при испытании на поперечную устойчивость

В ходе статических испытаний имитируется действие продольных сил инерции при торможении погрузчика и центробежных сил, возникающих при его поворотах. На платформу устанавливают погрузчик с заторможенными ходовыми колесами. Показателем устойчивости является предельный угол наклона платформы до начала отрыва от нее соответствующих колес

(или колеса) погрузчика, т. е. до начала его опрокидывания. Для предохранения от опрокидывания к погрузчику сверху прикрепляются предохранительные канаты так, чтобы натяжение их не оказывало силового влияния в начальный момент потери устойчивости.

Для фронтальных погрузчиков с противовесом предусматриваются четыре вида испытаний: два – на продольную и два – на поперечную боковую устойчивость. Каждый вид испытаний учитывает устойчивость погрузчика при штабелировании груза и нахождении его в движении.

Продольная устойчивость при штабелировании. Груз должен быть поднят на максимальную высоту. Положение грузоподъемника – перпендикулярно плоскости опорной платформы. Платформа с погрузчиком наклонена к горизонтальной плоскости.

Опорная линия передних колес погрузчика параллельна оси поворота платформы. Погрузчик в этом положении сохраняет равновесие.

При испытаниях груз принимается соответственно грузоподъемности погрузчика и должен представлять собой однородный куб, ребро которого равно удвоенному вылету центра тяжести груза. На вилах груз устанавливается так, чтобы его центр тяжести находился в средней продольной плоскости погрузчика. Если испытываются погрузчики с высотой подъема груза свыше 3,2 м, у которых по соображениям устойчивости грузоподъемность при подъеме выше указанного уровня должна снижаться, вес груза берется согласно допускаемой величине. При использовании грузозахватных приспособлений испытательный груз берется согласно диаграмме грузоподъемности приспособления.

При наклоне платформы погрузчик удерживается тормозами. Если стояночный тормоз не в состоянии удержать машину, допускается использование других средств, которые не вызывают возникновения дополнительных внешних сил. Перед началом испытаний проверяется давление в пневмошинах погрузчика, которое должно точно соответствовать паспортному значению. Для определения начала наклона погрузчика используют бумажные или тонкие металлические листы, подкладываемые под колеса, которые должны оторваться в первую очередь при наклоне платформы. После начала отрыва колес листы можно свободно двигать.

Требование продольной устойчивости при штабелировании можно получить из уравнения моментов всех сил относительно ребра возможного опрокидывания (см. рисунок 12.1, а), тогда *коэффициент запаса продольной устойчивости при штабелировании* получим

$$K_{\text{ш}}^{\text{пр}} = \frac{G(c \cos \alpha_1 - h \sin \alpha_1)}{G_{\text{гр}}(b \cos \alpha + H \sin \alpha_1)} > 1,$$

где G – вес погрузчика, т;

$G_{\text{гр}}$ – масса груза, т;

- c – расстояние от центра тяжести погрузчика до центра переднего ведущего колеса, мм;
 h – высота от центра тяжести погрузчика, мм;
 α_1 – фактический или полный угол наклона погрузчика;
 α – угол наклона площадки испытательного стенда;
 b – расстояние от центра переднего ведущего колеса до центра тяжести груза, мм;
 H – высота центра тяжести груза.

Вследствие просадки шин передних колес, прогиба рамы грузоподъемника, разгрузки задних колес и рессор погрузчик наклоняется относительно платформы дополнительно на угол $\Delta\alpha$ (от 1° до $1^\circ30'$). Большее значение относится к погрузчикам на пневматических шинах при большой высоте подъема.

Полный угол наклона погрузчика

$$\alpha_1 = \alpha + \Delta\alpha.$$

Поперечная устойчивость при штабелировании. Грузоподъемник максимально отклонен назад. Груз поднят на наибольшую высоту. Погрузчик устанавливается на платформе таким образом, чтобы линия, проведенная через центр заднего управляемого моста и середину переднего приводного колеса, была параллельна оси поворота наклоняемой платформы. Задние управляемые колеса установлены так, чтобы они были параллельны оси поворота платформы с расчетом получения максимального сопротивления скольжению.

Плоскость, на которой устанавливается погрузчик, наклонена к горизонтальной плоскости на 6 % или $3^\circ26'$. Погрузчик должен сохранять равновесие.

Коэффициент запаса поперечной устойчивости погрузчика при штабелировании можно получить при соблюдении условия (см. рисунок 12.1, б)

$$K_{шт}^{поп} = \frac{G_{гр}J + Gl}{(G_{гр}H + Gh)tg\alpha_1} > 1,$$

где J и l – расстояние центра тяжести соответственно груза и погрузчика от линии возможного опрокидывания на горизонтальной площадке (на рисунке 12.1, б I–I – линия опрокидывания, II–II – ось поворота платформы).

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 12.1).
- 2 Изучить требования к расположению погрузчика на платформе и порядок проведения испытания.
- 3 Рассчитать коэффициенты продольной и поперечной устойчивости погрузчика при штабелировании.
- 4 Выводы по работе.

Таблица 12.1 – Исходные данные по вариантам

Грузо-подъемность погрузчика, т	Вариант	$G_{гр},$ т	α	$\Delta\alpha$	$G,$ т	H	h	b	c	J	l	Построить график зависимости
			град	м								
1,5	1	0,5–1,5	2	1	2,56	3,29	0,5	0,9	0,80	0,9	0,5	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
	2	1,5	1–10	1	2,56	3,0	0,5	0,9	0,80	0,9	0,5	$K_{шт}^{np}$ от α ; $K_{шт}^{nop}$ от α
	3	1,4	4	1	2,56	1,5–3,0	0,5	0,9	0,80	0,9	0,5	$K_{шт}^{np}$ от H ; $K_{шт}^{nop}$ от H
	4	0,5–1,5	6	1	2,56	3,2	0,5	0,9	0,80	0,9	0,5	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
2,0	5	0,5–2,0	3	1	3,42	3,3	0,5	0,95	0,88	1,0	0,55	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
	6	1,5	1–10	1	3,42	3,0	0,5	0,95	0,88	1,0	0,55	$K_{шт}^{np}$ от α ; $K_{шт}^{nop}$ от α
	7	1,8	5	1	3,42	1,5–3,3	0,5	0,95	0,88	1,0	0,55	$K_{шт}^{np}$ от H ; $K_{шт}^{nop}$ от H
	8	0,5–2,0	8	1	3,42	2,5	0,5	0,95	0,88	1,0	0,55	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
2,5	9	0,5–2,5	5	1	3,71	3,3	0,5	0,98	0,90	1,1	0,58	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
	10	2,5	1–10	1	3,71	3,0	0,5	0,98	0,90	1,1	0,58	$K_{шт}^{np}$ от α ; $K_{шт}^{nop}$ от α
	11	2,0	7	1	3,71	1,5–3,3	0,5	0,98	0,90	1,1	0,58	$K_{шт}^{np}$ от H ; $K_{шт}^{nop}$ от H
	12	0,5–2,5	10	1	3,71	2,5	0,5	0,98	0,90	1,1	0,58	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
3,5	13	1,0–3,5	3	1	4,77	3,3	0,5	1,0	0,935	1,2	0,6	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
	14	3,5	1–10	1	4,77	3,0	0,5	1,0	0,935	1,2	0,6	$K_{шт}^{np}$ от α ; $K_{шт}^{nop}$ от α
	15	3,0	5	1	4,77	1,5–3,3	0,5	1,0	0,935	1,2	0,6	$K_{шт}^{np}$ от H ; $K_{шт}^{nop}$ от H
	16	1,0–3,5	8	1	4,77	2,0	0,5	1,0	0,935	1,2	0,6	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
4,0	17	1,5–4,0	5	1	5,81	3,3	0,5	1,06	0,952	1,3	0,65	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
	18	4,0	1–10	1	5,81	3,0	0,5	1,06	0,952	1,3	0,65	$K_{шт}^{np}$ от α ; $K_{шт}^{nop}$ от α
	19	3,5	7	1	5,81	1,5–3,3	0,5	1,06	0,952	1,3	0,65	$K_{шт}^{np}$ от H ; $K_{шт}^{nop}$ от H
	20	1,5–4,0	10	1	5,81	2,5	0,5	1,06	0,952	1,3	0,65	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
4,5	21	2,0–4,5	3	1	6,34	3,29	0,5	1,13	0,97	1,4	0,69	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$
	22	4,5	1–10	1	6,34	3,0	0,5	1,13	0,97	1,4	0,69	$K_{шт}^{np}$ от α ; $K_{шт}^{nop}$ от α
	23	4,0	5	1	6,34	1,5–3,0	0,5	1,13	0,97	1,4	0,69	$K_{шт}^{np}$ от H ; $K_{шт}^{nop}$ от H
	24	2,0–4,5	8	1	6,34	3,2	0,5	1,13	0,97	1,4	0,69	$K_{шт}^{np}$ от $G_{гр}$; $K_{шт}^{nop}$ от $G_{гр}$

Содержание отчета

1 Схема расположения погрузчиков на платформе при испытании на продольную и поперечную устойчивость с указанием всех размеров в соответствии с заданием.

2 Расчеты по определению коэффициентов устойчивости ($K_{шт}^{пр}$, $K_{шт}^{поп}$).

3 Графики зависимости $K_{шт}^{пр}$, $K_{шт}^{поп}$ от параметров, указанных в задании (шаг изменения параметров: $G_{гр} = 0,2$ т; $\alpha = 1^\circ$; $H = 0,2$ м).

4 Выводы по работе.

13 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ ВАГОНООПРОКИДЫВАТЕЛЕЙ

Общие положения

Вагоноопрокидыватели предназначены для выгрузки из вагонов сыпучих и кусковых грузов путем наклона или поворота вагона в соответствующее положение с применением иногда дополнительных устройств, способствующих высыпанию груза.

В зависимости от способа поворота и типа разгружаемых вагонов различают следующие типы вагоноопрокидывателей:

– *роторные* – с поворотом вагона на $160\text{--}170^\circ$ относительно продольной геометрической оси, проходящей через боковую стенку;

– *мостороторные* – с поворотом вагона на $160\text{--}170^\circ$ путем перекатывания ротора с вагоном по мосту и выгрузкой груза через боковую стенку;

– *боковые* – с поворотом вагона на $160\text{--}170^\circ$ относительно продольной оси, расположенной сбоку значительно выше уровня рельсового пути и продольной оси вагона, и высыпанием груза через боковую стенку;

– *башенные* – с подъемом и поворотом вагона на 160° относительно продольной оси вагона с выгрузкой через боковую стенку;

– *торцевые* – с поворотом вагона на $50\text{--}70^\circ$ относительно поперечной оси, при котором высыпание груза происходит через откидную торцевую стенку вагона;

– *комбинированные* – с поворотом крытого вагона в разных направлениях относительно продольной и поперечной осей вагона;

– *платформоопрокидыватели* – с поворотом на $50\text{--}70^\circ$ в боковом направлении.

По способу обслуживания разгрузочного фронта различают стационарные и передвижные вагоноопрокидыватели.

Наибольшее распространение получили *роторные вагоноопрокидыватели* (рисунок 13.1), применяемые для выгрузки угля, руды и других сыпучих грузов из четырех-, шести- и восьмиосных полувагонов колеи 1520 мм.

Роторный вагоноопрокидыватель состоит из ротора 7, люльки 1, подвешенной на вертикальных тросах моста-платформы 2, опорных роликов 8, привода вращения ротора вагоноопрокидывателя 9. Ротор имеет четыре кольцевых диска, связанных между собой продольными трубчатыми фермами и верхними балками с подвешенными к ним вибраторами 5. Каждый из этих четырех дисков опирается круговыми бандажми 6 на две двухроликовые балансирные опоры 8. Рядом с бандажми на диске укреплены зубчатые венцы, находящиеся в зацеплении с шестернями ведущего вала электропривода.

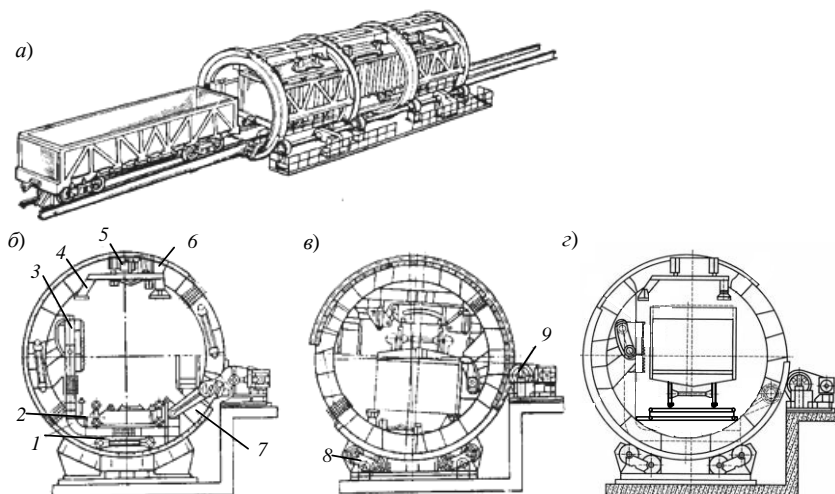


Рисунок 13.1 – Роторные вагоноопрокидыватели:
а – общий вид; *б* – ротор в исходном положении; *в* – ротор в положении разгрузки;
г – принципиальная схема

В роторе расположены две люльки, основная несущая часть которых имеет форму изогнутой рамной конструкции. В каждой люльке установлена проволочная стенка 3, армированная резиной толщиной 100 мм. Обе люльки соединены между собой средней проволочной стенкой.

Мост подвешен к люльке на тросах, что обеспечивает при повороте ротора привалку вагона к стенкам люльки. На этих же тросах предусмотрена установка тензометрических датчиков для взвешивания вагонов.

В начальный период поворота ротора происходит смещение моста с вагоном в поперечном направлении до упора боковой стенки вагона в привалочную стенку. Далее люлька, направляемая роликами, под действием силы тяжести перемещается с вагоном к упорам 4 вибраторов. В опрокинутом положении полувагон полностью опирается на вибраторы и привалочную стенку. После включения вибраторов происходит очистка полува-

гона от остатков груза. На вагоноопрокидывателе установлены три вибратора с мощностью двигателя по 11 кВт. Два электродвигателя поворота имеют мощность по 48 кВт каждый. Общая масса вагоноопрокидывателя – 220 т, часовая производительность – 30 четырех- или шестиосных полувагонов или 25 – для восьмиосных.

Производительность роторного вагоноопрокидывателя определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600nG_{\text{гр}}}{T_{\text{ц}}},$$

где n – количество вагонов, установленных одновременно в ротор;

$G_{\text{гр}}$ – масса груза в вагоне, т;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла вагоноопрокидывателя, с,

$$T_{\text{ц}} = t_{\text{уст}}^{\text{в}} + t_{\text{пов}}^{\text{в.г}} + t_{\text{р}}^{\text{в}} + t_{\text{пов}}^{\text{п.п}} + t_{\text{уб}}^{\text{в}},$$

$t_{\text{уст}}^{\text{в}}$ – время на установку вагонов с грузом в ротор вагоноопрокидывателя, с;

$t_{\text{пов}}^{\text{в.г}}$ – время поворота ротора с груженными вагонами на угол 160–170°, с;

$t_{\text{р}}^{\text{в}}$ – время работы по удалению остатков груза из вагонов, с;

$t_{\text{пов}}^{\text{п.п}}$ – время поворота ротора с порожними вагонами в исходное положение, с;

$t_{\text{уб}}^{\text{в}}$ – время на уборку порожних вагонов из ротора вагоноопрокидывателя, с.

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 13.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия роторного вагоноопрокидывателя.
- 3 Определить производительность роторного вагоноопрокидывателя в соответствии с заданием.
- 4 Построить график зависимости производительности (Π) от показателя, указанного в варианте.
- 5 Выводы по работе.

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема роторного вагоноопрокидывателя с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы роторного вагоноопрокидывателя.

3 Расчеты по определению производительности роторного вагоноопрокидывателя по указанному варианту.

4 График зависимости производительности (П) от параметра, указанного в задании (шаг изменения параметра: $G_{гр} = 1$ т).

5 Выводы по работе.

Таблица 13.1 – Исходные данные по вариантам

Вариант	n, шт.	$G_{гр},$ т	$t_{уст}^в$	$t_{пов}^{р.г}$	$t_p^в$	$t_{пов}^{р.п}$	$t_{уб}^в$	Количество осей в вагоне, шт.	Построить график зависимости
1	1	59–69	15	75	60	63	15	4	П от $G_{гр}$
2	1		16				16		
3	1		17				17		
4	1		18				18		
5	2		20				19		
6	2		21				20		
7	2		22				21		
8	2		23				22		
9	1	84–94	15	78	60	65	15	6	
10	1		16				16		
11	1		17				17		
12	1		18				18		
13	2		22				20		
14	2		23				21		
15	2		24				22		
16	2		25				23		
17	1	115–125	18	80	60	70	18	8	
18	1		19				19		
19	1		20				20		
20	1		21				21		
21	2		25				23		
22	2		26				24		
23	2		27				25		
24	2		28				26		

14 ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ АВТОМОБИЛЕРАЗГРУЗЧИКОВ

Общие положения

Выгрузка грузов из бортовых автомобилей и автопоездов осуществляется **автомобилеразгрузчиками** путем наклона автомобиля или прицепа в сторону заднего или бокового борта до положения, при котором сыпучие грузы, находящиеся в кузове, под действием силы тяжести приходят в движение и разгружаются в приемный бункер.

Стационарные автомобилеразгрузчики (рисунок 14.1) предназначены для разгрузки сыпучих грузов из бортовых автомобилей и автопоездов в пунктах со значительным их поступлением и с сосредоточенной выгрузкой.

Современные стационарные автомобилеразгрузчики приспособлены для разгрузки одиночных автомобилей, автопоездов в составе автомобилей-тягачей с полуприцепами без отцепки автомобиля-тягача и автопоездов в составе автомобиля и прицепа.

Платформа разгрузчика 1 (см. рисунок 14.1) выполнена проездной; она состоит из двух половин, одна из которых представляет собой малую платформу 2 (см. рисунок 14.1, а), предназначенную для разгрузки одиночных автомобилей.

Обе половины составляют большую платформу, предназначенную для разгрузки автопоездов массой до 25 т (см. рисунок 14.1, б). Для наклона большой платформы предусмотрены два гидроподъемника телескопического типа 3, наклон малой платформы осуществляется от двух гидравлических поршневых цилиндров 4. Время опускания той и другой платформы – 15–20 с, а большой – 65 с. Время наклона малой платформы – 15–20 с. Угол наклона платформы – 37°. Мощность электропривода – 22 кВт. Управление дистанционное.

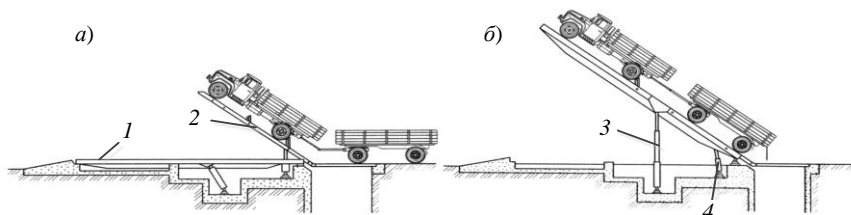


Рисунок 14.1 – Стационарные автомобилеразгрузчики

Производительность автомобилеразгрузчика, т/ч, определяется по формуле

$$\Pi = \frac{3600(G_a + G_{\text{пр}})}{T_{\text{ц}}},$$

где G_a – масса груза в кузове автомобиля, т;

$G_{\text{пр}}$ – масса груза в кузове прицепа, т;

$T_{\text{ц}}$ – продолжительность рабочего цикла автомобилеразгрузчика, с,

$$T_{\text{ц}} = t_3 + t_{\text{н.п}}^{\text{б}} + t_{\text{н.п}}^{\text{м}} + t_{\text{в}}^{\text{с}} + t_{\text{оп}}^{\text{б}} + t_{\text{оп}}^{\text{м}} + t_{\text{с}},$$

t_3 – время заезда автомобиля или автомобиля с прицепом на платформу, с;

$t_{н.п}^б$ – время наклона большой платформы на угол $\sim 37^\circ$, с;

$t_{н.п}^м$ – время наклона малой платформы на угол $\sim 37^\circ$, с;

t_B^c – время выгрузки самотеком груза из кузова и прицепа автомобиля, с;

$t_{оп}^б$ – время опускания большой платформы, с;

$t_{оп}^м$ – время опускания малой платформы, с;

t_c – время съезда автомобиля или автомобиля с прицепом с платформы, с.

Если производится выгрузка из кузова и прицепа автомобиля, значения $t_{н.п}^м = 0$ и $t_{оп}^м = 0$, а если только из кузова автомобиля, то $t_{н.п}^б = 0$ и $t_{оп}^б = 0$.

Последовательность выполнения работы

- 1 Получить вариант задания у преподавателя (таблица 14.1).
- 2 Изучить назначение, принципиальную схему, принцип действия автомобилеразгрузчика.
- 3 Рассчитать производительность автомобилеразгрузчика в соответствии с заданием.
- 4 Построить график зависимости производительности (П) от показателя, указанного в варианте.
- 5 Выводы по работе.

Таблица 14.1 – Исходные данные по вариантам

Место нахождения груза	Вариант	G_a , т	t_3	$t_{н.п}^б$	$t_{н.п}^м$	t_B^c	$t_{оп}^б$	$t_{оп}^м$	t_c	$G_a + G_{пр}$, т	Построить график зависимости
			с								
Кузов автомобиля	1	5–15	30	–	23	50	–	15	30	–	П от G_a
	2		31		24	51		15	31		
	3		32		25	52		15	32		
	4		33		26	53		15	33		
	5		34		27	54		16	34		
	6		35		28	55		16	35		
	7		36		29	56		16	36		
	8		37		30	57		16	37		
	9		38		31	58		17	38		
	10		39		32	59		17	39		
	11		40		33	60		17	40		
	12		41		34	61		17	41		

Окончание таблицы 14.1

Место нахождения груза	Вариант	$G_a, \text{т}$	t_3	$t_{н.п}^6$	$t_{н.п}^м$	$t_в^с$	$t_{оп}^6$	$t_{оп}^м$	$t_с$	$G_a + G_{пр}, \text{т}$	Построить график зависимости
			с								
Кузов автомобиля + кузов прицепа	13	-	50	65	-	50	20	-	50	10-30	П от ($G_a + G_{пр}$)
	14		51	66		51	21		51		
	15		52	67		52	22		52		
	16		53	68		53	23		53		
	17		54	69		54	24		54		
	18		55	70		55	25		55		
	19		56	71		56	26		56		
	20		57	72		57	27		57		
	21		58	73		58	28		58		
	22		59	74		59	29		59		
	23		60	75		60	30		60		
24	61	76	61	31	61						

Содержание отчета

- 1 Принципиальная схема автомобилеразгрузчика с указанием основных элементов.
- 2 Описание работы автомобилеразгрузчика.
- 3 Расчеты производительности автомобилеразгрузчика по указанному варианту.
- 4 График зависимости производительности (Π) от массы груза в вагоне (шаг изменения параметров: $G_a = 1 \text{ т}$; $(G_a + G_{пр}) = 2 \text{ т}$).
- 5 Выводы по результатам изучения и расчетов.

15 ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ БУНКЕРА

Общие положения

Бункеры представляют собой одну из разновидностей жестких вместил для насыпных грузов. Бункеры и бункерные установки в основном служат в качестве промежуточных емкостей и пересыпных воронок, а также для временного хранения насыпных грузов. Бункерные установки состоят из загрузочных устройств, собственно бункеров, разгрузочных устройств, спускных лотков и труб, весовых устройств, несущих и строительных конструкций. В качестве загрузочных устройств, предназначенных для подачи насыпных грузов в бункеры, применяются машины непрерывного и циклического действия (ленточные конвейеры, ковшовые элеваторы, грейферные краны и т. д.) [1].

Выбор конструкций отдельных элементов бункерных установок и определение их параметров зависят от свойств тех насыпных грузов, для которых предназначена установка.

Характерными свойствами насыпных грузов являются: гранулометрический состав, влажность, объемный и удельный вес, подвижность частиц, слеживаемость, смерзаемость, сопротивление перемещению относительно твердых поверхностей, абразивность, коррозионность и т. д.

Вышеперечисленные свойства влияют на процесс истечения насыпных грузов из бункеров. Процессы истечения подразделяются на два вида: так называемый «нормальный» вид истечения (рисунок 15.1, а), при котором материал движется в виде столба, расположенного над отверстием истечения, и «гидравлический» вид истечения (рисунок 15.1, б), при котором груз в сосуде движется вниз подобно жидкости, застоиные зоны отсутствуют [1].

При первом виде истечения на свободной поверхности насыпного груза образуется воронка, а при втором – свободная поверхность остается плоской или претерпевает неправильные изменения, носящие случайный характер.

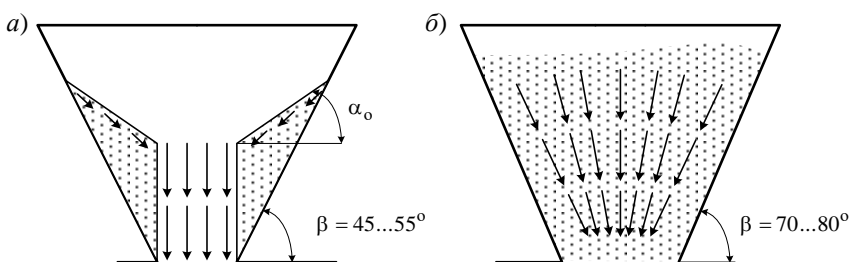


Рисунок 15.1 – Схема истечения сыпучих грузов из бункеров

Последовательность выполнения работы

1 Изучить устройство прибора для определения скорости истечения насыпного груза (рисунок 15.2).

Прибор состоит из бункера 1, имеющего выпускное отверстие 3, задвижку 4. При истечении груз направляется по лотку 5 в емкость 6.

2 Насыпать в бункер 1 груз (ячмень, гречиха, пшеница, овес и т. д.) на высоту H и разровнять поверхность, по шкале 2 произвести замер. Открыть затвор и одновременно включить секундомер. Произвести отсчет времени истечения и определить массу высыпавшегося груза в емкость 6 на электронных весах.

Замеры произвести пять раз для каждого из грузов при разной высоте засыпания груза в бункер. Результаты замеров и расчетов представить в таблице 15.1.

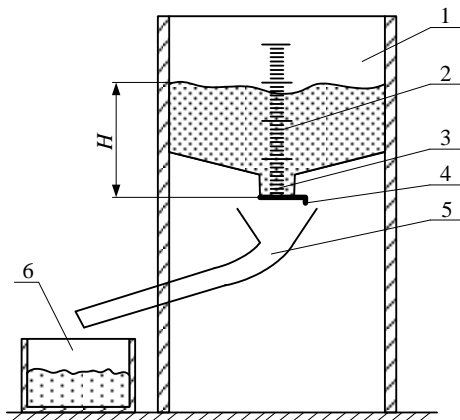


Рисунок 15.2 – Схема прибора для определения скорости истечения насыпного груза из бункера

Таблица 15.1 – Результаты измерений

Номер замера	Наименование груза	Высота H , см	Время истечения t , с	Масса груза G , кг	Скорость истечения v , м/с
1					
2					
3					
4					
5					

Фактическая скорость истечения груза определяется из выражения

$$v_{\text{ф}} = G / \gamma Ft ,$$

где G – масса высыпавшегося груза, кг;

γ – объемная масса груза, кг/м³ (таблица 15.2);

F – площадь отверстия истечения бункера, м², при расчетах принимает-ся $F = 0,000616$ м²;

t – время истечения, с.

Таблица 15.2 – Объемная масса насыпного груза и его наибольший размер

Груз	Объемная масса, кг/м ³	Наибольший размер, мм	Груз	Объемная масса, кг/м ³	Наибольший размер, мм
Гречиха	660	3–4	Пшеница	800	2–3
Овес	430	8–9	Рожь	730	7–8
Пшеница	770	9–10	Ячмень	610	8–9

Привести расчеты фактической скорости истечения груза для первого за-мера ($v_{\text{ф1}}$), а остальные расчеты свести в таблицу 15.1.

3 Определить теоретическую скорость истечения.

Средняя скорость движения насыпного груза из выпускного отверстия бункера при нормальном истечении зависит от размеров, формы выпускного отверстия, гидравлического радиуса R и определяется по уравнению [1]

$$v_T = \lambda_{и} \sqrt{2g \left(1,6R - \frac{\tau_0}{g \gamma f} \right)},$$

где $\lambda_{и}$ – коэффициент истечения, $\lambda_{и} = 0,20..0,65$ (большие значения – для сухих, сортированных, зернистых, хорошо сыпучих материалов; меньшие – для влажных, рядовых, кусковых, плохо сыпучих, связных),

$$\lambda_{и} = \left(\sqrt{2f + 2f \sqrt{1 + f^2}} \right)^{-1};$$

g – ускорение свободного падения, $g = 9,81$ м/с²;

τ_0 – начальное сопротивление сдвигу (для зерна $\tau_0 = 0$), Па;

f – коэффициент внутреннего трения груза (для зерна $f = 0,6$).

Гидравлический радиус отверстия истечения [1]

$$R = F_{и} / L_{от},$$

где $F_{и}$ – эффективная площадь отверстия истечения, м², $F_{и} = \pi r^2$;

r – радиус отверстия, м (при расчетах принимается $r = 0,014$ м);

$L_{от}$ – периметр отверстия истечения, м, $L_{от} = 2\pi r$.

Привести расчеты коэффициента истечения ($\lambda_{и}$), эффективной площади отверстия истечения ($F_{и}$), периметра отверстия истечения ($L_{от}$), гидравлического радиуса (R) и теоретической скорости истечения (v_T).

4 Определить минимально допустимый размер выпускного отверстия бункера.

Выпускные отверстия, в зависимости от конструкции бункера и типа применяемых затворов и питателей, выполняют круглыми, квадратными или прямоугольными.

Минимально допустимый размер отверстия для легко сыпучих грузов (отверстие круглое или квадратное) определяется по формуле

$$A_{и} = K' a' + 80 \operatorname{tg} \varphi,$$

где K' – эмпирический коэффициент (для сортированных грузов $K' = 2,6$; для рядовых $K' = 2,4$);

a' – наибольший размер типичных кусков груза (до 30 мм), мм (см. таблицу 15.2);

φ – угол внутреннего трения (для легкосыпучих материалов угол трения приблизительно равен углу естественного откоса. Если $\varphi > 50^\circ$, в расчетах принимается $\varphi = 50^\circ$).

В зависимости от вида зерна привести расчеты минимально допустимого размера отверстия бункера.

5 Определить пропускную способность бункера.

Пропускная способность бункера, т/ч, зависит от скорости истечения и определяется по формуле [1]

$$Q_m = 3600 v_T \gamma w',$$

где w' – площадь круглого отверстия истечения, определяемая с учетом кусковатости груза, m^2 ,

$$w' = \pi(D - a')^2 / 4,$$

где D – диаметр выпускного отверстия, м.

Привести расчеты пропускной способности бункера в зависимости от вида груза (зерна).

Построение графиков

Построить графики зависимости фактической скорости истечения груза v_ϕ от высоты H для каждого вида зерна. Пример графиков для ячменя и гречихи представлен на рисунке 15.3.

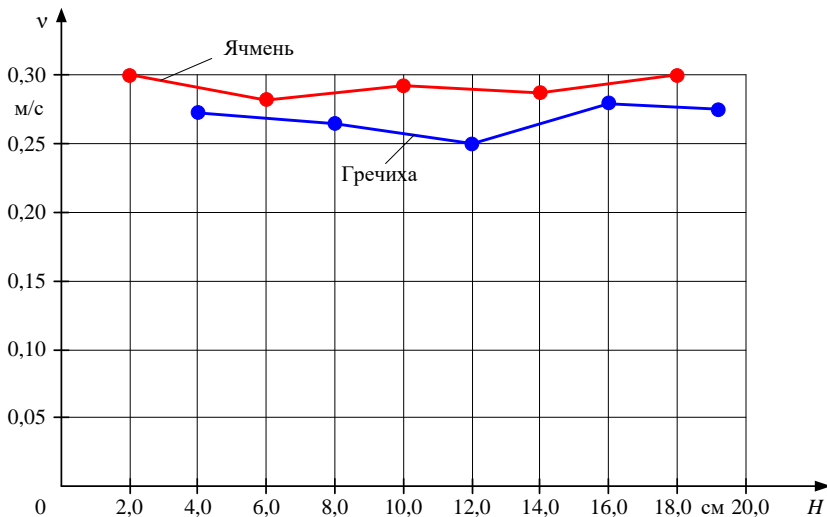


Рисунок 15.3 – Графики зависимости фактической скорости истечения груза v_ϕ

от высоты H для ячменя и гречихи

Содержание отчета

- 1 Схема установки для определения скорости истечения насыпного груза.
- 2 Результаты замеров и расчетов по определению фактической скорости истечения насыпного груза.
- 3 Значения теоретической скорости истечения груза.
- 4 Значение минимально допустимого размера выпускного отверстия.
- 5 Пропускная способность бункера.
- 6 Графики зависимости v_{ϕ} от H .
- 7 Выводы по работе.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- 1 Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы : учеб. пособие / Н. П. Берлин [и др.]. – Гомель : БелГУТ, 2014. – 502 с.
- 2 **Берлин, Н. П.** Комплексная механизация и автоматизация погрузочно-разгрузочных и складских работ на железнодорожном транспорте : учеб. пособие / Н. П. Берлин, В. Я. Негрей, Н. П. Негрей. – Гомель : БелГУТ, 2010. – 226 с.
- 3 **Берлин, Н. П.** Механизация погрузочно-разгрузочных и складских операций на железнодорожном транспорте : учеб.-метод. пособие / Н. П. Берлин, Н. П. Негрей. – Гомель : БелГУТ, 2007. – 144 с.
- 4 **Гаджинский, А. М.** Логистика : учеб. / А. М. Гаджинский. – М. : Дашков и К, 2012. – 484 с.
- 5 Грузовые вагоны колеи 1520 мм железных дорог СССР : альбом-справочник. – М. : Транспорт, 1989. – 176 с.
- 6 **Еловой, И. А.** Логистика : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2011. – 163 с.
- 7 **Еловой, И. А.** Разработка модели логистической цепи и определение ее основных параметров : учеб.-метод. пособие / И. А. Еловой. – Гомель : БелГУТ, 2017. – 81 с.
- 8 **Ивуть, Р. Б.** Теория логистики : учеб.-метод. пособие / Р. Б. Ивуть, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2011. – 329 с.
- 9 **Колос, М. М.** Производство погрузочно-разгрузочных работ. Терминалы : учеб.-метод. пособие / М. М. Колос. – Гомель : БелГУТ, 2018. – 78 с.
- 10 **Краснова, И. И.** Логистика складирования : учеб.-метод. пособие / И. И. Краснова, Т. Р. Кисель. – Минск : БНТУ, 2016. – 80 с.
- 11 Логистика : учеб. пособие / Б. А. Аникин [и др.]; под ред. Б. А. Аникина, Т. А. Родкиной. – М. : Проспект, 2011. – 408 с.
- 12 Логистика в примерах и задачах / В. С. Лукинский [и др.]. – М. : Финансы и статистика, 2014. – 287 с.
- 13 **Маликов, О. Б.** Склады и грузовые терминалы : справ. / О. Б. Маликов. – СПб. : Бизнес-пресса, 2005. – 560 с.
- 14 Межотраслевые нормы времени на погрузку, разгрузку вагонов, автотранспорта и складские работы. – Минск : НИИ труда, 2002. – 116 с.
- 15 **Падня, В. А.** Погрузочно-разгрузочные машины : справ. / В. А. Падня. – М. : Транспорт, 1981. – 448 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Введение	3
1 Изучение конструкции и определение производительности конвейеров с гибким тяговым органом	4
2 Изучение конструкции и определение производительности конвейеров без гибкого тягового органа	8
3 Изучение конструкции и определение производительности элеваторов	13
4 Изучение конструкции и определение производительности погрузчиков непрерывного действия	18
5 Изучение конструкции и определение производительности механических разгрузчиков непрерывного действия	27
6 Изучение конструкции и определение производительности мостовых кранов ...	31
7 Изучение конструкции и определение производительности козловых однобалочных и двухбалочных кранов	41
8 Изучение конструкции и определение производительности стреловых кранов	51
9 Изучение конструкции и определение производительности кранов-штабелеров ..	58
10 Изучение конструкции и определение производительности механических погрузчиков	63
11 Обеспечение устойчивости кранов при производстве погрузочно-разгрузочных работ	72
12 Обеспечение устойчивости механических погрузчиков	75
13 Изучение конструкции и определение производительности вагоноопрокидывателей	80
14 Изучение конструкции и определение производительности автомобилеразгрузчиков	83
15 Определение пропускной способности бункера	86
Список литературы	92

Учебное издание

БЕРЛИН Николай Петрович
НАСТАЧЕНКО Елена Владимировна
ВЕРБИЦУК Ярослав Ярославович

ПРОИЗВОДСТВО ПОГРУЗОЧНО-РАЗГРУЗОЧНЫХ РАБОТ

Пособие

Редактор Я. А. В а с ь к е в и ч
Технический редактор В. Н. К у ч е р о в а

Подписано в печать 12.05.2022 г. Формат 60×84 1/16.
Бумага офсетная. Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Усл. печ. л. 5,35. Уч.-изд. л. 5,03. Тираж 200 экз.
Зак. № 1031. Изд. № 9.

Издатель и полиграфическое исполнение:
Белорусский государственный университет транспорта.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,
распространителя печатных изданий
№ 1/361 от 13.06.2014.
№ 2/104 от 01.04.2014.
№ 3/1583 от 14.11.2017.
Ул. Кирова, 34, 246653, Гомель