

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ  
Филиал БНТУ "СОЛИГОРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГОРНО-ХИМИЧЕСКИЙ КОЛЛЕДЖ"

## **ПОДЪЁМНО-ТРАНСПОРТНОЕ ОБОРУДОВАНИЕ**

Методические рекомендации  
по изучению учебного предмета,  
задания для контрольной работы и  
рекомендации по ее выполнению  
для учащихся заочной формы получения образования  
специальности 2-36 07 01 «Машины и аппараты химических  
производств и предприятий строительных материалов»  
специальности 5-04-0714-10 «Техническая эксплуатация  
оборудования для изготовления химических продуктов и  
строительных материалов»»

Солигорск

Составитель: Зайцева Г.А., преподаватель филиала БНТУ "Солигорский  
государственный горно-химический колледж"

Методические рекомендации и задания для контрольной работы  
рассмотрены на заседании цикловой комиссии общепрофессиональных  
предметов

протокол № \_\_\_\_ от \_\_\_\_\_

Председатель цикловой комиссии \_\_\_\_\_ Д.С.Тимофеева

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение .....	4
Тематический план .....	5
Требования и методические указания по выполнению и оформлению контрольной работы .....	6
Таблица вариантов для контрольной работы .....	8
Перечень вопросов для контрольной работы .....	9
Методика по решению типовых задач .....	16
Приложения .....	27
Список использованных источников .....	35

## 1 ВВЕДЕНИЕ

Согласно специфике заочного обучения, учащиеся самостоятельно изучают предмет по рекомендуемой литературе.

Учебный материал необходимо изучать в последовательности, указанной в тематическом плане. Изучая учебный материал, обязательно вести конспект, в котором кратко записывается основное содержание тем. Все непонятные вопросы выясняются во время консультаций. Отдельные темы, наиболее трудные для самостоятельной проработки, излагаются преподавателем во время сессии. Практические занятия проводятся в период экзаменационной сессии.

Программой предмета «Подъемно-транспортное оборудование» предусматривается изучение учащимися конструкций различных грузоподъемных и транспортных механизмов, а также схем механизации погрузочно-разгрузочных работ.

Целью предмета является:

- ознакомить учащихся с устройством, основными расчетами и правилами эксплуатации установок подъемно-транспортного оборудования;
- научить учащихся правильно выбирать по каталогам грузоподъемное и транспортное оборудование с учетом его производительности и физико-химических свойств транспортируемого материала.

## 2 ТЕМАТИЧЕСКИЙ ПЛАН

по учебному предмету «Подъемно-транспортное оборудование»

для специальности 5-04-0714-10 «Техническая эксплуатация оборудования  
для изготовления химических продуктов и строительных материалов»

Раздел, тема		Количество часов			ДКР
		Всего		ПР	
		на пред мет	на лекционные занятия		
	<b>Раздел 1. Грузоподъемное устройство</b>	<b>36</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	
1.1	Общие сведения о грузоподъемных устройствах	2	1		
1.2	Гибкие элементы и узлы тяговых органов	8			
	<i>Практическая работа № 1</i>			2	
	<i>Расчет лебедок и талей с ручным и электрическим приводом</i>				
1.3	Грузозахватные устройства	4	1		
1.4	Остановы, тормоза	4	1		
1.5	Простые грузоподъемные устройства и механизмы	8	1		
1.6	1.6 Краны и подъемники	10	1		
	<b>Раздел 2. Транспортирующие устройства и установки непрерывного действия</b>	<b>36</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	
2.1	2.1 Ленточные конвейеры	16	3		
	<i>Практическая работа № 2</i>			2	
	<i>Расчет ленточного конвейера</i>				
2.2	Цепные конвейеры	6	1		
2.3	Конвейеры без тягового органа	6	1		
2.4	Пневматический и гидравлический транспорт	4	1		
2.5	Механизация погрузочно-разгрузочных работ	4	1		
	<b>Итого</b>	<b>72</b>	<b>12</b>	<b>4</b>	<b>1</b>

### **3 ТРЕБОВАНИЯ И МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ**

Задания на контрольную работу составлены в девяти вариантах. Примерный объём работы – 10-12 листов ученической тетради.

Выполнение контрольной работы предполагает самостоятельное изучение материала разделов и тем предмета по литературе, рекомендуемой учебной программой, и после проработки вопросов для самоконтроля.

Согласно учебному плану, учащиеся выполняют одну домашнюю контрольную работу, которая содержит 4 вопроса, номера определяются по таблице вариантов на стр. 8

Вариант определяется по двум последним цифрам шифра. Например, у учащегося группы МА-19, шифр у которого 1934, то номер его варианта – 34.

Перед выполнением домашней работы необходимо внимательно ознакомиться с содержанием вопросов своего варианта, тщательно проработать учебную и справочную литературу, ГОСТы и другие нормативные документы.

Ответы на поставленные вопросы должны быть четкими, предельно сжатыми, основанными на анализе и сопоставлении изучаемого материала.

При оформлении домашней контрольной работы необходимо соблюдать следующие требования:

- работа выполняется в тетради в клетку;
- на обложке пишется: полное и правильное наименование предмета, фамилия, имя, отчество, номер варианта, наименование специальности, на первом листе размещается содержание работы;
- контрольная работа выполняется аккуратно, без помарок, для пометок и замечаний преподавателя необходимо оставлять поле шириной 30-40 мм;
- в конце работы следует оставить чистую страницу для рецензии преподавателя;
- чертежи и схемы должны быть выполнены с применением чертежных инструментов с соблюдением масштабов и в соответствии с действующими ГОСТами;
- выполненная работа должна содержать логические пояснения.

В конце работы:

указать перечень источников, использованных при выполнении работы (автор, название книги, издательство, год издания, количество страниц);

Домашнюю контрольную работу учащиеся должны выполнить и предоставить в учебную часть колледжа в установленный графиком учебного процесса срок. При получении проверенной работы учащийся должен выполнить замечания рецензии преподавателя, провести работу над ошибками, если таковые имеются, повторить недостаточно усвоенный материал.

Работа, выполненная не по своему варианту, не зачитывается и возвращается без рецензии.

К практическим работам допускаются учащиеся, успешно выполнившие домашнюю контрольную работу.

В соответствии с учебным планом по окончании сессии итогом изучения предмета «Подъемно-транспортное оборудование» является написание учащимися обязательной контрольной работы (ОКР).

Учащиеся, не выполнившие домашние контрольные работы, практические работы, к ОКР не допускаются.

Домашняя контрольная работа предъявляется преподавателю при сдаче экзаменов (ОКР).

#### 4 ТАБЛИЦА ВАРИАНТОВ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Предпоследняя цифра шифра	Последняя цифра шифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	X	1,26, 51,76, 129	2,27, 51,77, 144	3,28, 53,78, 103	4,29, 54,79, 111	5,30, 55,80, 133	6,31, 56,81, 136	7,32, 57,52, 125	8,33, 58,83, 116	9,34, 59,84, 112
1	10,35, 60,85, 126	11,36, 61,86, 121	12,37, 62,87, 128	13,38, 63,88, 143	14,39, 64,89, 124	15,40, 65,90, 115	16,41, 66,91, 117	17,42, 67,92, 127	18,43, 68,9, 111	19,44, 69,94, 137
2	20,45, 70,95, 134	21,46, 71,96, 128	22,47, 72,97, 120	23,48, 73,98, 127	24,49, 74,99, 142	25,50, 75,100, 110	10,26, 51,101, 149	9,27, 53,102, 132	8,28, 55,76, 136	7,29, 57,78, 121
3	6,30, 59,80, 131	5,31, 61,82, 135	4,32, 63,84, 123	3,33, 65,86, 119	2,34, 67,88, 126	1,35, 69,90, 141	25,36, 71,92, 109	24,37, 73,94, 135	23,38, 75,96, 130	22,39, 74,98,1 37
4	21,40, 72,100, 138	20,41, 70,102, 129	18,42, 68,101, 114	19,43, 66,99, 104	17,44, 64,97, 118	16,45, 62,95, 108	15,46, 60,93, 134	14,47, 58,91, 142	13,48, 56,89, 120	12,49, 54,87, 139
5	11,50, 52,85, 122	25,40, 51,83, 113	24,27, 55,81, 109	23,28, 60,79, 148	22,29, 61,77, 107	21,30, 59,76, 117	20,31, 58,78, 125	19,32, 57,79, 140	18,33, 56,80, 148	17,34, 55,81, 143
6	16,35, 54,82, 112	15,36, 53,83, 108	13,37, 52,84, 147	14,38, 51,85, 106	12,39, 62,86, 133	11,26, 63,87, 140	1,41, 64,88, 116	2,42, 65,89, 124	3,43, 66,90, 139	4,44, 67,91, 132
7	5,45, 68,92, 107	6,46, 69,93, 146	7,47, 70,94, 105	8,48, 71,95, 132	9,49, 72,96, 141	10,50, 73,97, 119	1,26, 74,98, 147	2,27, 75,99, 115	3,30, 51,100, 123	4,28, 52,101, 138
8	5,29, 53,102, 145	6,50, 54,95, 104	7,49, 55,94, 131	8,47, 56,93, 105	9,48, 57,92, 139	10,46, 58,91, 149	11,45, 59,90, 144	12,44, 60,89, 146	13,43, 61,88, 114	14,42, 62,87, 122
9	15,41, 63,86, 103	16,40, 64,85, 130	17,39, 65,84, 140	18,38, 66,83, 106	19,37, 67,82, 118	20,36, 68,81, 138	21,35, 69,80, 143	22,34, 70,79, 144	23,33, 71,78, 145	24,32, 72,77, 113

## 5 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

1. Требования, предъявляемые к современным подъемно-транспортным машинам, признаки классификации этих машин.
2. Основные параметры грузоподъемных машин, их характеристика.
3. Простейшие грузоподъемные устройства. Домкраты.
4. Лебедки. Их назначение, классификация. Лебедки с ручным приводом.
5. Лебедки с канатоведущим шкивом, их применение, принцип работы.
6. Тали. Назначение талей, типы талей. Тали с ручным приводом, принцип работы.
7. Тали с электрическим приводом, принцип работы, особенности.
8. Подъемники, типы, назначение. Лифты, их назначение, типы. Параметры лифтов.
9. Скиповые подъемники. Основные элементы скипового подъемника. Привести схемы.
10. Принцип работы неуравновешенного скипового подъемника, уравновешенного односкипового и уравновешенного двухскипового подъемника. Подъемные лебедки.
11. Грузоподъемные краны, их классификация. Назначение основных элементов грузоподъемных кранов.
12. Мостовые краны опорные общего назначения, устройство, особенности.
13. Питание электродвигателей мостовых кранов.
14. Мостовые краны специального назначения: литейные, мульдозавалочные краны и т.д. Область применения, особенности в конструкции.
15. Подвесные мостовые краны, их виды, краткая характеристика. Эксплуатация подвесных кранов.
16. Козловые краны: консольные и бесконсольные, их назначение и устройство.
17. Краны-штабелеры, их назначение. Устройство и принцип действия. Основные типы грузозахватных устройств кранов-штабелеров. Управление кранов-штабелеров.
18. Краны стрелового типа: стреловые краны, башенные, порталные, вантовые и др. Их назначение, устройство.
19. Поворотные краны с постоянным и переменным вылетом стрелы.
20. Передвижные (самоходные краны) на пневмоколесном, гусеничном и железнодорожном ходу.
21. Специальные краны: плавучие, кабельные, контейнерные и другие. Их краткая характеристика. Область применения.
22. Основные параметры грузоподъемных машин: грузоподъемность, режим работы, скорость рабочих органов, производительность.

23. Назначение грузозахватных устройств. Грузовые крюки, их классификация, краткая характеристика.
24. Крюковые подвески, их конструктивные разновидности.
25. Грузозахватные устройства для захвата штучных и тарных грузов.
26. Подъемные электромагниты постоянного тока. Устройство, принцип действия, область применения.
27. Спредеры, их назначение. Устройство и принцип работы.
28. Вакуумные захваты. Устройства и принцип работы. Область применения.
29. Приспособления для захвата и транспортировки сыпучих грузов. Типы грейферов, принцип их работы.
30. Назначение гибких тяговых органов грузоподъемных машин и требования, предъявляемые к ним.
31. Канаты пеньковые, стальные и синтетические. Факторы, влияющие на срок службы канатов.
32. Цепи сварные, пластинчатые и специальные. Назначение и область применения цепей.
33. Полиспасты, их классификация. Схемы полиспастов, их краткая характеристика.
34. Неподвижные и подвижные блоки полиспаста. Определение кратности и коэффициента полезного действия полиспаста.
35. Барабаны, их назначение, виды и область применения. Определение их основных размеров.
36. Способы крепления канатов на барабане.
37. Блоки и звездочки для канатов и цепей. Их конструкции и назначение.
38. Тормозные устройства. Назначение, классификация. Требования, предъявляемые к ним.
39. Остановы храповые и фрикционные, их устройство, принцип работы, назначение. Преимущества и недостатки.
40. Тормоза, их назначение и классификация.
41. Колодочные тормоза. Типы колодочных тормозов, их сравнительная характеристика.
42. Тормоза с осевым нажатием.
43. Дисково-колодочные тормоза. Устройство, назначение и область применения.
44. Классификация грузоподъемных и транспортных устройств.
45. Типы приводов грузоподъемных машин, их характеристика.
46. Ручной привод. Схемы механизмов с ручным приводом.
47. Электрический привод грузоподъемных машин, характеристика.
48. Гидропривод грузоподъемных машин. Характеристика, достоинства и недостатки.

49. Пневматический привод. Характеристика, достоинства и недостатки.

50. Центробежные тормоза (регуляторы среды). Их виды, сравнительная характеристика, назначение.

51-62. Произвести расчет механизма подъема ручной лебедки, предназначенной для подъема груза весом  $G$  на высоту  $H$ . Количество рабочих  $n$ . КПД лебедки  $\eta=0,8$ . Поверхность барабана – гладкая, число слоев навивки каната на барабан –  $m$ . Кратность полиспаста  $u$ , полиспаст простой ( $a=1$ ).

№ задачи	$G$ , кН	$H$ , м	$n$	$\eta$	$m$	$u$
51	25	30	2	0,8	2	2
52	26	15	2	0,8	2	2
53	30	35	2	0,8	2	2
54	15	25	2	0,8	2	2
55	32	20	2	0,8	2	2
56	15	12	2	0,8	2	2
57	25	15	2	0,8	2	2
58	35	10	2	0,8	2	2
59	40	26	2	0,8	2	2
60	28	18	2	0,8	2	2
61	18	14	2	0,8	2	2
62	50	15	2	0,8	2	2

63-75. Подобрать электродвигатель, редуктор и тормоз механизма подъема лебедки, предназначенной для подъема груза весом  $G$  со скоростью  $V$ , если диаметр барабана  $D_b$ , кратность полиспаста  $U=2$ , КПД лебедки  $\eta=0,85$ , режим работы  $ПВ$  (легкий, средний, тяжелый).

№ задачи	$G$ , кН	$V$ , м/с	$D_b$ , мм	$ПВ$ , %
63	10	0,25	200	40
64	12,5	0,3	200	25
65	20	0,3	250	15
66	25	0,42	320	25
67	32	0,5	250	15
68	50	0,25	400	25
69	63	0,2	450	25
70	80	0,42	400	15
71	100	0,3	560	15
72	40	0,5	320	25
73	50	0,45	250	40
74	70	0,4	320	25
75	35	0,25	400	15

76-102. Подобрать канат, сварную калиброванную цепь, грузовую пластинчатую цепь и определить размеры литого чугуна барабана лебедки механизма подъема мостового крана с машинным приводом грузоподъемностью **G**. Высота подъема груза **H**. Полиспаст сдвоенный ( $a=2$ ), кратностью **u**. Режим работы **ПВ**. Поверхность барабана с канавками.

№ задачи	<b>G</b> , кН	<b>H</b> , м	<b>u</b>	<b>ПВ</b> , %
76	200	10	4	25
77	105	20	3	25
78	250	10	4	25
79	165	15	3	40
80	160	15	3	15
81	260	8	4	15
82	320	6	4	25
83	270	10	4	25
84	80	5	3	1540
85	45	10	2	25
86	50	15	4	15
87	300	5	4	40
88	40	10	2	35
89	40	5	2	15
90	100	25	3	15
91	310	6	4	25
92	60	10	3	15
93	125	12	3	15
94	210	10	4	40
95	80	5	3	25
96	50	10	3	25
97	50	15	2	25
98	120	10	3	25
99	65	8	3	15
100	200	8	4	25
101	85	8	3	15
102	130	15	3	25

103. Транспортирующие машины непрерывного действия, их классификация и назначение.
104. Основы расчета конвейерных установок.
105. Ленточные конвейеры, их классификация и применение в химической промышленности. Приведите типовую схему ленточного конвейера и перечислите основные узлы и детали.
106. Ленточный конвейер, устройство, принцип действия. Достоинства и недостатки.
107. Основные элементы ленточного конвейера, краткая характеристика. Конвейерные ленты, их типы, методы стыковки конвейерных лент.
108. Перечислить основные элементы ленточного конвейера. Приводные станции ленточных конвейеров.
109. Натяжные станции ленточных конвейеров.
110. Роликоопоры и опорные конструкции ленточных конвейеров.
111. Загрузочные и разгрузочные устройства ленточных конвейеров.
112. Устройства для очистки ленты и подконвейерного пространства.
113. Ориентировочный и детальный расчет ленточного конвейера.
114. Ленточные конвейеры специальных конструкций: ленточно- канатные конвейеры, конвейеры с проволочной лентой, конвейеры со стальной лентой, конвейеры с лентой на воздушной подушке. Их устройство и применение.
115. Передвижные ленточные конвейеры, их характеристика. Привести их схемы.
116. Монтаж и эксплуатация ленточных конвейеров. Охрана труда.
117. Цепные конвейеры. Их назначение, устройство, основные элементы. Достоинства и недостатки цепных конвейеров.
118. Пластинчатые конвейеры, их классификация, назначение. Элементы конструкции пластинчатых конвейеров. Приведите схему.
119. Расчет пластинчатых конвейеров.
120. Скребокковые конвейеры, их назначение, устройство и область применения. Узлы и детали скребкового конвейера. Привести схему.
121. Расчет скребкового конвейера.
122. Монтаж и эксплуатация скребковых конвейеров. Техника безопасности при их обслуживании.
123. Ковшовые элеваторы, их назначение, устройство, классификация и область применения.
124. Основные узлы и детали ковшовых элеваторов. Привести схему.
125. Основные параметры и расчет элеваторов. Техника безопасности при обслуживании элеваторов.
126. Монтаж и обслуживание ковшовых элеваторов.

127. Винтовые конвейеры (шнеки), их назначение, классификация, классификация и принцип действия. Основные узлы и детали.
128. Вибрационные качающиеся конвейеры, их назначение, устройство, область применения и принцип действия. Привести схему вибрационного конвейера.
129. Автоматизация и контроль работы конвейерных линий.
130. Общие сведения о питателях, их назначение, классификация и область применения.
131. Характеристика питателей с тяговым органом: ленточные и пластинчатые. Регулирование и определение производительности. Достоинства и недостатки. Привести схемы этих питателей.
132. Вращающиеся питатели: дисковые, барабанные, лопастные, ячеювые, винтовые и цепные. Устройство, принцип действия, достоинства и недостатки. Схемы питателей.
133. Питатели колеблющиеся: качающийся, вибрационный, маятниковый. Устройство и принцип действия. Область применения. Достоинства и недостатки. Привести схемы питателей.
134. Выбор типа питателя.
135. Общие сведения о гидравлическом транспорте. Достоинства и недостатки. Область применения. Принципиальные схемы гидротранспортных установок.
136. Основные узлы и элементы гидротранспортных установок. Желоба. Трубопроводы. Насосы для пульпы.
137. Расчет гидравлического транспорта.
138. Эксплуатация гидротранспортных установок.
139. Назначение, классификация и область применения пневматического транспорта. Достоинства и недостатки пневмотранспортных установок.
140. Пневмоустановка нагнетательного типа, ее схема. Характеристика данной установки. Достоинства и недостатки.
141. Пневмоустановка всасывающая. Схема, характеристика установки. Достоинства и недостатки.
142. Загрузочные устройства пневмоустановок: шнековые, барабанные, камерные.
143. Аэрожелоба для распределения материала по желобам.
144. Эксплуатация пневмотранспортных установок.
145. Расчет пневматического транспорта.
146. Гравитационные транспортирующие устройства (трубы и желоба, винтовые и каскадные спуски), их устройство и область применения. Привести эскизы гравитационных устройств.

147. Подвесные канатные дороги, их назначение, устройство, классификация и область применения.

148. Оборудование канатных дорог. Эксплуатация подвесных дорог.

149. Виды канатно-подвесных дорог, их схемы.

## 6 МЕТОДИКА ПО РЕШЕНИЮ ТИПОВЫХ ЗАДАЧ

### 1. ВЫБОР СТАЛЬНЫХ КАНАТОВ, ЦЕПЕЙ И БАРАБАНОВ

ПРИМЕР 1. Подобрать канат для механизма подъема мостового крана грузоподъемностью  $G=200$  кН. Высота подъема груза  $H=8$  м. Режим работы – легкий ( $\text{ПВ}=15\%$ ). Полиспаст сдвоенный кратностью  $U=4$ .

Исходные данные:

$G=200$  кН – вес поднимаемого груза;  
 $H=8$  м – высота подъема груза;  
режим работы – легкий ( $\text{ПВ}=15\%$ );  
 $a=2$  – число ветвей, наматываемых на барабан;  
 $U=4$  – кратность полиспаста.

Решение

Максимальное рабочее усилие в одной ветви каната

$$F_{max} = \frac{G}{Z \cdot \eta} = \frac{200}{8 \cdot 0,97} = 25,8 \text{ кН},$$

где  $Z = U \cdot a = 4 \cdot 2 = 8$  – число ветвей, на которые подвешен груз;  
 $\eta$  – КПД полиспаста, по табл.ПЗ при  $U=4$  для полиспаста с подшипниками качения  $\eta=0,97$ .

Расчетное разрывное усилие

$$F_p = n_k \cdot F_{max} = 5 \cdot 25,8 = 129 \text{ кН},$$

где  $n_k$  – коэффициент запаса прочности каната для крана с машинным приводом при легком режиме работы,  $n_k = 5$  (П1).

По ГОСТ 2688-80 (табл.П5) выбираем канат типа ЛК-Р6х19+ 1о.с. с разрывным усилием  $F_{p,m} = 130$  кН при пределе прочности  $\delta=1470$  Мпа, диаметр каната  $d_k=16,5$  мм.

Фактический запас прочности каната:

$$n_\phi = \frac{F_{p,m} \cdot Z \cdot \eta}{G} = \frac{130 \cdot 8 \cdot 0,97}{200} = 5,04 > n_k = 5$$

Следовательно, выбранный канат подходит.

ПРИМЕР 2. Подобрать сварную калиброванную цепь для ручной тали грузоподъемностью  $G=25\text{кН}$ . Кратность полиспаста  $U=2$  (полиспаст простой).

Исходные данные:

$G=25\text{ кН}$  – грузоподъемность тали;

$U=2$  – кратность полиспаста;

$a=1$  – полиспаст простой.

Решение

Максимальное рабочее усилие в одной ветви цепи

$$F_{max} = \frac{G}{Z \cdot \eta_6} = \frac{25}{2 \cdot 0,96} = 13\text{кН},$$

где  $Z = U \cdot a = 2 \cdot 1 = 2$  – число ветвей, на которых подвешен груз,

$\eta_6 = 0,96$  – КПД цепного блока.

Расчетное разрывное усилие

$$F_p = F_{max} \cdot n_{ц} = 13 \cdot 3 = 39\text{кН},$$

где  $n_{ц}$  – коэффициент запаса прочности цепи, для сварной калиброванной цепи при ручном приводе  $n_{ц} = 3$  (табл.П2).

По таблице Пб выбираем сварную калиброванную цепь с разрывным усилием  $F_{p.m.} = 40\text{кН}$ , у которой диаметр прутка  $d_{ц} = 10\text{мм}$ , внутренняя длина (шаг) цепи  $t = 28\text{мм}$ , ширина звена  $B = 34\text{мм}$ .

Фактический запас прочности

$$n_{\phi} = \frac{F_{p.m.} \cdot Z \cdot \eta_6}{G} = \frac{40 \cdot 2 \cdot 0,96}{25} = 3,1 > n_{ц} = 3$$

Следовательно, выбранная цепь подходит.

ПРИМЕР 3. Подобрать грузовую пластинчатую цепь для механизма подъема с машинным приводом грузоподъемностью  $G=30\text{кН}$ . Груз подвешен на двух ветвях ( $Z=2$ ).

Исходные данные:

$G=30\text{ кН}$  – вес поднимаемого груза;

$Z=2$  – число ветвей, на которых подвешен груз.

## Решение

Максимальное рабочее усилие в одной ветви цепи

$$F_{max} = \frac{G}{Z \cdot \eta_{зв}} = \frac{30}{2 \cdot 0,96} = 15,6 \text{ кН},$$

где  $\eta_{зв}=0,96$  – КПД звездочки.

Расчетное разрывное усилие

$$F_p = n_{ц} \cdot F_{max} = 5 \cdot 15,6 = 78 \text{ кН},$$

где  $n_{ц}$  – коэффициент запаса прочности цепи, для пластинчатых цепей с машинным приводом  $n_{ц}=5$  (табл.П2).

По табл.П7 принимаем цепь с разрушающим усилием  $F_{p.м.}=80 \text{ кН}$ , которой шаг  $t=40 \text{ мм}$ , толщина пластины  $S=3 \text{ мм}$ , ширина пластины  $h=60 \text{ мм}$ , число пластин в одном звене цепи  $n=4$ , диаметр средней части валика  $d_1=11 \text{ мм}$ , длина валика  $e=59 \text{ мм}$ .

Фактический запас прочности:

$$n_{ф} = \frac{F_{p.м.} \cdot Z \cdot \eta_{з.в.}}{G} = \frac{80 \cdot 2 \cdot 0,96}{30} = 5,12 > n_{ц} = 5$$

## 2. РАСЧЕТ БАРАБАНОВ

**ПРИМЕР 4.** Определить основные размеры литого чугунного барабана по данным примера 1. Допускаемое напряжение сжатия для чугуна  $[\sigma]_{сж}=80 \text{ Мпа}$ .

## Решение

Минимально допустимый диаметр барабана по дну канавки определяем по формуле:

$$D_6 \geq (e-1) \cdot d_k, \text{ мм},$$

где  $d_k=16,5 \text{ мм}$  – диаметр каната (пример 1);  $e$  – коэффициент, зависящий от типа механизма и режима работы, для кранов с машинным приводом при легком режиме работы  $e=20$  (табл.П4).

$D_6=(20-1) \cdot 16,5=313,5 \text{ мм}$ , принимаем значение диаметра барабана из нормального ряда  $D_6=320 \text{ мм}$  (табл.П8).

Определяем длину барабана. Барабан с двухсторонней нарезкой.

Рабочую длину одной половины барабана определяем по формуле:

$$l_p = (Z_p + Z_o) \cdot t, \text{ мм},$$

где  $t$  – шаг витков для барабана с канавками

$$t = d_k + (2 \dots 3) = 16,5 + (2 \dots 3) = (18,5 \dots 19,5) \text{ мм},$$

принимаем  $t = 19$  мм;

$Z_o = 1,5 \dots 2$  – число запасных витков каната, принимаем  $Z_o = 2$ ;

$Z_p$  – количество рабочих витков каната

$$Z_p = \frac{L_k}{\pi \cdot (D_b + d_k)} = \frac{32000}{3,14 \cdot (320 + 16,5)} = 30 \text{ витков}$$

Здесь  $L_k = H \cdot u = 8 \cdot 4 = 32$  м – длина каната, наматываемого на одну половину,

тогда  $l_p = (30 + 2) \cdot 19 = 608$  мм

Полная длина барабана:

$$l_b = 2 \cdot (l_p + l_3) + l_o, \text{ мм},$$

где  $l_3$  – длина барабана, необходимая для крепления каната;

$$l_3 = (3 \dots 4) \cdot t = (3 \dots 4) \cdot 19 = (57 \dots 76) \text{ мм}, \text{ принимаем } l_3 = 60 \text{ мм}$$

$$l_o = e - 2 \cdot h_{\text{мин}} \cdot \text{tg} \alpha, \text{ мм},$$

здесь  $e$  – расстояние между осями ручьев крайних блоков,  $e = 200$  мм, при  $D_b = 320$  мм (табл. П8).

$h_{\text{мин}}$  – расстояние между осями барабана и блоков в крайнем верхнем положении

$$h_{\text{мин}} = 1,5 \cdot D_b = 1,5 \cdot 320 = 480 \text{ мм}$$

$\alpha = 4 - 6^\circ$  – допускаемый угол отклонения набегающей на барабан ветви каната от вертикального положения, принимаем  $\alpha = 6^\circ$

$$l_o = 200 - 2 \cdot 480 \cdot \text{tg} 6^\circ = 99,1 \text{ мм}, \text{ принимаем } l_o = 100 \text{ мм}$$

Таким образом, полная длина барабана

$$l_b = 2 \cdot (608 + 60) + 100 = 1436 \text{ мм}, \text{ принимаем } l_b = 1440 \text{ мм} = 1,44 \text{ м}$$

Толщину стенки барабана определяем по формуле:

$$\delta = \frac{F_{\text{max}}}{t \cdot [\sigma]_{\text{сж}}} = \frac{25,8 \cdot 10^3}{19 \cdot 10^{-3} \cdot 80 \cdot 10^6} = 0,017 \text{ м}$$

Принимаем  $\delta = 17$  мм.

Толщина стенки литого барабана должна быть не менее 17 мм.

### 3. РАСЧЕТ ЛЕБЕДОК С РУЧНЫМ ПРИВОДОМ

ПРИМЕР 5. Произвести расчет механизма подъема ручной лебедки, предназначенной для подъема груза весом  $G=15\text{кН}$  на высоту  $H=30\text{м}$ . Количество рабочих  $n=2$ . КПД лебедки  $\eta=0,8$ . Поверхность барабана – гладкая, число слоев навивки каната на барабан  $m=2$ . Кратность полиспаста  $U=2$ , полиспаста простой ( $\alpha =1$ ).

Исходные данные:

$G=15\text{ кН}$  – вес поднимаемого груза;  
 $H=30\text{ м}$  – высота подъема груза;  
 $n=2$  – количество рабочих;  
 $\eta=0,8$  – КПД лебедки;  
 $m=2$  – число слоев навивки каната на барабан;  
поверхность барабана – гладкая;  
 $U=2$  – кратность полиспаста;  
 $\alpha =1$  – число ветвей, наматываемых на барабан

Решение

Выбор каната.

Максимальное рабочее усилие водной ветви каната.

$$F_{max} = \frac{G}{Z \cdot \eta} = \frac{15}{2 \cdot 0,99} = 7,6\text{кН},$$

где  $Z=U \cdot \alpha=2 \cdot 1=2$  – число ветвей, на которых висит груз;

$\eta_n$  – КПД полиспаста по табл.ПЗ для полиспаста кратностью  $U=2$  на подшипниках качения  $\eta_n=0,99$ .

Расчетное разрывное усилие:

$$F_p = n_k \cdot F_{max} = 5,5 \cdot 7,6 = 41,8\text{кН},$$

где  $n_k$  – коэффициент запаса прочности каната, для грузовой лебедки с ручным приводом  $n_k=5,5$  (табл.П1).

По ГОСТ 26.88-80 (табл.П5) выбираем канат типа ЛК-Р6х19+1<sub>о.с.</sub> с разрывным усилием  $F_{р.м.}=45,45\text{ кН}$  при пределе прочности  $\sigma_b=1764\text{ Мпа}$ , диаметр каната  $d_k=9,1\text{ мм}$ .

Фактический запас прочности каната:

$$n_{cp} = \frac{F_{р.м.} \cdot Z \cdot \eta_n}{G} = \frac{45,45 \cdot 2 \cdot 0,99}{15} = 6 > n_k = 5,5$$

Определение основных размеров барабана.

Минимально допустимый диаметр барабана

$$D_{\delta} \geq (e-1) \cdot d_k,$$

где  $e$  – коэффициент, зависящий от типа механизма и режима работы, для грузовых лебедок с ручным приводом  $e=12$  (табл.П4), тогда

$$D_{\delta} \geq (12-1) \cdot 9,1 = 100,1 \text{ мм},$$

Принимаем из нормального ряда  $D_{\delta}=160$  мм (табл.П8).

Рабочую длину барабана при многослойной навивке каната определяем по формуле:

$$l_p = \frac{L_k \cdot t}{\pi \cdot m \cdot (m \cdot d_k + D_{\delta})} = \frac{(60 \cdot 10^3 \cdot 9,1)}{3,14 \cdot 2 \cdot (2 \cdot 9,1 + 160)} = 488 \text{ мм},$$

где  $t$  – шаг витков, для гладкого барабана  $t = d_k = 9,1$  мм;

$L_k$  – длина каната без учета запасных витков

$$L_k = H \cdot U = 30 \cdot 2 = 60 \text{ м}.$$

Полная длина барабана с односторонней навивкой:

$$l_{\delta} = l_p + l_{\delta} + l_3,$$

где  $l_{\delta} = (1,5 \dots 2) \cdot 9,1 = 13,65 \dots 18,2$  мм, принимаем  $l_{\delta} = 18$  мм,

$l_3$  – длина барабана, необходимая для закрепления каната,

$l_3 = (3 \dots 4) \cdot t = (3 \dots 4) \cdot 9,1 = 27,3 \dots 36,4$  мм, принимаем  $l_3 = 34$  мм.

Таким образом, полная длина барабана

$$l_{\delta} = 488 + 18 + 34 = 540 \text{ мм}, \text{ принимаем } l_{\delta} = 540 \text{ мм}.$$

Толщину стенки барабана, определяем по формуле:

$$\delta = \frac{F_{\max}}{t \cdot [\sigma]_{\text{сж}}} = \frac{7,6 \cdot 10^3}{9,1 \cdot 10^{-3} \cdot 110 \cdot 10^6} = 0,0076 \text{ м} = 7,6 \text{ мм}$$

Принимаем  $\delta = 8$  мм.

$[\sigma]_{\text{сж}} = 110$  Мпа – допускаемое напряжение для стали Ст5.

Изгибающий момент.

$$T_u = \frac{F_{\max} \cdot l_{\delta}}{2} = \frac{7,6 \cdot 10^3 \cdot 540 \cdot 10^3}{2} = 2052 \text{ Нм}$$

Крутящий момент

$$T_k = F_{\max} \cdot (D_{\delta} + d_k) = 7,6 \cdot 10^3 \cdot (0,16 + 0,0091) = 1285 \text{ Нм}$$

Приведенный момент

$$T_{\text{пр}} = \sqrt{T_u^2 + T_k^2} = \sqrt{2052^2 + 1285^2} = 2420 \text{ Нм}.$$

Момент сопротивления изгибу кольцевого сечения

$$W_u = 0,1 \cdot D_6^3 \cdot (1 - \alpha) = 0,1 \cdot 0,16^3 \cdot (1 - 0,9) = 14 \cdot 10^{-5} \text{ м}^3,$$

$$\alpha = \frac{D_B}{D_6} = \frac{144}{160} = 0,9$$

$D_B = D_6 - 2 \cdot \delta = 160 - 2 \cdot 8 = 144$  мм – внутренний диаметр барабана. Суммарное напряжение от изгиба и кручения в опасном сечении барабана:

$$\sigma_c = \frac{T_{\text{пр}}}{W_u} = \frac{2420}{14 \cdot 10^{-5}} = 17,3 \text{ Мпа} < [\sigma] = 70 \text{ Мпа}$$

Условие прочности соблюдается.

$[\sigma]$  – допускаемое напряжение изгиба.

Наружный диаметр по бортам барабана:

$$D_H = D_6 + 2 \cdot (m + 2) \cdot d_k = 160 + 2(2 + 2) \cdot 9,1 = 232,8 \text{ мм}$$

Принимаем  $D_H = 235$  мм

Определение передаточного числа лебедки

Момент сопротивления от веса груза:

$$T_c = \frac{F_{\text{max}} \cdot D_6}{2} = \frac{7,6 \cdot 10^3 \cdot 160 \cdot 10^{-3}}{2} = 608 \text{ Нм}$$

Момент на валу рукоятки:

$$T_p = P_p \cdot n \cdot \varphi \cdot l = 200 \cdot 2 \cdot 0,8 \cdot 0,35 = 112 \text{ Нм},$$

где  $P_p$  – усилие одного рабочего, принимаем  $P_p = 200$  Н (см. выше);

$\varphi$  – коэффициент, учитывающий неодновременность приложения усилия при работе двух рабочих,  $\varphi = 0,8$  (см. выше);

$l$  – длина рукоятки, принимаем  $l = 350$  мм (см. выше).

Определяем передаточное число лебедки:

$$U_o = \frac{T_c}{T_p \cdot \eta} = \frac{608}{112 \cdot 0,8} = 6,8,$$

так как  $U_o < 8$ , то принимаем одноступенчатую передачу.

При  $U_o > 8$  следует принимать двухступенчатые передачи, разбив общее передаточные числа отдельных пар:  $U_o = U_1 \cdot U_2$ .

Определение основных размеров рукоятки.

Диаметр стержня ручки:

$$d \geq \sqrt[3]{P_p \cdot n \cdot l_1 \cdot (0,1 \cdot [\sigma]_u)} \geq \sqrt[3]{200 \cdot 2 \cdot 0,35 \cdot (0,1 \cdot 70 \cdot 10^6)} \geq 0,0272 \text{ м} = 27,2 \text{ мм}$$

Принимаем  $d = 28$  мм

где  $l_1$  – длина стержня ручки,  $l_1 = 350$  мм (см. выше),  $[\sigma]_u = 60 \dots 80$  Мпа допускаемое напряжение изгиба, для стали Ст5 принимаем  $[\sigma]_u = 70$  Мпа.

Толщину рукоятки определяем по формуле:

$$\delta_p \geq \sqrt[3]{2 \cdot T_p \cdot [\sigma]_u} \geq \sqrt[3]{2 \cdot 112 \cdot (70 \cdot 10^6)} \geq 0,0148 \text{ м} = 14,8 \text{ мм}$$

Принимаем  $\delta_p = 15 \text{ мм}$ .

Ширину рукоятки принимаем равной  $b = 3 \cdot \delta_p = 3 \cdot 15 = 45 \text{ мм}$

Диаметр ведущего вала, на который надевается рукоятка:

$$d_1 \geq \sqrt[3]{T_p \cdot (0,2 \cdot [\tau]_k)} \geq \sqrt[3]{112 \cdot (0,2 \cdot 25 \cdot 10^6)} \geq 0,0282 \text{ м} = 28,2 \text{ мм}$$

где  $[\tau]_k = 25 \dots 30 \text{ Мпа}$  – пониженное допускаемое напряжение кручения, для стали Ст5 принимаем  $[\tau]_k = 25 \text{ Мпа}$ .

Диаметр втулки рукоятки:  $d_b = (1,8 \dots 2) \cdot 30 = 54 \dots 60 \text{ мм}$ ,

принимаем  $d_b = 55 \text{ мм}$

$l_d = (1 \dots 1,5) \cdot d_1 = (1 \dots 1,5) \cdot 30 = 30 \dots 45 \text{ мм}$ , принимаем  $l_d = 40 \text{ мм}$

Скорость подъема груза:

$$v_r = \frac{n \cdot P_p \cdot \varphi \cdot v_p}{G} = \frac{2 \cdot 200 \cdot 0,8 \cdot 55}{15 \cdot 10^3} = 1,17 \text{ м/мин}$$

где  $v_p = 50 \dots 60 \text{ м/мин}$  – окружная скорость приводной рукоятки, принимаем  $v_p = 55 \text{ м/мин}$

#### 4. РАСЧЕТ ЛЕБЕДОК С МАШИНЫМ ПРИВОДОМ

**ПРИМЕР 6.** Подобрать электродвигатель, редуктор и тормоз механизма подъема лебедки, предназначенной для подъема груза весом  $G = 50 \text{ кН}$  со скоростью  $v_r = 0,25 \text{ м/с}$ , если диаметр барабана  $D_b = 250 \text{ мм}$ , кратность полиспаста  $U = 2$ , КПД лебедки  $\eta = 0,85$ , режим работы – легкий (ПВ=15%).

#### Исходные данные

$G = 50 \text{ кН}$  – вес груза;

$v_r = 0,25 \text{ м/с}$  – скорость подъема;

$D_b = 250 \text{ мм}$  – диаметр барабана;

$U = 2$  – кратность полиспаста;

$\eta = 0,85$  – КПД лебедки;

режим работы – легкий (ПВ=15%)

## Решение

Требуемая мощность электродвигателя:

$$P_{\text{э.р}} = \frac{G \cdot v_r}{\eta} = \frac{50 \cdot 0,25}{0,85} = 14,7 \text{ кВт}$$

По каталогу (табл.П9) выбираем электродвигатель типа МТФ 312-8 мощностью при ПВ=15%  $P_{\text{э.р}} = 15$  кВт, частотой вращения  $n_{\text{э}} = 680$  об/мин с максимальным моментом  $T_{n.\text{max}} = 430$  Н·м, маховым моментом ротора  $(GD^2) = 15,5$  Н·м.

Номинальный момент на валу двигателя:

$$T_{\text{н}} = 9550 \cdot \frac{P_{\text{э}}}{n_{\text{э}}} = 9550 \cdot \frac{15}{680} = 210,7 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Кратность максимального момента:

$$\Psi_{\text{max}} = \frac{T_{n.\text{max}}}{T_{\text{н}}} = \frac{430}{210,7} \approx 2$$

Частота вращения барабана:

$$n_{\text{б}} = \frac{60 \cdot v_r \cdot U}{\pi \cdot D_{\text{б}}} = \frac{60 \cdot 0,25 \cdot 2}{3,14 \cdot 0,25} \approx 38 \text{ об/мин}$$

Расчетное передаточное число редуктора:

$$U_{\text{р.р.}} = \frac{n_{\text{э}}}{n_{\text{б}}} = \frac{680}{38} = 17,9$$

По каталогу (табл.10), исходя из расчетной мощности, частоты вращения двигателя, передаточного числа и режима работы, выбираем редуктор типа Ц2-250 с передаточным числом  $U_{\text{р}} = 19,88$ , мощностью  $P_{\text{р}} = 15$  кВт, частотой вращения быстроходного вала  $n_{\text{р}} = 750$  об/мин.

Фактическая скорость подъема груза:

$$v_{\text{ф}} = \frac{v_r \cdot U_{\text{р.р.}}}{U_{\text{р}}} = \frac{0,25 \cdot 17,9}{19,88} = 0,22 \text{ м/с}$$

Проверяем выбранный электродвигатель на фактическую кратность пускового момента. Должно выполняться условие:

$$\Psi \leq \Psi_{\text{max}}$$

Фактическую кратность пускового момента выбранного электродвигателя определяем из соотношения:

$$\Psi = \frac{T_n}{T_c}$$

Пусковой момент, приведенный к валу двигателя, определяем по формуле:

$$T_n = \frac{G \cdot D_6}{2 \cdot U \cdot U_p \cdot \eta} + \frac{\delta \cdot (G D_6^2 \cdot n)}{375 \cdot t_n} + \frac{G \cdot D_6^2 \cdot n}{375 \cdot U^2 \cdot U_p^2 \cdot t_n \cdot \eta} = \frac{50000 \cdot 0,25}{2 \cdot 2 \cdot 19,88 \cdot 0,85} + \frac{1,15 \cdot 15,5 \cdot 680}{375 \cdot 1,8} + \frac{50000 \cdot 0,25^2 \cdot 680}{375 \cdot 19,88^2 \cdot 2^2 \cdot 1,8 \cdot 0,85} = 204 \text{ Нм}$$

где  $t_n = 8 \cdot 0,22 = 1,8 \text{ с}$  – время пуска механизма;

$\delta = 1,1 \dots 1,2$  – коэффициент, учитывающий маховые моменты деталей механизма, принимаем  $\delta = 1,15$ .

Статический момент на валу электродвигателя:

$$T_c = \frac{G \cdot D_6}{2 \cdot U \cdot U_p \cdot \eta} = \frac{50000 \cdot 0,25}{2 \cdot 2 \cdot 19,88 \cdot 0,85} = 185 \text{ Нм,}$$

тогда  $\Psi = \frac{204}{185} = 1,1 < \Psi_{max} = 2$ , следовательно, работоспособность двигателя обеспечена.

Определяем требуемый тормозной момент:

$$T_T = K_T \cdot T_K = 1,5 \cdot 210,7 = 316 \text{ Нм,}$$

где  $K_T$  – коэффициент запаса торможения, для легкого режима  $K_T = 1,5$  (табл.П11);

$T_K$  – крутящий момент на быстром валу редуктора,  $T_K = T_H = 210,7 \text{ Нм}$

По каталогу (табл.П12) по тормозному  $T_T$  подбираем двухколодочный тормоз с электродвигателем типа ТТ-250, у которого тормозной момент  $T_T = 400 \text{ Нм}$ .

Выписываем необходимые для расчета данные:

плечи рычагов –  $a = 160 \text{ мм}$ ,  $b = 330 \text{ мм}$ ,  $c = 9 \text{ мм}$ ,  $l_T = 150 \text{ мм}$ , отход колодки  $E = 1,1 \text{ мм}$ , толкатель типа ТГМ-25, обеспечивающий толкающее усилие  $F_T = 250 \text{ Н}$  и ход штока  $h_{ш} = 50 \text{ мм}$ , размеры шкива – диаметр шкива  $D_{ш} = 250 \text{ мм}$ , ширина шкива  $B_{ш} = 90 \text{ мм}$ , угол обхвата шкива колодками  $\alpha = 70^\circ$

Расчетное окружное усилие на ободке тормозного шкива:

$$P_p = \frac{2 \cdot T_T}{D_{ш}} = \frac{2 \cdot 316}{0,25} = 2528 \text{ Н}$$

Сила нормального давления колодки на шкив:

$$N = \frac{P_p}{2 \cdot f} = \frac{2528}{2 \cdot 0,35} = 3610 \text{ Н,}$$

где  $f$  – коэффициент трения рабочих поверхностей, для тормозной асбестовой ленты(феррадо) по чугуну стали  $f=0,35$  (табл.П13).

Усилие толкателя:

$$F_T = \frac{N \cdot a \cdot c}{B \cdot l_T \cdot \eta} = \frac{3610 \cdot 0,16 \cdot 0,019}{0,33 \cdot 0,15 \cdot 0,95} = 234 \text{ Н}$$

$$234 \text{ Н} < F_T \text{ (табл.)} = 250 \text{ Н,}$$

где  $\eta$  – КПД рычажной системы, равный  $\eta = 0,9 \dots 0,95$ , принимаем  $\eta = 0,95$

Ход штока толкателя:

$$h_{ш} = \frac{2,2 \cdot E \cdot B \cdot l_T}{a \cdot c \cdot K_1} = \frac{2,2 \cdot 0,0011 \cdot 0,33 \cdot 0,15}{0,16 \cdot 0,019 \cdot 0,85} = 0,046 \text{ м} = 46 \text{ мм}$$

$$46 \text{ мм} < h_{ш} \text{ (табл.)} = 50 \text{ мм,}$$

где  $K_1$  – коэффициент использования рабочего хода штока, равный  $K_1 = 0,8 \dots 0,85$ , принимаем  $K_1 = 0,85$

Проверку рабочих поверхностей тормозных колодок на удельное давление производим по формуле:

$$q = \frac{360 \cdot T_T}{\pi \cdot D_{ш}^2 \cdot B_{ш} \cdot f \cdot \alpha} = \frac{360 \cdot 316}{3,14 \cdot 0,25^2 \cdot 0,09 \cdot 0,35 \cdot 70} = 0,26 \text{ Мпа}$$

$$0,26 \text{ Мпа} < [q] = 0,6 \text{ Мпа,}$$

здесь  $[q]$  – допускаемое удельное давление материала рабочих поверхностей принимается по табл.П13.

Следовательно, выбранный тормоз подходит.

## ПРИЛОЖЕНИЯ

Таблица П1

Коэффициент запаса прочности каната  $n_k$

Грузоподъемные устройства	Привод	Режим работы	$n_k$
Краны, кроме грейферных	Ручной Машинный	Легкий	4,5
		Средний	5
		Тяжелый	5,5
		Весьма тяжелый	6
		Весьма тяжелый	6
Грузовые лебедки, тали	Ручной	-	5,5
	Машинный	-	6

Таблица П2

Коэффициент запаса прочности цепи  $n_c$

Цепь	Привод	
	ручной	машинный
Сварная некалиброванная	3	6
Сварная калиброванная	3	8
Пластинчатая	3	5

Таблица П3

Коэффициент полезного действия полиспастов  $\eta_{II}$

Тип подшипников блоков полиспаста	Кратность полиспаста, $u$				
	2	3	4	5	6
скольжения (КПД блока $\eta_6=0,96$ )	0,98	0,96	0,94	0,92	0,9
качения (КПД блока $\eta_6=0,98$ )	0,99	0,98	0,97	0,96	0,95

Минимальные допускаемые значения коэффициента  $e$ 

Грузоподъемные устройства	Привод	Режим работы	$e$
Все типы кранов, кроме стреловых	Ручной Машинный	-	18
		Легкий	20
		Средний	25
		Тяжелый	30
		Весьма тяжелый	35
Электрические тали	Машинный	-	20
Грузовые лебедки	Ручной	-	12
	Машинный	-	20

Канаты типа ЛК – Р 6\*19+1.о.с. по ГОСТ 2688-80

Диаметр каната $d_k$ , мм	Временное сопротивление разрыву материала, проволок каната $\sigma_b$ , МПа			
	1470	1568	1764	1960
	Разрывная нагрузка каната $F_{p.t.}$ , кН			
4,1	-	-	9,75	10,85
4,8	-	-	12,85	13,9
5,1	-	-	14,6	15,8
5,6	-	15,8	17,8	19,35
6,9	-	24,0	26,3	28,7
8,3	-	34,8	38,15	41,6
9,1	-	41,55	45,45	49,6
9,9	-	48,85	53,45	58,35
11,0	-	62,85	68,8	75,15
12,0	-	71,75	78,55	85,75
13,0	76,19	81,25	89,0	97,0
14,0	92,85	98,95	108,0	118,0
15,0	107,0	114,45	125,55	137,0
16,5	130,0	132,0	152,0	166,0
18,0	155,0	166,0	181,5	198,0
19,5	179,5	191,0	209,0	228,0
21,0	208,0	222,0	243,5	265,5

Цепи сварные калиброванные ГОСТ 2319-81

Размер звена, мм			Нагрузка $F_{р.т.}$ , кН	
Диаметр $d_{ц}$	Шаг $t$	Ширина $B$	Разрушающая	Пробная
5,0	19	17	6,4	3,2
6,0	19	21	14,0	7,0
7,0	22	23	18,0	9,0
8,0	23	27	26,0	13,0
9,0	27	32	32,0	16,0
10,0	28	34	40,0	20,0
11,0	31	36	46,0	23,0
13,0	36	43	66,0	33,0
16,0	44	53	102,0	51,0
18,0	50	58	128,0	64,0
20,0	56	66	160,0	80,0
23,0	64	76	210,0	105,0
26,0	72	84	266,0	133,0
28,0	78	91	312,0	156,0

Таблица П7

Цепи грузовые пластинчатые ГОСТ 191-82

Тип цепи	Размер в мм							Количество пластин в цепи, $N$	Разрушающая нагрузка $F_{р.т.}$ , кН
	шаг, $t$	расстояние между внутренними пластинами, $B$	Пластин $a$		Валик				
			ширина, $h$	толщина, $S$	диаметр средней части, $d$	диаметр шейки, $d_1$	длина валика		
I	6	4	5	1	3	2,3	11	2	1,25
	8	6	7	1	3,5	2,5	13	2	1,6
	10	8	8	1,5	4	3	18	2	2,5
	145	12	12	2	5	4	25	2	5,0
	20	15	15	2	8	6	28	2	12,5
	25	18	18	2,5	10	8	36	2	25
	30	20	20	2,5	11	9	51	4	40
	35	22	26	3	12	9	53	4	63
	40	25	30	3	14	11	59	4	80

Продолжение таблицы П7

Тип цепи	Размер в мм							Количество пластин в цепи, N	Разрушающая нагрузка $F_{р.т.}$ , кН
	шаг, t	расстояние между внутренними пластинами, B	Пластин а		Валик				
			ширина, h	толщина, S	диаметр средней части, d	диаметр шейки, $d_1$	длина валика		
II	45	30	35	3	17	14	63	4	100
	50	35	38	4	22	18	90	4	160
	55	40	40	4,5	24	21	108	4	200
	60	45	45	5	26	22	114	4	250
	70	50	55	5	32	26	148	6	400
	80	60	60	5	36	28	159	6	500
III	90	70	70	7	40	30	184	6	800
	100	80	80	8	45	35	224	6	1000
	110	90	90	8	50	40	236	8	1250

Таблица П8

Нормальный ряд барабана и блока, измеренный по дну канавки или ручья блока

Д <sub>б</sub> , мм	160	200	250	320	400	450	560	630	710	800
B, мм				200	225	266	306	336	370	400

Таблица П9

Технические данные крановых электродвигателей  
серии МТФ с фазовым ротором

Тип электро двигателя	ПВ = 15%		ПВ = 25%		ПВ = 40%		Максималь ный момент, $T_{п.маx}$ $H^*M$	Маховый момент, $GD^2$ , $H^*M^2$
	Мощ ность P, кВт	Частота вращения n, об/мин	Мощ ность P, кВт	Частота вращения n, об/мин	Мощ ность P, кВт	Частота вращения n, об/мин		
MTF 011-6	2,0	800	1,7	850	1,4	885	40	0,85
MTF 012-6	3,1	785	2,7	840	2,2	890	57	1,15
MTF 111-6	4,5	850	4,1	870	3,5	895	87	1,95
MTF 112-6	6,5	895	5,8	915	5,0	930	140	2,7
MTF 211-6	10,5	895	9,0	915	7,5	930	195	4,6
MTF 311-6	14	925	13	935	11	945	320	9,0
MTF 312-6	19,5	945	17,5	950	15	955	480	12,5
MTF 411-6	30	945	27	955	22	965	650	20,0
MTF 412-6	40	960	36	965	30	970	950	27,0
MTF 311-8	10,5	665	9	680	7,5	695	270	11,0
MTF 312-8	15	680	13	695	11	705	430	15,5
MTF 411-8	22	685	18	700	15	710	580	21,5
MTF 412-8	30	705	26	715	22	720	900	30,0

Таблица П11

Коэффициент запаса торможения  $K_T$

Режим работы	Л	С	Т	ВТ
Коэффициент $K_T$	1,5	1,75	2	2,5

Таблица П10

## Мощность на быстроходном валу редукторов в кВт

Тип редуктора	Режим работы	Общее передаточное число $U_p$															
		9,8		12,41		16,3		19,88		24,9		32,42		41,34		50,94	
		Частота вращения ведущего вала $n_p$ , об/мин															
		750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000	750	1000
Ц2-250	Л	30,5	30,5	25,5	25,0	18,5	20,0	15,0	17,0	12,5	14,0	10,5	11,5	7,5	9,8	6,5	8,2
	С	19,7	23,8	16,6	20,5	13,5	17,3	11,1	14,1	9,4	11,7	7,6	9,2	5,6	7,3	4,2	6,0
	Т	14,5	15,6	12,3	14,1	8,3	10,2	7,3	8,9	6,9	7,6	4,5	5,0	3,5	4,2	3,0	3,5
Ц2-300	Л	40,0	43,0	33,5	35,5	29,0	31,5	24,0	29,0	19,0	20,0	14,5	18,0	11,5	14,0	10,0	12,5
	С	35,7	39,7	29,5	31,2	21,6	25,0	17,8	20,6	16,1	18,3	10,4	14,6	8,3	11,6	7,4	9,7
	Т	23,3	28,2	19,6	24,4	13,3	16,2	11,6	13,9	11,1	11,5	7,9	9,7	5,5	7,3	4,8	6,9
Ц2-350	Л	65,0	78,0	55,0	62,0	44,0	47,0	36,0	43,5	30,0	36,0	20,0	27,5	18,5	22,0	15,0	20,0
	С	57,0	61,2	43,5	50,7	32,0	37,1	26,5	33,5	22,4	27,1	16,6	21,8	13,4	17,3	11,1	14,5
	Т	31,6	39,0	29,2	33,0	19,5	24,1	17,7	21,1	16,6	18,1	12,9	15,6	8,4	10,2	7,3	9,0
Ц2-400	Л	10,2	137,0	91,0	111,0	86,5	92,0	71,5	77,0	60,0	70,5	48,5	54,0	36,5	43,5	30,5	39,7
	С	58,8	68,5	53,6	54,5	53,5	54,5	46,5	49,4	38,6	44,5	28,9	34,3	26,3	30,1	19,9	24,0
	Т	45,2	57,4	39,2	43,6	38,9	42,8	30,0	33,6	21,6	26,8	13,1	16,8	13,8	16,8	9,8	11,9
Ц2-500	Л	221	257	187	218	136	159	123	134,5	103	122	83,0	100	64,0	75,0	52,5	67,5
	С	140	178	112	143	103	122	89,2	104	75,6	91,7	52,7	68,6	42,2	58,5	37,0	49,0
	Т	106	132	84,7	103,2	61,0	74,2	58,7	65,4	51,5	52,8	32,8	40,2	28,4	37,0	23,3	28,5

Техническая характеристика двухколодных тормозов  
с электрогидротолкателями

Тип тормоза	Тормозной момент $G_T$ , Нм	Тип толкателя	Усилие $F_T$ , Н	Размеры в мм							
				a	b	c	$l_T$	отход колодки	ход штока	диаметр шкива	ширина шкива
ТТ - 160	100	ТГМ -16	160	100	275	32	115	10	25	160	70
ТТ - 200	200	ТГМ -25	250	130	310	32	150	10	32	200	90
ТТ - 250	400	ТГМ -25	250	160	330	19	150	11	50	250	90
ТТ - 320	900	ТГМ -50	500	200	425	24	190	12	50	320	120
ТТ - 400	1600	ТГМ -80	800	255	520	32	200	14	50	400	140
ТТ - 500	3200	ТГМ -160	1600	305	605	48	290	16	50	500	200
ТТ - 630	6300	ТГМ -160	1600	410	815	40	360	175	90	630	240

Коэффициент трения  $f$  и допускаемые удельные давления  $[q]$ 

Материал трущихся поверхностей	Коэффициент трения $f$	Допускаемые удельные давления $[q]$ в МПа	
		стопорный тормоз	спускной тормоз
Чугун по чугуну	0,15	2,0	1,5
Чугун по стали	0,15	2,0	1,5
Лента тормозная асбестовая по стали и чугуну	0,35...0,37	0,8	0,6
Лента вальцованная по стали и чугуну	0,4...0,42	1,2	0,9

## СПИСОК ИСПОЛЬЗУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ

- 1 Александров М.П. Подъемно - транспортные машины — М: Машиностроение, 1984.
- 2 Васильев К.А. Транспортные устройства и склады – М: Недра, 1991
- 3 Матюшев Л.Г. Транспортные устройства и склады обогатительных фабрик – М: Недра, 1979
- 4 Васильев Н.В. Основы проектирования и расчеты транспортных устройств и складов обогатительных фабрик – М: Недра, 1965