

**Министерство образования Республики Беларусь**

**Учреждение образования  
«Гомельский государственный технический  
университет имени П. О. Сухого»**

**Кафедра «Автоматизированный электропривод»**

**Д. А. Хабибуллин**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ЛИФТОВ**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ  
к курсовому проектированию по дисциплине  
«Автоматизированный электропривод типовых  
производственных и транспортных механизмов»  
для студентов специальности 1-53 01 05  
«Автоматизированные электроприводы»  
дневной и заочной форм обучения**

**Гомель 2012**

УДК 62-83-52+621.876.2(075.8)  
ББК 31.291+39.12я73  
Х12

*Рекомендовано научно-методическим советом  
факультета автоматизированных и информационных систем  
ГГТУ им. П. О. Сухого  
(протокол № 4 от 28.11.2011 г.)*

Рецензенты: зав. каф. «Электроподвижной состав» БелГУТа  
канд. техн. наук, доц. *В. С. Могила*;  
канд. техн. наук, доц. каф. «Электроснабжение»  
ГГТУ им. П. О. Сухого *А. Г. Ус*

- Хабибуллин, Д. А.**  
Х12 Проектирование пассажирских лифтов : метод. указания к курсовому проектированию по дисциплине «Автоматизированный электропривод типовых производственных и транспортных механизмов» для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» днев. и заоч. форм обучения / Д. А. Хабибуллин. – Гомель : ГГТУ им. П. О. Сухого, 2012. – 73 с. – Систем. требования: PC не ниже Intel Celeron 300 МГц ; 32 Mb RAM ; свободное место на HDD 16 Mb ; Windows 98 и выше ; Adobe Acrobat Reader. – Режим доступа: <http://lib.gstu.local>. – Загл. с титул. экрана.

Дано описание кинематических схем, конструктивных узлов лифтов, а также технических мероприятий, обеспечивающих безопасность производства работ на лифтах, особое внимание уделено электрической части лифтов.

Для студентов специальности 1-53 01 05 «Автоматизированные электроприводы» дневной и заочной форм обучения.

УДК 62-83-52+621.876.2(075.8)  
ББК 31.291+39.12я73

© Учреждение образования «Гомельский  
государственный технический университет  
имени П. О. Сухого», 2012

## Введение

Подъемные машины прерывистого режима, к которым относятся лифты, находят широкое применение во всех отраслях народного хозяйства. Помимо количественного роста лифтовой парк изменяется и качественно: заменяются или модернизируются старые типы лифтов, постоянно улучшаются технические характеристики новых типов лифтов, повышается их производительность, надежность, безопасность работы, внешний вид и другие качества. Улучшение технических характеристик, как правило, связано с усложнением конструкции и электрических схем лифтов. Современный лифт - это сложное электрическое устройство, работающее в полуавтоматическом режиме по установленной программе. Программа работы лифта определяется действием пассажиров, местонахождением и положением (свободна и занята) кабины и регламентируется при помощи электрической схемы лифта. Электрические схемы современных лифтов многоэлементные и состоят не только из традиционной релейно-контакторной аппаратуры, но и электронных элементов и блоков. Лифты отличаются общедоступностью пользования, комфортабельностью и безусловной безопасностью. Все основные операции при открывании и закрывании дверей, передвижении, замедлении, и точной остановке кабины лифта осуществляется с помощью привода. Только он может выполнить те высокие требования, которым должны удовлетворять современные лифты.

## I Кинематические схемы лифтов

Технические требования к проектированию, изготовлению и эксплуатации лифтов определяются [2]:

1. Правилами устройства и безопасной эксплуатации лифтов (ПУ-БЭЛ)
2. Строительными нормами и правилами (СНиП)
3. Государственными стандартами на лифты
4. Правилами устройства электроустановок (ПУЭ)
5. Правилами технической эксплуатации электроустановок потребителей (ПТЭ) и Правилами техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей (ПТБ)

Лифты, отвечающие перечисленным правилам, нормам, стандартам, изготавливают по технической документации специализированной проектно-конструкторской организации, монтируют, ремонтируют и технически обслуживают также специализированные организации.

В паспорте лифта должны быть указаны номер и дата разрешения на изготовление лифтов, выданные органом Госгортехнадзора (Государственный комитет по надзору за безопасным ведением работ в промышленности и горному надзору), а в технических условиях — требования к материалам с учетом условий окружающей среды и требования к сварке и контролю ее качества.

В инструкции по эксплуатации должны быть указаны с учетом конструкции и назначения лифта периодичность проверок, смазок узлов и нормы износа узлов и их деталей.

К работе лифты допускаются только после их регистрации в органах Госгортехнадзора и после технического освидетельствования.

Разрешение на производство технического освидетельствования лифтов и пуск их в эксплуатацию выдается специализированной организацией органами Госгортехнадзора.

Технические освидетельствования состоят из осмотров, статического и динамического испытаний.

Осмотром проверяют состояние механизмов и электрооборудования, системы управления, сигнализации, дверных замков и контактов и всех предохранительных устройств и устройств освещения.

Статическое испытание проводится перегрузкой, превышающей на 100% номинальную при нижнем положении кабины в течение 10 мин.

Динамическое испытание производится нагрузкой, превышающей на 10% номинальную грузоподъемность. Во время испытания приводятся в действие все его механизмы и аппараты.

Лифты являются механизмами вертикального транспорта, предназначенными для транспортировки пассажиров и грузов в жилых, производственных и административных зданиях [3].

Основными техническими параметрами лифта являются: грузоподъемность, скорость движения, высота подъема кабины [1].

Грузоподъемность лифта определяется массой наибольшего расчетного груза без учета массы кабины.

Номинальная скорость кабины является скоростью установившегося движения кабины в нормальных условиях эксплуатации. Ее значение выбирают из следующего ряда: 0,25; 0,5; 0,71; 1; 1,4; 1,6; 2; 2,8; 4; 5,6; 7; 8 м/с.

Расчетная высота подъема определяется архитектурно-планировочным решением конструкции задания.

К лифтам предъявляются следующие требования: точность остановки относительно уровня этажной площади; плавность движения кабины при разгоне и торможении; комфортабельность условий транспортирования пассажиров; общедоступность пользования лифтом; бесшумность работы; допустимый уровень электромагнитных помех при работе систем радиосвязи и телевидения.

Лифты являются механизмами вертикального транспорта, предназначенного для транспортировки пассажиров и грузов в жилых, производственных и административных зданиях. [3]

Основными техническими параметрами лифта являются: грузоподъемность, скорость движения, высота подъема кабины [1].

Грузоподъемность лифта определяется массой наибольшего расчетного груза без учета массы кабины.

Номинальная скорость кабины является скоростью установившегося движения кабины в нормальных условиях эксплуатации. Ее значение выбирают из следующего ряда: 0,25; 0,5; 0,71; 1; 1,4; 1,6; 2; 2,8; 4; 5,6; 7; 8 м/с.

Расчетная высота подъема определяется архитектурно-планировочным решением конструкции здания.

К лифтам предъявляются следующие требования: точность остановки относительно уровня этажной площадки; плавность движения кабины при разгоне и торможении; комфортабельность условий транспортирования пассажиров; общедоступность пользования лиф-

том; бесшумность работы; допустимый уровень электромагнитных помех при работе систем радиосвязи и телевидения.

В настоящее время отмечается непрерывный рост парка лифтов при устойчивой тенденции поиска новых конструктивных решений, отражающих требования рынка и научно-технические достижения в различных отраслях промышленности.

Совершенствуются организационные формы и технические средства службы эксплуатации лифтов. Серьёзное внимание уделяется вопросам повышения производительности и качества монтажных работ.

Жёсткая конкуренция на внутренних и мировых рынках, расширяющийся спектр потребностей заказчиков лифтового оборудования служит хорошим стимулом поиска более эффективных технических решений.

Можно отметить следующие основные тенденции развития лифтостроения.

Применение новых конструкционных и отделочных материалов, включая композиционные.

Совершенствование конструкции и дизайна кабин и оборудования посадочных площадок с учетом фактора вандалостойкости.

Совершенствование конструкции всех систем оборудования лифта с целью снижения шума и вибрации в здании и в кабине лифта.

Расширение сферы применения наружной установки лифтов в углублении наружных стен жилых и административных зданий башенного типа.

Повышение надёжности устройств, обеспечивающих безопасное применение лифтов.

Совершенствование систем привода и расширение области применения привода переменного тока с тиристорным и амплитудно-частотным управлением.

Совершенствование систем управления на основе достижения промышленной электроники и микропроцессорной техники.

Расширение масштабов применения гидравлических лифтов плунжерного типа с канатным мультипликатором в зданиях малой и средней этажности.

Комплексное решение проблем внутреннего транспорта зданий и сооружений на основе комбинированного применения лифтов, многокабинных подъёмников, эскалаторов и пассажирских конвейеров.

Широкое использование методов унификации и стандартизации с целью повышения качества изготовления, снижения стоимости массового производства и эксплуатационных затрат.

Расширение практики модернизации действующего лифтового оборудования.

Повышение эффективности системы технического обслуживания лифтов на основе применения современных методов компьютерной обработки информации и управления в сочетании с внедрением микропроцессорной системы самодиагностики лифтового оборудования.

Совершенствование методов проектирования лифтов на основе широкого применения САПР.

Совершенствование технологии изготовления лифтового оборудования на основе роботизации производственных процессов.

Повышение эффективности и качества монтажа лифтового оборудования на основе совершенствования технологии и модернизации трудоёмких процессов.

#### Исходные данные на проектирование таблица:

№ ва р	ско- рость, м/с	диаметр канато- вед. шкива, м	пере- дат. число редук- тора	масса каби- ны, кг	масса номи- нального груза, кг	коэффици- ент уравнове- шивания $\alpha$	КПД лифта с уче- том тре- ния, Пном
1	0,71	0,7	40	2800	320	0,4	0,7
2	0,71	0,75	42	3000	320	0,45	0,65
3	0,71	0,8	44	3200	320	0,5	0,75
4	0,71	0,85	46	3400	320	0,4	0,7
5	0,71	0,9	48	2800	320	0,45	0,65
6	0,71	0,95	50	3000	320	0,5	0,75
7	0,71	1,0	52	3200	320	0,4	0,7
8	0,71	0,7	53	3400	320	0,45	0,65
9	0,71	0,75	54	2800	320	0,5	0,75
10	0,71	0,80	55	3000	320	0,4	0,7
11	0,71	0,85	56	3200	320	0,45	0,65
12	0,71	0,9	57	3400	320	0,5	0,75

13	0,71	0,95	58	2800	320	0,4	0,7
14	0,71	1,0	59	3000	320	0,45	0,65
15	0,71	0,7	60	3200	320	0,5	0,75
16	0,71	0,75	40	3400	320	0,4	0,7
17	0,71	0,8	42	2800	320	0,45	0,65
18	0,71	0,85	44	3000	320	0,5	0,75
19	0,71	0,9	46	3200	320	0,4	0,7
20	0,71	0,95	48	3400	320	0,45	0,65
21	0,71	1,0	50	2800	320	0,5	0,75
22	0,71	0,7	52	3000	320	0,4	0,7
23	0,71	0,75	53	3200	320	0,45	0,65
24	0,71	0,8	54	3400	320	0,5	0,75
25	0,71	0,85	55	2800	320	0,4	0,7
26	0,71	0,9	56	3000	320	0,45	0,65
27	0,71	0,95	57	3200	320	0,5	0,75
28	0,71	1,0	58	3400	320	0,4	0,7
29	1,0	0,7	40	2800	500	0,4	0,7
30	1,0	0,75	42	3000	500	0,45	0,65
31	1,0	0,8	44	3400	500	0,5	0,75
32	1,0	0,85	46	3200	500	0,4	0,7
33	1,0	0,9	48	2800	500	0,45	0,65
34	1,0	0,95	50	3000	500	0,5	0,75
35	1,0	1,0	52	3200	500	0,4	0,7
36	1,0	0,7	53	3400	500	0,45	0,65
37	1,0	0,75	54	2800	500	0,5	0,75
38	1,0	0,8	55	3000	500	0,4	0,7
39	1,0	0,85	56	3200	500	0,45	0,65
40	1,0	0,9	57	3400	500	0,5	0,75
41	1,0	0,95	58	2800	500	0,4	0,7
42	1,0	1,0	59	3000	500	0,45	0,65
43	1,0	0,7	60	3200	500	0,5	0,75
44	1,0	0,75	40	3400	500	0,4	0,7
45	1,0	0,8	42	2800	500	0,45	0,65
46	1,0	0,85	44	3000	500	0,5	0,75
47	1,0	0,9	46	3200	500	0,4	0,7
48	1,0	0,95	48	3400	500	0,45	0,65
49	1,0	1,0	50	2800	500	0,5	0,75
50	1,0	0,7	52	3000	500	0,4	0,7

51	1,0	0,75	53	3200	500	0,45	0,65
52	1,0	0,8	54	3400	500	0,5	0,75
53	1,0	0,85	55	2800	500	0,4	0,7
54	1,0	0,9	56	3000	500	0,45	0,65
55	1,0	0,95	57	3200	500	0,5	0,75
56	1,0	1,0	58	3400	500	0,4	0,7
57	1,0	0,7	59	2800	500	0,45	0,65
58	1,0	0,75	60	3000	500	0,5	0,75
59	1,0	0,8	40	3200	500	0,4	0,7
60	1,0	0,85	42	3400	500	0,45	0,65
61	1,0	0,9	44	2800	500	0,5	0,75
62	1,0	0,95	46	3000	500	0,4	0,7
63	1,0	1,0	48	3200	500	0,45	0,65
64	1,0	0,7	50	3400	500	0,5	0,75
65	1,0	0,75	52	2800	500	0,4	0,7
66	1,0	0,8	53	3000	500	0,45	0,65
67	1,0	0,85	54	3200	500	0,5	0,75
68	1,0	0,9	55	3400	500	0,4	0,7
69	1,0	0,95	56	2800	500	0,45	0,65
70	1,0	1,0	57	3000	500	0,5	0,75
71	1,0	0,7	58	3200	500	0,4	0,7
72	1,0	0,75	59	3400	500	0,45	0,65
73	1,0	0,8	60	2800	500	0,5	0,75
74	0,71	0,7	40	2800	500	0,4	0,7
75	0,71	0,75	42	3000	500	0,45	0,65
76	0,71	0,8	44	3200	500	0,5	0,75
77	0,71	0,85	46	3400	500	0,4	0,7
78	0,71	0,9	48	2800	500	0,45	0,65
79	0,71	0,95	50	3000	500	0,5	0,75
80	0,71	1,0	52	3200	500	0,4	0,7
81	0,71	0,7	53	3400	500	0,45	0,65
82	0,71	0,75	54	2800	500	0,5	0,75
83	0,71	0,8	55	3000	500	0,4	0,7
84	0,71	0,85	56	3200	500	0,45	0,65
85	0,71	0,9	57	3400	500	0,5	0,75
86	0,71	0,95	58	2800	500	0,4	0,7
87	0,71	1,0	59	3000	500	0,45	0,65
88	0,71	0,7	60	3200	500	0,5	0,75

89	0,71	0,75	40	3400	500	0,4	0,7
90	0,71	0,8	42	2800	500	0,45	0,65
91	0,71	0,85	44	3000	500	0,5	0,75
92	0,71	0,9	46	3200	500	0,4	0,7
93	0,71	0,95	48	3400	500	0,45	0,65
94	0,71	1,0	50	2800	500	0,5	0,75
95	0,71	0,7	52	3000	500	0,4	0,7
96	0,71	0,75	53	3000	500	0,45	0,65
97	0,71	0,8	54	3200	500	0,5	0,75
98	0,71	0,85	55	3400	500	0,4	0,7
99	0,71	0,9	56	2800	500	0,45	0,65
100	0,71	0,95	57	3000	500	0,5	0,75

Лифты выполняются с высокой степенью автоматизации. Они отличаются общедоступностью и безусловной безопасностью. Все основные операции при открывании и закрывании дверей, передвижении, замедлении и точной остановке кабины лифта осуществляется с помощью электропривода. Только он может выполнять те высокие требования, которым должны удовлетворять современные лифты.

По конструкции привода различают редукторные для скоростей до 1,4 м/с и безредукторные для скоростей более 1,4 м/с. У редукторных лифтов выходной вал редуктора соединяется с тяговым органом барабанного типа или с канатоведущим шкивом. Однако применение барабана становится неизбежным для лифтов без противовеса, которые применяются тогда, когда по каким-либо причинам установка противовеса невозможна.

По кинематическому исполнению пассажирские лифты подразделяются на машины с верхним и нижним расположением приводного механизма, с противовесом и без него [4]. На рисунке 1, а-л показаны наиболее характерные схемы подвеса лифтовых установок. Некоторые из них применяются в лифтах с барабанными лебёдками и в лифтах с канатоведущими шкивами.

На рисунке 1 а,б изображены схемы простейших установок лифтов без противовесов. В этих условиях приводной механизм устанавливается обычно над шахтой. Такие схемы пригодны только для лифтов с барабанными лебёдками. Лифты без противовесов требуют применения электродвигателей для подъёма кабины повышенной мощности и поэтому устанавливаются в редких случаях, например при малой грузоподъёмности или когда устройство противовеса по

каким-либо причинам невозможно. Наиболее рациональными являются схемы лифтов с противовесом.

Наиболее простой и экономичной с отношении расходования канатов является схема, изображённая на рисунке 1 в. По схеме на рисунок 1 г. в машинном помещении устанавливают отводной блок, который отводит противовесную ветвь канатов, и только в исключительном случае, по условиям удобства размещения машины, блок размещают под наиболее нагруженной кабиной ветвью канатов. Как видно из рисунка 1 г. при установке отводного блока уменьшается угол обхвата канатов на канатопроводящем шкиве, что не всегда допустимо. Чтобы увеличить силу трения, устанавливают шкивы с двойным обхватом (рисунок 1. з,и). При этом увеличивается число перегибов канатов, уменьшается срок службы их, следовательно, возрастают эксплуатационные затраты.

На рис 1. е, ж показаны специальные схемы подвеса лифтовых установок. Полиспастное подвешивание (см.рис. 1,е) позволяет уменьшить скорость подъёма кабины лифта, увеличить его грузоподъёмность и уменьшить нагрузку на лебёдку. Необходимость в этом чаще всего появляется у лифтов грузоподъёмностью 2т. и более. Полиспастное подвешивание (см. рис. 1, е) осуществляется с помощью одного шкива, размещённого на противовесе, и одного или двух шкивов - на кабине. На лифтах с кабиной шириной 2м. и более обычно устанавливают два шкива (см. рис 1,ж).

Схема с нижним расположением привода и двойным обхватом шкива показана на рис. 1,к. Лебёдка устанавливается обычно на отдельном фундаменте. Количество верхних отводных блоков определяется схемой расположения кабины и противовеса, а также лифта в плане размерами шкива.

Кинематическая схема лифта оказывает существенное влияние на требования, предъявляемые к двигателю и системе управления электроприводом. Так, в случае с полностью уравновешенной механической системы (сила тяжести кабины с грузом равна силе тяжести противовеса и уравновешивающий канат компенсирует изменение нагрузки вследствие изменения длины подъёмного каната при перемещении кабины) отсутствует активный момент нагрузки на канатопроводящем шкиве., а двигатель при этом должен развивать момент, обеспечивающий преодоление момента трения в механической передаче, и динамический момент, обеспечивающий разгон и торможение кабины.

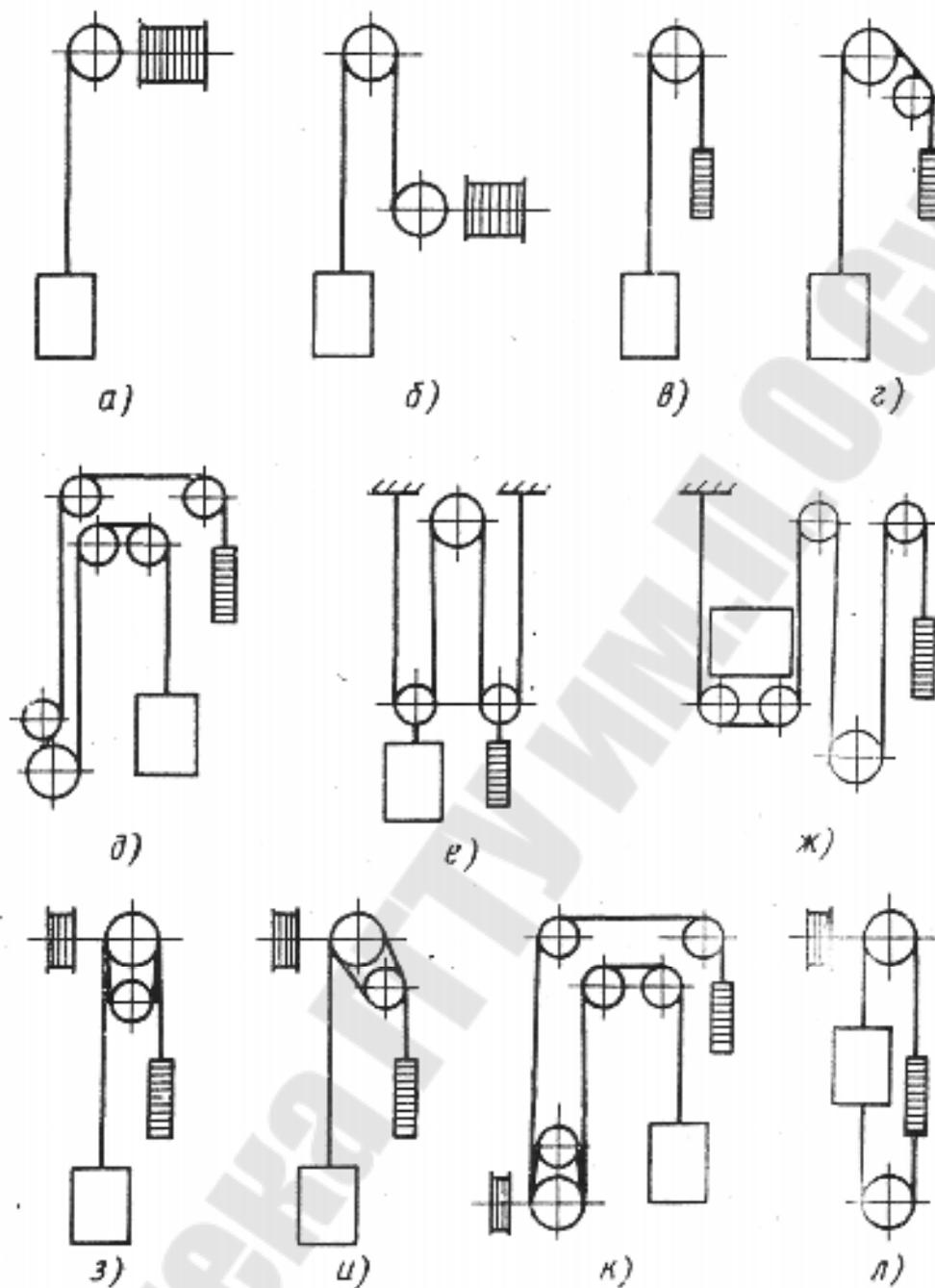


Рис.1. Основные кинематические схемы лифтов:

*a* – без противовеса с верхним расположением привода; *б* – без противовеса с нижним расположением привода; *в* – с верхним расположением привода без отклоняющего блока; *г* – с верхним расположением привода с отклоняющим блоком; *д* – с нижним расположением привода; *е* – с полиспастным подвесом кабины с противовесом; *ж* – с выжимной кабиной; *з, и* – с верхним расположением привода и двойным обхватом шкивов; *к* – с нижним расположением привода и двойным обхватом шкива; *л* – с уравнивающими канатами

При отсутствии противовеса двигатель должен дополнительно преодолевать момент, создаваемый силой тяжести кабины с грузом, что требует увеличения мощности двигателя, его массы и габаритов. При этом, если в процессе разгона и торможения двигатель развивает одинаковый по величине момент, будут существенно различаться величины ускорения в этих режимах, а для их выравнивания требуется принятие дополнительных мер, что повышает требования к регулировочным характеристикам электропривода и усложняет систему управления.

Правда, наличие противовеса не может полностью устранить неравномерность нагрузки, вследствие изменения загрузки кабины, однако абсолютная величина нагрузки существенно уменьшается.

Наличие противовеса облегчает также работу электромеханического тормоза и позволяет уменьшить его габариты и массу т.к. при этом существенно уменьшается величина момента, требуемого для удержания на заданном уровне при отключённом двигателе (при полностью уравновешенной системе этот момент равен нулю).

Режим работы электропривода лифта характеризуется частыми включениями и отключениями. При этом можно выделить следующие этапы движения: а) разгон электродвигателя до установившейся скорости, б) движение с установленной скоростью, в) уменьшение скорости при подходе к этажу назначения (непосредственно до нуля или до малой скорости дотягивания), торможение и остановка кабины лифта на этаже назначения с требуемой точностью.

При этом необходимо учитывать, что этап движения с установившейся скоростью может отсутствовать, если сумма путей разгона до установившейся скорости и торможения с установившейся скорости больше расстояния между этажами отправления и назначения (при поэтажном разъезде).

Одним из основных требований, предъявляемых к электроприводу лифтов, является обеспечение минимального времени движения кабины от исходного этажа положения кабины до этажа назначения по вызову или приказу. Отсюда естественно вытекает стремление повышать установившуюся скорость движения лифта для повышения его производительности, однако увеличение этой скорости далеко не всегда является оправданным.

Лифты с большей скоростью движения кабины в том случае, когда последняя должна делать остановки на каждом этаже по существу не используется по скорости т.к. на перегоне между этажами введены

ограничения ускорения и замедления, кабина не успевает достигнуть номинальной скорости, поскольку путь разгона до этой скорости в этом случае обычно больше половины междуэтажного расстояния.

Поэтому, в зависимости от условий работы целесообразно использовать приводы, обеспечивающие различные установившиеся скорости.

Например, в зависимости от назначения рекомендуется применять пассажирские лифты со следующими номинальными скоростями:

а) в административных зданиях и гостиницах до 9 этажей = от 0,7 м/с до 1 м/с; от 9 до 16 этажей - от 1 до 1,4 м/с ;

б) в административных зданиях от 16 этажей - 2 и 4 м/с и выше.

Рекомендуется при установке в зданиях лифтов со скоростью более 2м/с иметь экспрессные хоны, т.е. лифты должны обслуживать не все этажи подряд, а, например кратные 4-5. В междуэкспрессных зонах лифты должны работать с меньшими скоростями движения. При этом используются схемы управления, которые с помощью переключений скорости могут задавать два режима работы электропривода: с высокой скоростью при экспрессных зонах и с пониженной скоростью для поэтажного разъезда.

На практике при установке в одном подъезде, например, двух лифтов часто используется простое решение , при котором система управления обеспечивает остановку одного лифта только на нечётных этажах, а другого только на чётных. Это увеличивает использование скоростных возможностей приводов, а следовательно, повышает производительность лифтов.

Одним из важнейших требований, выполнение которого в существенной мере зависит от структуры электропривода и системы его управления, является необходимость ограничения ускорений и замедлений кабины  $\alpha = \frac{dv}{dt}$  и их производных (рывков)  $p = \frac{d\alpha}{dt} = \frac{d^2v}{dt^2}$

Максимальная величина ускорения (замедления) движения кабины при нормальных режимах работа не должна превышать: для всех лифтов кроме больничного,  $2 \text{ м/с}^2$ , для больничного лифта –  $1 \text{ м/с}^2$ . Производная ускорения и замедления (рывок) правилами не регламентируется, однако необходимость его ограничения , как и ограничение ускорения, определяется необходимостью ограничения динамических нагрузок в механической передаче во время переходных процессов и задачей обеспечения требуемого комфорта для пас-

сажиров. Ограничение величин ускорения и рывка должно обеспечивать высокую плавность переходных процессов и тем самым исключать отрицательное влияние на самочувствие пассажиров. Для скоростных лифтов максимальное значение рывка обычно составляет  $3,10 - 10 \text{ м/с}^3$ .

Габаритные размеры и конструкция лифта определяются размещением проемов в шахте, расположением кабины и противовеса в плане и назначением лифта. Наиболее простым решением является устройство входа в шахту с одной стороны на всех этажах. По своему назначению лифты разделяются на:

- а) пассажирские, служащие для подъёма и спуска людей;
- б) грузопассажирские – для подъёма и спуска грузов и людей;
- в) больничные – для подъёма и спуска больных на носилках, кроватях вместе с сопровождающими их лицами;
- г) грузовые с проводником – для подъёма и спуска различных грузов в сопровождении проводника;
- д) грузовые без сопровождения проводника – для подъёма и спуска только грузов (массой не больше 100кг);
- е) малые грузовые – для подъёма и спуска грузов массой менее 100 кг.

Общий вид пассажирского лифта приведен на рис 2 [1], где 1 – станция управления, 2 – ограничитель скорости, 3 – механизм открывания дверей, 4 – двери кабины, 5 – пол кабины, 6 – пол этажной площадки, 7 – двери шахты, 8 – канат ограничения скорости, 9 – натяжное устройство, 10 – приямок, 11 – буфер, 12 – противовес, 13 – направляющие противовеса, 14 – направляющие кабины, 15 – шахта, 16 – башмаки, 17 – отводка, 18 – кабина, 19 – ловитель, 20 – подвеска, 21 – подъёмные канаты, 22 – подъёмный механизм, 23 – машинное помещение.

Высокие требования безопасности пользования лифтом вызывают необходимость применения специального механического оборудования, действующего при различного рода повреждениях и авариях. С этой целью на вал двигателя устанавливается электромеханическое устройство, затормаживающее привод при снятии напряжения с двигателя как при нормальной работе, так и в аварийных режимах.

Важной конструктивной частью в устройстве кабины лифта является пол, который может быть подвижным или неподвижным. Первый вариант исполнения применяется для осуществления контроля заполнения кабины и отключения цепи наружных вызовов при входе пассажиров в кабину. Переключающее устройство подвижного пола

должно срабатывать при массе пассажира более 15 кг. Неподвижный пол встречается в лифтах, у которых предусмотрено автоматическое открывание дверей.

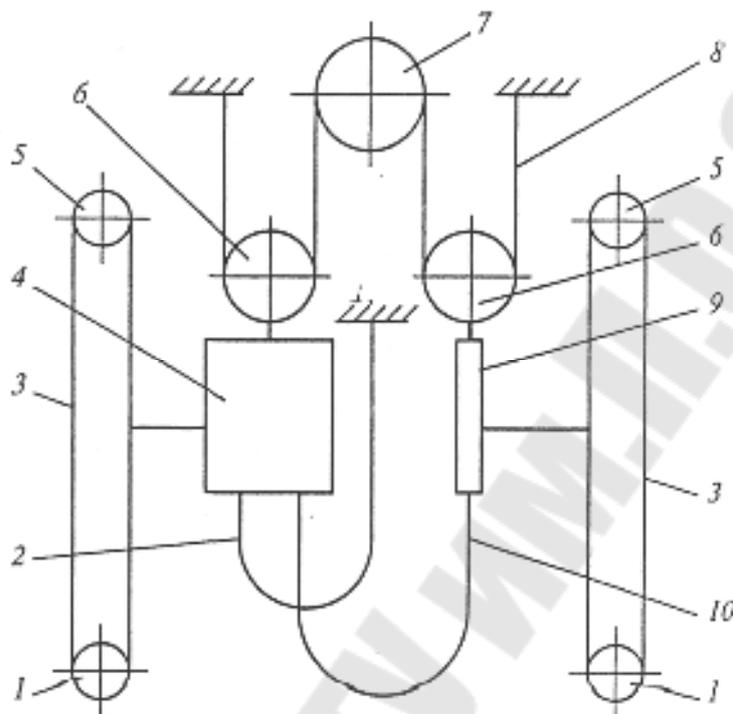


Рис.2. Общий вид пассажирского лифта

Перемещение кабины и противовеса по направляющим осуществляется лебёдкой, установленной в машинном помещении с помощью тяговых канатов.

При нажатии кнопки вызовного аппарата в электроаппаратуру управления лифтом подаётся электрический сигнал. Если кабина находится на остановке, с которой поступил вызов, открываются двери кабины и шахты на данной остановке. Если кабина в другом месте, подаётся команда на её движение. В обмотку электродвигателя лебёдки и катушку электромагнита тормоза подаётся напряжение, тормоз отпускает и двигатель начинает вращаться.

При подходе кабины к требуемой этажной площадке система управления лифтом по сигналу датчиков точной остановки переключает электродвигатель лебёдки на работу с пониженной частотой вращения ротора. Скорость движения кабины падает, подаётся команда на остановку, и в момент, когда порог кабины совмещается с уровнем порога двери шахты, кабина останавливается, срабатывает тормоз, и двери кабины и шахты открываются.

При нажатии кнопки приказа на панели управления, расположенной в кабине, закрываются двери кабины и шахты, кабина отправляется на посадочную площадку, кнопка приказа которой нажата.

После прибытия на требуемую посадочную площадку и выхода пассажиров двери закрываются, кабина стоит до тех пор, пока не будет нажат кнопка любого вызывного аппарата.

Движение кабины возможно только при исправности всех блокировочных и предохранительных устройств. Срабатывание любого предохранительного устройства приводит к размыканию цепи управления и остановке кабины.

Кинематическая схема пассажирского лифта приведена на рис.3. [3]. Лифт имеет полиспастную подвеску с кратностью полиспаста 2, при которой тяговые канаты 8, сходящие с канатоведущего шкива 7, огибают полиспастные блоки 6 на кабине 4 и противовесе 9 и крепятся к верхнему перекрытию шахты в машинном помещении.

На лифтах с высотой подъёма более 35м. предусмотрена установка компенсирующих цепей 10, которые крепятся к полу кабины и раме противовеса. Компенсирующие цепи уменьшают неравномерность нагрузки на привод при изменении массы тяговых канатов в нижнем и верхнем положении кабины.

В машинном помещении размещены ограничители скорости 5, контроллер, вводное устройство, кронштейн с клином для крепления подвесного кабеля 2, выключатели освещения кабины и шахты, розетка на напряжение 36В и устройство натяжения 1 канатов 3. Лифт комплектуется специализированным контроллером.

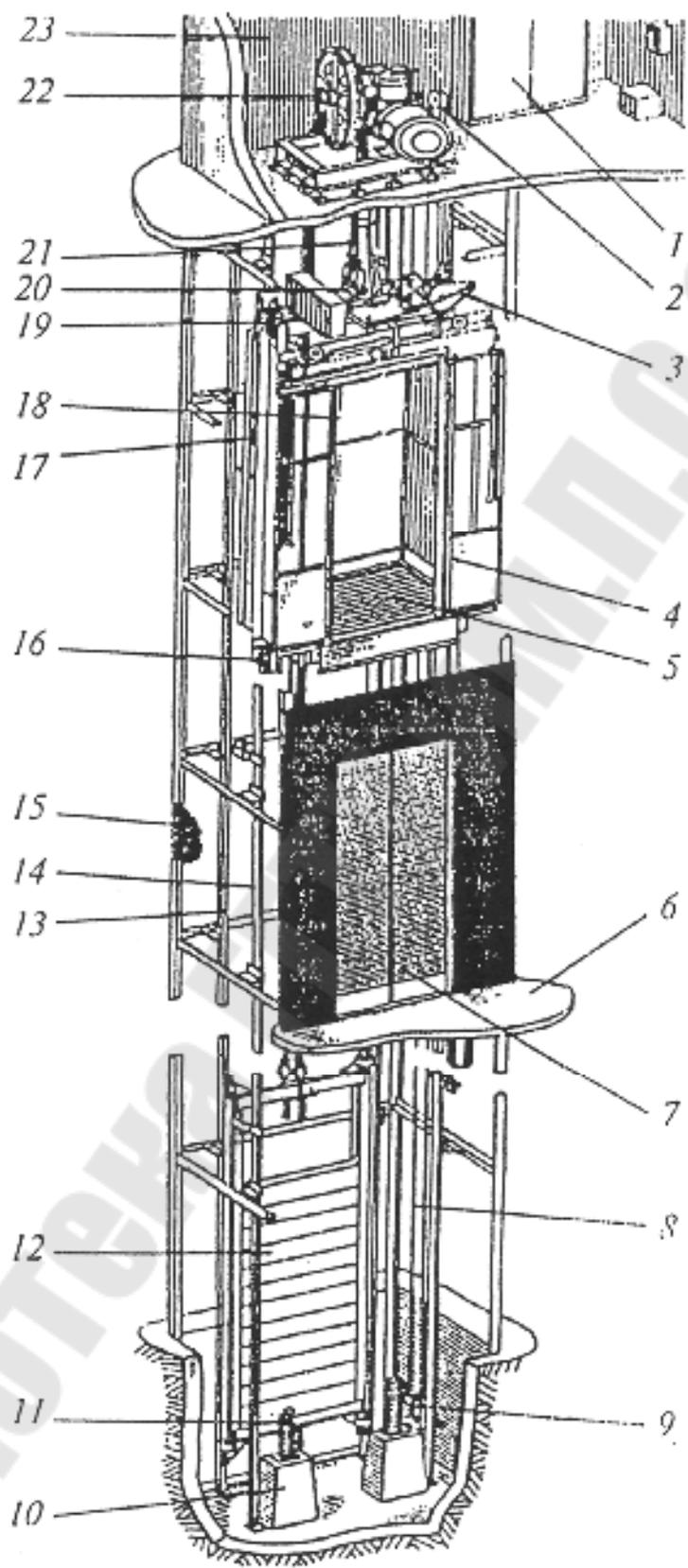


Рис.3. Кинематическая схема пассажирского лифта фирмы «Otis»

## II Конструктивные узлы лифтов

Конструктивными элементами любого лифта независимо от его типа являются:

- 1) шахта;
- 2) подвешенные узлы и устройства, связанные с ними;
- 3) подъёмный механизм;
- 4) электроаппаратура управления;
- 5) электропривод;
- 6) электрические схемы;

Последние три узла (4-6) представляют собой электрическую часть лифтов.

### 1. Шахта лифта и ее конструктивные элементы.

Шахтой лифта называется сооружение, в котором по направляющим движутся кабинка и противовес и размещаются провода и часть электроаппаратуры, связанная непосредственно с подвижными узлами лифта.

В соответствии с ПУБЭЛ шахты лифта должны быть ограждены со всех сторон и на всю высоту.

Различают ограждения шахт: кирпичные или бетонные, металлокаркасные и смешанные.

Размеры шахт по ширине, глубине, высоте приемки и верхнего этажа задаются ГОСТами.

Однако, кроме этого, должны предусматриваться свободный ход кабины и противовеса вверх и вниз и пространство для обслуживающего персонала. Эти пространства предусматриваются в целях безопасной эксплуатации, технического обслуживания и ремонта оборудования. Вместе с высотой подъёма они составляют необходимую высоту шахты.

Верхнее пространство для всех лифтов с канатоведущими шкивами слагается из следующих трёх размеров:

- 1) свободный ход кабины или противовеса вверх и вниз при переходе кабиной крайних положений.
- 2) дополнительный ход вверх до инерции вращающихся масс под влиянием собственного веса канатов
- 3) самым важным и определяющим является расстояние 750 мм от площадок на крыше кабины для обслуживающего персонала до вы-

ступающих элементов перекрытия над шахтой при остановке противовеса на полностью сжатом буфере.

Направляющие предназначаются для направления движения кабины и противовеса. Они определяют положения кабины и противовеса по отношению друг к другу и по отношению к деталям, установленным в шахте неподвижно, в этом числе и к дверным устройствам, обеспечивающим необходимые зазоры.

Направляющие располагаются обычно с двух сторон кабины и противовеса по направлению их центральных осей подвеса.

Для кабин всех лифтов применяются стальные направляющие специального профиля.

Направляющие должны быть установлены вертикально и параллельно друг к другу. Отклонение от вертикали допускается для направляющей высотой до 50 м не более 1 мм на 1 м её высоты.

Все входные и погрузочные проёмы шахты должны быть снабжены дверью. Конструкция дверей шахты существенно влияет на производительность лифтов и на безопасность их работы. Последняя в большой степени зависит от конструкции замков, которыми снабжается каждая дверь шахты. Однако и собственная конструкция дверей и ее створок также должна отвечать требованиям безопасности, поскольку двери являются частью ограждения шахты и местом входа за ограждения.

По виду привода двери бывают: ручные, открываемые и закрываемые вручную; полуавтоматические, открываемые вручную и закрываемые автоматически от пружин, и автоматические, открываемые и закрываемые автоматически с помощью специального электрического привода дверей.

Створки раздвижных дверей в местах и соприкосновения при закрывании окаймляют резиновыми прокладками. Усилия статического сжатия створками дверей при автоматических и полуавтоматических приводах дверей не должно быть более 120 Н.

Двери шахты всех лифтов оборудуются автоматическими замками, запирающими двери прежде, чем кабина отойдет от уровня посадочной площадки, и гарантирующими невозможность их открывания при отсутствии кабины на этаже. Дверные замки снабжены выключателями, контакты которых размыкаются при отпирании замков. Надёжность закрывания дверей шахты и кабины контролируются соответствующими контактами выключателей, которые замыкаются

только в том случае, если обе створки дверей плотно прижаты одна к другой в месте их притвора.

Перечисленные электрические контакты включены в общую шину питания цепей управления и образуют так называемый блок безопасности.

## **2. Подвешенные узлы и устройства, связанные с ними.**

Канаты на лифтах связывают подъёмный механизм с подвешенными узлами и служат для преобразования вращательного движения электродвигателя в вертикально- поступательное кабины лифта. Канаты несут нагрузку во всех нормальных режимах работы лифта, даже когда лифт не работает, поэтому очень важно правильно выбрать, рассчитать, эксплуатировать канаты и непрерывно наблюдать за их износом.

На лифтах и вообще во всех случаях, когда требуется гибкость и упругость, применяют канаты с органическим сердечником в центре каната. Этот сердечник состоит из пеньки, манилы или хлопчатобумажной ткани, пропитанной смазкой.

Для пассажирских лифтов, больничных и грузовых с проводником наименьшим диаметром каната для кабины и противовеса является 9,5мм.

Канаты рассчитывают на прочность по разрываемому усилию и на смятие в лунках канатоведущего шкива.

Расчёт по разрывному усилию производят для каждой ветви каната кабины или противовеса.

В соответствии с требованиями ПУБЭЛ канаты должны рассчитываться по формуле:

$$\frac{P}{S} \geq K_3 \quad (1)$$

Где  $K_3$  - коэффициент запаса прочности. Значения наименьшего коэффициента запаса прочности приводится в таблице 1; P- разрывное усилие каната в целом, принимаемое по данным сертификата завода-изготовителя, измеряется в Н (Ньютонах); S-расчётное натяжение в ветви каната без учёта динамических сил, Н (разрывное усилие приводится в таблице 2).

Таблица 1

Тип лебёдки	Скорость движения каната, м/с	Коэффициент запаса прочности	
		Назначение лифта	
		Грузовой без проводника, грузовой малый	Пассажирский, грузопассажирский, больничный, грузовой с проводником
Барабанная С канатоповодущим шкивом	До 1	8	9
	1	10	12
	Свыше 1 до 2	11	13
	2-4	12	14
	4 и более	13	15

Таблица 2

Диаметр каната, мм	Обозначения	Расчётная масса 1 м несмазанного каната, кг	Маркировочная группа по временному сопротивлению разрыва, Н/мм <sup>2</sup>		
			1600	1700	1800
			Разрывное усилие каната в целом, не менее, Н		
7,8	7,8-Г-И-Н-160	0,2205	30550	32450	33450
10,5	10,5-ГЛ-В-Н-160	0,3875	53750	57100	58450
12	12-ГЛ-В-Н-160	0,530	73500	78100	80500
16,5	16,5-ГЛ-В-Н-160	1,0	138000	—	—

Кабина является основным подвешенным узлом лифта, состоит из каркаса кабины и купе.

Стальной каркас кабины представляет собой грузонесущий узел, который несет на себе купе кабины с грузом.

На рисунке 4 представлен каркас кабины с деталями подвески и ловителями. Основная металлическая несущая часть каркаса выпол-

нена в виде двух металлических рам: металлической вертикальной рамы 1 и горизонтальной рамы 2. Вертикальная рама составлена из верхней и нижней балочных конструкций, состоящих каждая из двух швеллеров. Верхняя и нижняя балочные конструкции соединяются между собой по концам стояками (обычно из угловой стали) с каждой стороны, образуя таким образом замкнутую вертикальную раму.

Горизонтальная рама 2 представляет собой опорную раму, изготовленную из угловой стали, в которую вставляется пол купе кабины. Эта рама опирается непосредственно на нижнюю балочную конструкцию вертикальной рамы и прикрепляется к ней.

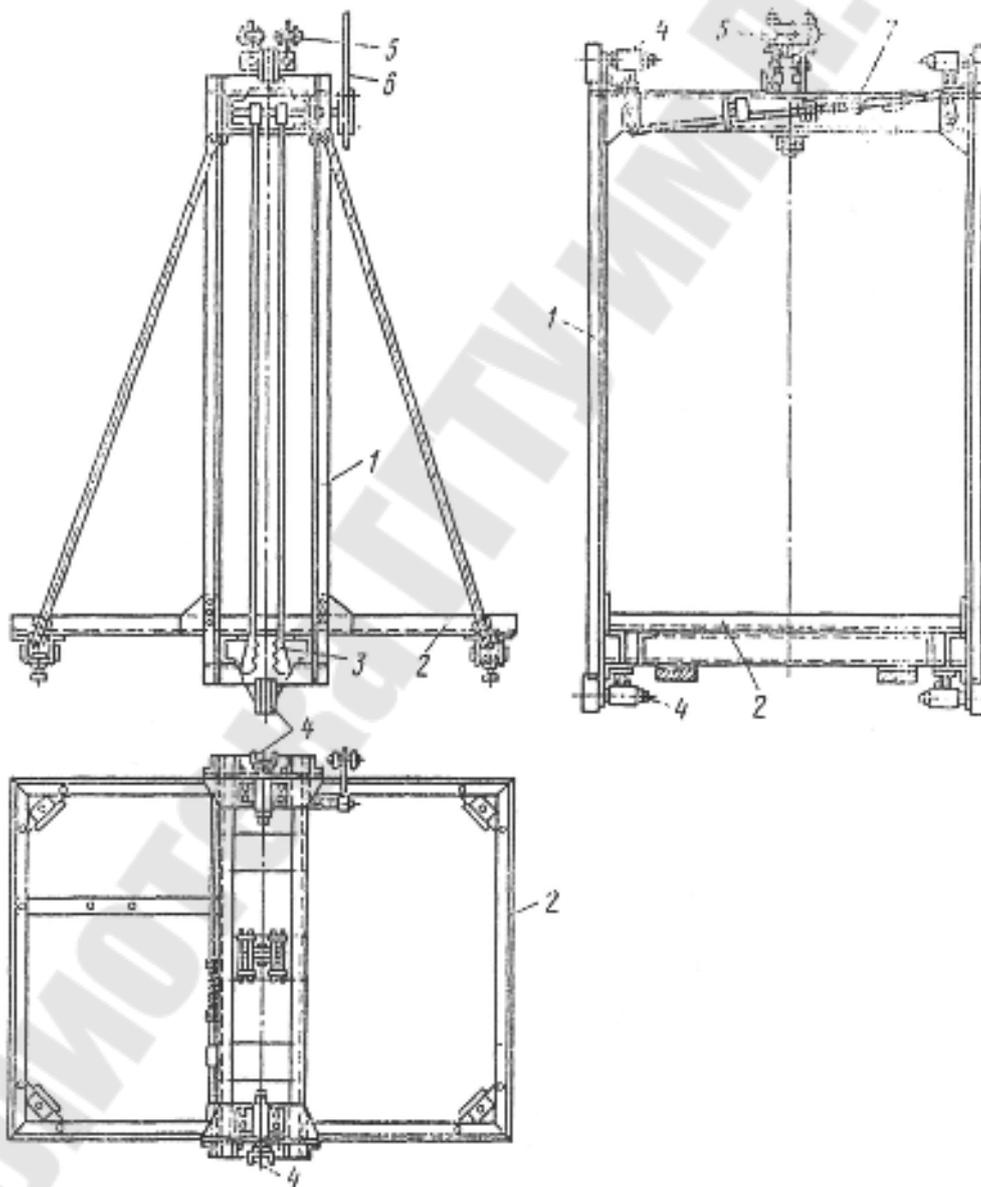


Рис.4. Каркас кабины с деталями подвески и ловителей

По концам нижней и верхней балочной конструкции укрепляют направляющие башмаки или ползуны кабины 4, с помощью которых, охватывая направляющую с трёх сторон, кабина перемещается по направляющим.

Между балками верхней балочной конструкции располагают рычаги механизма ловителей с приводом этих ловителей 6. От рычагов механизма ловителей к концам нижней балочной конструкции спускаются на стальных тросах с двух сторон каркаса два клина ловителя 3, которые от действия привода и рычага 7 механизма ловителей сжимают направляющую с двух сторон каркаса.

Каркас кабины подвешивают на канаты за верхнюю балочную конструкцию (головку кабины) с помощью подвесных устройств 5, прикрепляемых к середине верхней балочной конструкции.

Купе кабины опирается на горизонтальную несущую раму каркаса кабины и представляет собой разборную конструкцию, состоящую из пола, стенок и потолка.

У грузовых лифтов полы делают деревянными или металлическими. Для защиты деревянного пола от быстрого износа его обивают листовой сталью. Металлический пол изготавливается из стального листа толщиной 4-6 мм.

Стенки грузовых кабин чаще всего выполняют из листовой стали толщиной не менее 1,4 мм в виде отдельных штампованных щитов, соединяемых болтами.

Стены купе пассажирских лифтов в настоящее время выполняют из древесностружечных плит, облицованных декоративным пластиком или из конструкционного слоистого пластика толщиной 4мм.

Полы кабин у разных лифтов могут быть подвижными и неподвижными. Всегда неподвижными устраивают полы грузовых и больничных лифтов.

В соответствии с ПУБЭЛ под порогом пола кабины всех лифтов, кроме грузовых малых, должен быть установлен вертикальный щит заподлицо с передней кромкой порога или подвижного пола высотой не менее 150 мм. Назначение этого щита - закрыть щель под кабиной, когда она становится выше уровня этажа при открытой двери шахты.

У лифтов с автоматическими дверями, которые открываются до полной остановки, высота вертикального щита должна быть не менее 300 мм.

На пассажирских лифтах подвижные полы применяют в случае: а) смешанного управления (снаружи и из кабины); б) отдельного; в) при неавтоматическом приводе дверей.

Подвижный пол должен быть выполнен из одного щита. Размеры щита выбирают по размеру неподвижной рамы пола, укладываемой в металлический каркас пола кабины. Неподвижная рама имеет размеры, превышающие размеры подвижного пола с боков и сзади кабины не менее как по 25 мм. Вертикальный ход подвижного пола должен быть не более 20 мм.

Пре отдельном управлении под подвижным полом размещают устройство с нажимными контактами, которые срабатывают при нажатии в кабине пассажира или груза весом более 150 Н, расположенных в любом месте пола.

Для современных лифтов с раздвижными автоматическими дверьми применяют подвижный пол с вертикальным ходом не более 6 мм. Щит подвижного пола в этом устройстве имеет параллельное перемещение при любом распределении груза.

От системы уравнивания зависит основной начальный статический момент, расчёт мощности электродвигателя, расчёт канатов, расчёт тяговой способности канатопроводящего шкива и др.

Основную роль в системе уравнивания играет противовес. При небольшой высоте подъёма вес противовеса выбирается с таким расчётом, чтобы он уравнивал вес кабины и часть полезного груза. При высоте подъёма более 45 м с возрастанием собственного веса канатов и с применением уравнивающих устройств принятый уравнивающий вес противовеса уточняется.

Выбор массы противовеса  $G_{пр}$  производится из условия полного уравнивания массы кабины  $G_k$  и части поднимаемого номинального  $G_{2ном}$ .

$$G_{пр} = G_k + \alpha \cdot G_{2ном} \quad (2)$$

Где  $\alpha$  - коэффициент уравнивания, принимаем  $\alpha = 0,3 \div 0,6$ . Большинство пассажирских лифтов загружается полностью только в часы пик, а в остальное время работает с уменьшенной нагрузкой. В этом случае коэффициент  $\alpha$  принимается равным:  $\alpha = 0,35 - 0,4$

У грузовых подъёмников обычно кабина внизу загружается полностью, а вниз опускается порожней, тогда выбирается  $\alpha = 0,5$ .

Чем лифт в течение суток больше работает с полной нагрузкой, тем больше значение имеет коэффициент уравнивания  $\alpha$

При наличии уравнивающих канатов масса противовеса увеличивается на половину массы этих канатов, т.е:

$$G_{\text{пр}} = G_{\text{к}} + \alpha \cdot G_{2\text{ном}} + 0,5 \cdot G_{\text{ук}} \quad (3)$$

Где  $G_{\text{ук}}$  - масса уравнивающего каната.

Необходимо учитывать то обстоятельство, что масса несущих канатов частично компенсируется массой электрических кабелей, подвешиваемых одним концом под кабиной, а другим - к стенке шахты на половине высоты подъема.

Ограничитель скорости предназначается для приведения в действие механизма ловителей при движении кабины вниз со скоростями, превышающими номинальные скорости.

ПУБЭЛ для разных номинальных скоростей установил начальные и предельные увеличения скорости движения кабины, при которых ограничитель скорости должен привести в действие ловители.

В качестве начальной величины увеличения скорости кабины, при которой должны приводиться в действие ловители всех лифтов установлена скорость, превышающая номинальную не менее чем на 15%.

Предельные величины скорости следующие:

- а) для лифтов с номинальными скоростями до 1,4 м/с включительно уста новлена скорость, превышающая номинальную не более чем на 40%;
- б) с номинальными скоростями от 1,4 до 4 м/с - не более чем на 33%;
- в) выше 4 м/с - не более чем на 25%

Уменьшение начальной скорости менее 15% номинальной приводило бы к посадкам кабины, на ловители от случайных произвольных причин.

Увеличение же предельной величины скорости, при которой производится посадка кабины на ловители, связано с увеличением ускорения и длины тормозного пути, которые при посадках кабины на ловители строго ограничены.

Связь ограничителя скорости с изменением скорости кабины устанавливается через шкив ограничителя скорости, огибаемой замкнутым кольцом каната, одна ветвь которого прикреплена на каркас кабины. Для такой связи ограничителя скорости с кабиной необходимо устанавливать ограничитель над кабиной, поэтому его размещают всегда наверху в машинном или блочном помещении, если машинное помещение внизу. Чтобы канат ограничителя скорости производил на лунку шкива необходимое давление и чтобы ветви замкнутого каната

под кабиной не закручивались между собой, внизу в приемке шахты устанавливается натяжное устройство.

На рис. 5 показан один из типов ограничителя скорости. На корпусе 15 ограничителя скорости неподвижно укреплена ось с помощью гайки 16 и шплинта. На оси свободно, на шариковых подшипниках вращается диск 1 с двумя шкивами 14 и 13.

На диске 1 укреплены пальцы 2, на которых шарнирно установлены два фасонных груза 6, связанных между собой тягой 9. На тягу 9 надета пружина 5, которая с одной стороны упирается в упор 4, а с другой стороны в шайбу 7, удерживаемую гайкой и контргайкой 8, с помощью которых устанавливается натяжение пружины для регулировки.

Грузы 6 и корпус ограничителя 1 на сторонах, обращенных друг к другу, имеют выступы.

При нормальных оборотах, соответствующих нормальной скорости лифта, диск ограничителя легко вращается, и грузы находятся в положении, указанном на рис. 5.

При увеличении скорости кабины в пределах, превышающих номинальную, грузы 6 своими выступами сцепятся с выступами 3 на корпусе 15.

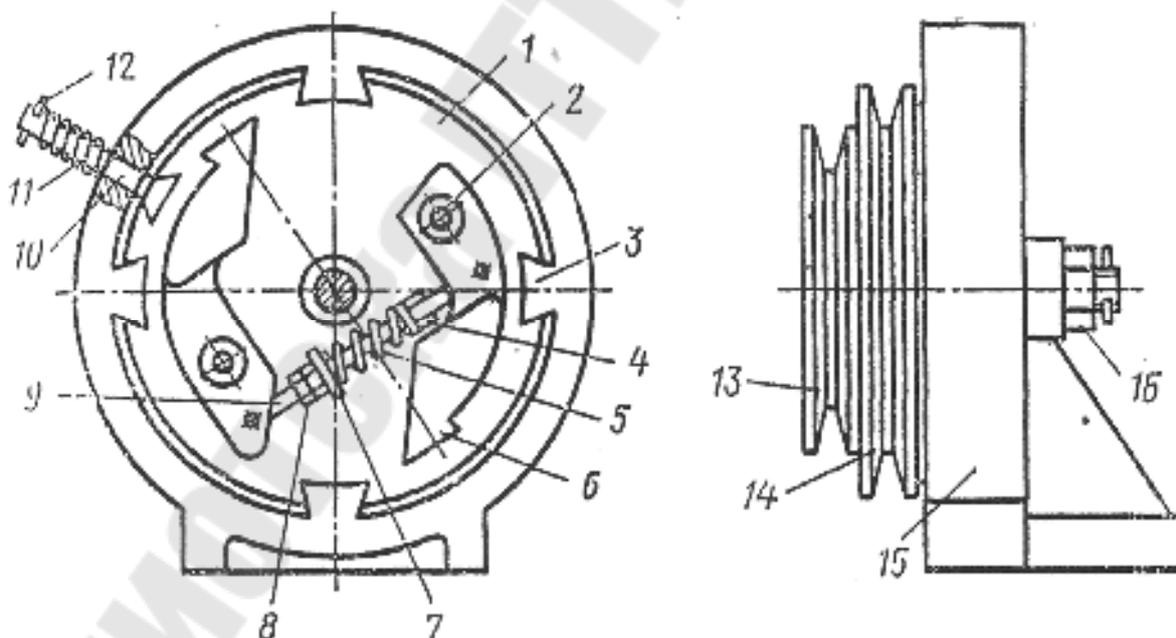


Рис.5 Ограничитель скорости

Диск 1 и шкивы 14 и 13 остановятся, а канат, увлекаемый движением кабины вниз, будет скользить с большой возникшей силой трения в лунках неподвижного шкива. Резкое увеличение силы тре-

ния связано с клиновидной формой лунок шкива и заклиниванием канатов при скольжении его в лунке. Создаются дополнительные натяжения каната в ветви, связанной с ловителями на каркасе кабины, и кабины заклиниваются.

Когда хотят испытать действие ловителей, то канат ограничителя скорости, нормально огибающий большой шкив, перебрасывают с большого шкива на малый и пускают лифт с нормальной скоростью вниз, при этом диск ограничителя приобретает скорость пропорционально большую, т.е. такую, при которой должна произойти посадка кабины на ловители.

Чтобы убедиться, что ограничитель скорости приведет в действие ловители в нормальных условиях, когда канат будет расположен на большом шкиве, надо еще убедиться в удовлетворительном состоянии контакта с лункой большого шкива. Для этого ограничитель скорости снабжается подвижным дополнительным упором 10 с пружиной 11 и шплинтом 12.

Если нажать на упор при движении кабины вниз, то грузы ограничителя сцепятся с упором 10 и посадка на ловители при этом убедит нас в том, что контакты каната с лункой на большом шкиве находятся в удовлетворительном состоянии.

Ловители предназначаются для удержания кабины или противовеса на направляющих при их движении вниз с превышением номинальной скорости в пределах, установленных для ограничителя скорости. У лифтов с номинальной скоростью до 0,5 м/с допускается приводить в действие ловители при скорости не более 0,7 м/с.

Противовесы лифтов снабжаются ловителями в тех случаях, когда они расположены над проходами и помещениями, в которых могут находиться люди, исключая помещения для механизмов лифта.

По принципу действия ловители бывают резкого или жесткого действия и плавного торможения.

Ловители жесткого торможения применяют при номинальной скорости до 0,75 м/с.

При номинальных скоростях 1 м/с и более, а так же на больничных лифтах должны применяться ловители плавного торможения. Они могут быть с постоянным или с возрастающим усилием.

Максимальная величина замедления, допускаемая при посадке кабины или противовеса на ловители, должна быть не более  $25\text{ м/с}^2$ .

К ловителям жесткого или резкого торможения относят эксцентриковые и клиновые ловители.

Ловители с постоянным тормозным усилием - это ловители, у которых во время тормозного пути сила трения между захватами и направляющими остается постоянной.

У ловителей с постепенно возрастающим усилием на тормозном пути сила трения между захватами и направляющими постепенно возрастает.

Автоматический привод дверей кабины и шахты обеспечивает на лифтах большую надежность и безопасность.

При применении автоматического привода дверей исключается случай остановок лифта из-за незакрытой или плохо закрытой двери по вине пассажиров. Снаружи шахты нет никаких средств воздействия на открывание или закрытие дверей. Дверь шахты открывается и закрывается со стороны шахты механизмов привода, расположенного на кабине. Исключаются опасные случаи возможного появления пассажира перед открытой шахтой при отсутствии кабины на площадке этажа. Автоматический привод закрывает двери шахты и кабины перед движением и открывает их перед остановкой.

По сравнению с ручным приводом дверей здесь меньше число конструктивных механических элементов, определяющих вероятность сбоя или отказов. Вместо сложных замков у каждой двери шахты здесь минимальное число простых защелок. Нет необходимости магнитной отводки. Вместо последовательного открывания и закрывания ручным способом дверей шахты и кабины, здесь одновременно автоматическое открывание и закрывание этих дверей, что увеличивает производительность лифта.

Автоматический привод дверей Рис.6 [2] состоит из реверсивного асинхронного электродвигателя 4 и редуктора 3, установленных на крыше кабины перед верхней балкой каркаса кабины 2. На выходном валу электродвигателя 4 насажен шкив 5, который приводным ремнем 7 соединен со шкивом 8 на приводном валу редуктора. На выходном валу редуктора неподвижно посажено водило 11 с роликом на его конце. При вращении электродвигателя против часовой стрелки водило 11 от амортизатора 13 опускается вниз и своим роликом отодвигает правую створку и отводку 12 вправо. При этом левая створка отодвинется влево. В конце полного открывания дверей электродвигатель отключается конечным выключателем 10 (ВКО). При вращении электродвигателя в обратном направлении по часовой стрелке, водило будет подниматься вверх и двери будут закрываться. В конце закрывания электродвигатель отключится конечным выключателем

9 (ВКЗ). Когда двери закроются, блок-контакт 1, установленный на притворе двух створок дверей замкнет свои контакты в цепи управления, что позволит привести кабину в движение. Когда двери открыты, блок-контакт 1 разомкнет свои контакты и цепь управления не сможет привести в движение кабину.

На рис. 6 показано соединение каната ограничителя скорости 6 с кабиной и другие детали каркаса кабины, непосредственно связанные с приводом дверей.

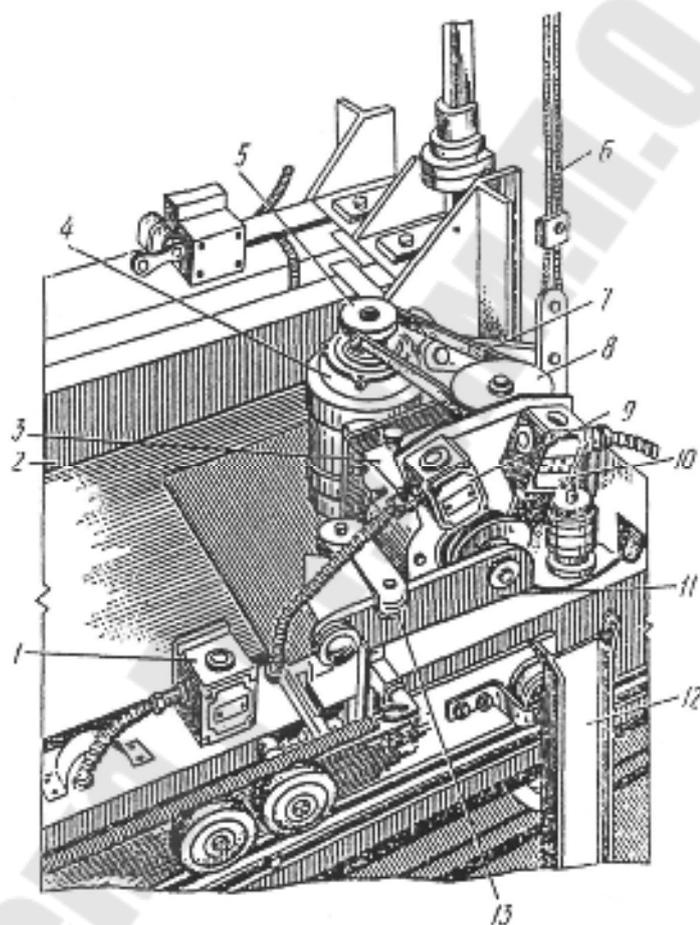


Рис.6 Общий вид крыши кабины с приводом

Устройство для автоматического привода шахтных дверей монтируют на верхней балке двери шахты, изготовленной из стального листа толщиной 3мм в виде надпортальной стальной коробки 12, которую закрепляют к стене шахты или к вертикальным угловым стоякам 13 (рис. 7 [2]).

К верхней балке крепят две стальные наклонные линейки 4 с наклоном к створу. Верхние кромки линеек имеют полукруглую форму. По линейкам перемещаются каретки 2 с прикрепленным к ним створками дверей шахты 1. Для свободного перемещения кареток по ли-

нейкам используются ролики 8 и контр-ролики 3, оси которых закреплены на каретках. Ролики имеют канавки полукруглого сечения и вращаются на шариковых подшипниках.

На осях двух верхних роликов укреплены ролики 14, выступающие вглубь шахты в сторону кабины. Эти ролики попадают в середину отводов швеллерного типа на каретках кабины с зазорами с обеих сторон по 8мм.

К верхней части коробки 12 крепятся справа и слева соответственно правой и левой створки кронштейны, к которым шарнирно соединены защелки замка 10 с выступающими вперед в сторону шахты рамками 11. Над защелками 10 укреплены два блока-контакта (ДЗ) запираения створок 9, а середине над створом - блок-контакт (ДШ) 7, контролирующий закрытие створок шахты.

На рис 7 показано положение закрытой двери шахты. При этом контакты 9 являются размыкающими - замкнуты при отсутствии нажатия на них защелками 10. Блок-контакт 7 замыкающий - замкнут нажатием на него рычага 5.

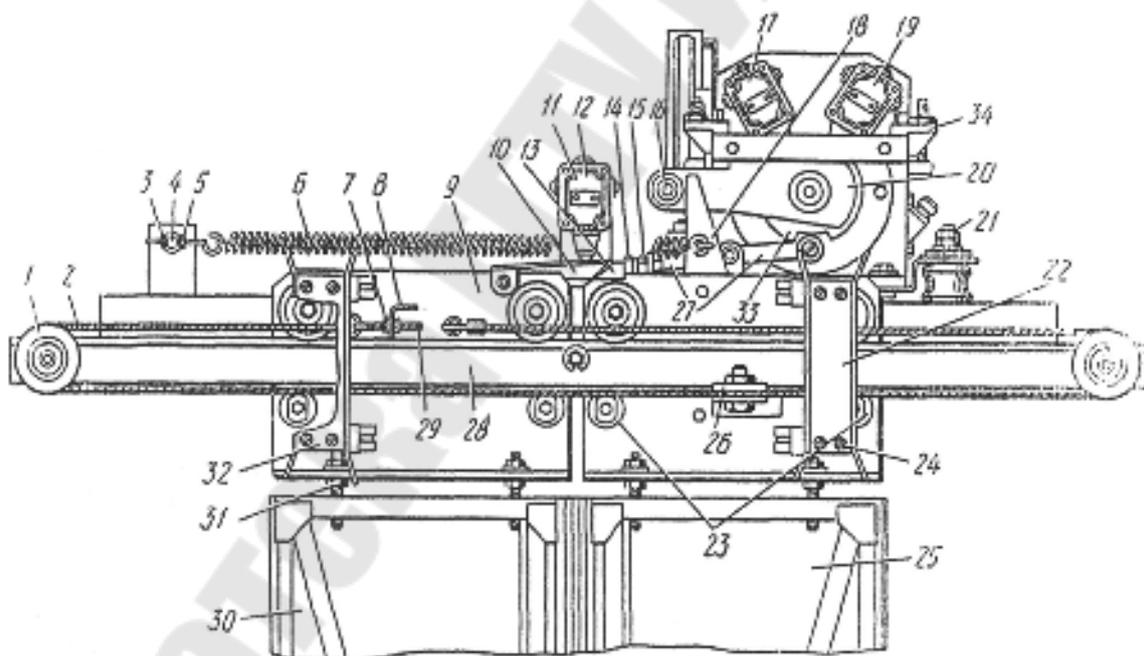


Рис. 7. Механизм автоматического открывания створок двери кабины

При включении электродвигателя привода дверей начинают открываться двери кабины, при этом отводки 22 и 32 (см. Рис. 8) на каретках дверей кабины охватят ролики 14 двуплечих рычагов 15 правой и левой кареток. Правый рычаг повернется направо, а левый - на-

лево. У рычагов 15 на плечах, отклоняющихся кверху, прикреплены пальцы, обращенные за каретку. Эти пальцы при отклонениях рычагов 15 приподнимут защелками 10 и тем самым откроют автоматические замки, а ролики 11, укрепленные на защелках, поднимутся и при дальнейшем раскрытии дверей покатятся по верхней кромке кареток в течение всего времени открывания и при открытых створках. В течение этого времени контакты 9 будут нажаты и отключены.

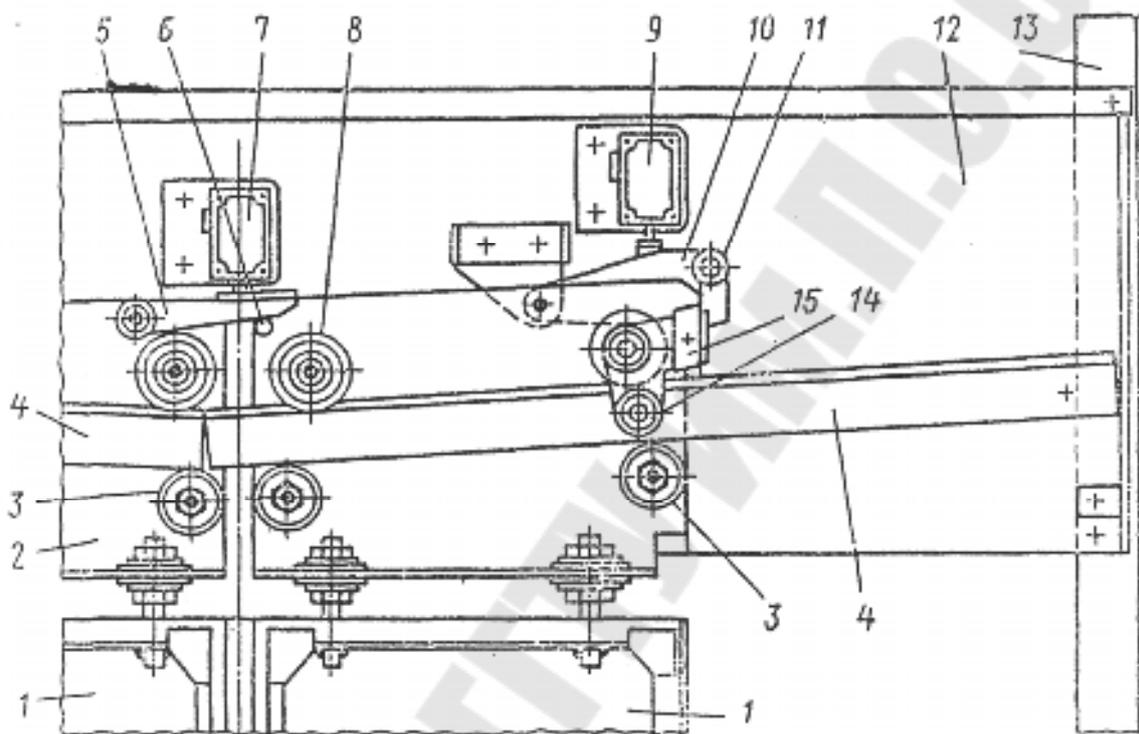


Рис.8. Схема открывания дверей шахты от привода на кабине

Контакт 7 отключится, как только начнется открывание, так как рычаг 5 сойдет с ролика 6, прекратит нажатие на контакт и опустится на поддерживающий штифт. Контакты 9 и 7 в схеме управления лифтом соединены последовательно, поэтому, пока двери открыты, пустить лифт невозможно. В конце открывания отключается концевой выключатель открывание ВКО и двигатель привода дверей отключится. Когда после открывания дверей пассажиры выйдут в кабину и нажмут кнопку приказов включится электродвигатель привода дверей на закрывание дверей. Отводки не закрывающейся створке кабины нажмут на правый ролик 14 двулучевого рычага 15 и повернут его налево, а левый ролик 14 - направо. Рычаги 15 опустятся, створки и каретки будут закрываться и во все время закрывания контакты ДЗ-9 и ДШ-7 будут разомкнуты, и только в конце закрывания ролик 6 под-

нимет рычаг 5, который, нажимая на штифт контакта 7, включит ДШ в цепи управления. В то же время ролик 11 защелки 10 перемещаясь по верхней кромке кареток, в конце закрывания скатиться с кареток и своим весом защелкой запрет автоматической двери. Прекратится нажатие на шифты контактов 9, включаться контакты ДЗ. Двери заперты. В цепи управления автоматически будут выключаться все цепи в соответствии с заданным приказом.

Буферные устройства устанавливают в приемке шахты, они служат для остановки кабины и противовеса в случае неисправного действия конечных выключателей. Последние должны отключать цепь управления и останавливать кабину при переходе крайних рабочих положений более чем на 200 мм.

Различают жесткие упоры (деревянные, металлические и бетонные), применяющиеся при скоростях не более 0,5 м/с; пружинные буфера для скоростей от 0,5 до 1,0 м/с; масляные буфера для скоростей более 1,0 м/с.

Устройство пружинного буфера показано на рис. 9.

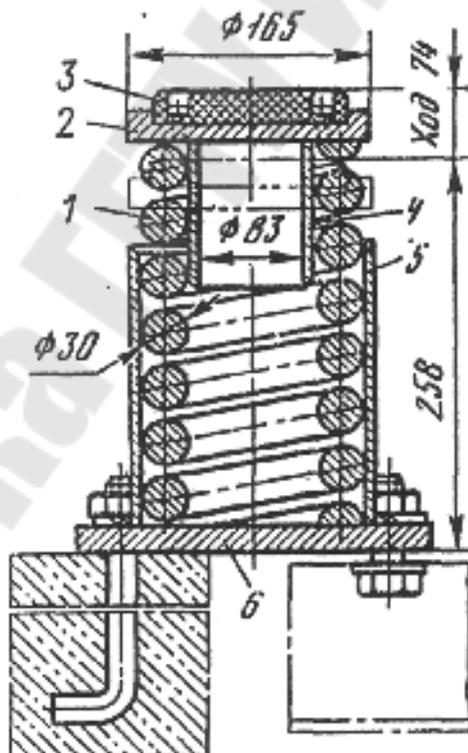


Рис. 9. Пружинный буфер:

1 – пружина; 2 – тарелка; 3 – резиновая подушка; 4, 5 – стаканы;  
6 – плита

На рис. 10 показана одна из разновидностей масляного буфера, который состоит из корпуса 5, заполненного маслом, и плунжера 3, нагружаемого при посадках кабины с грузом. В дне корпуса 5 укреплен конический шток с шайбой 9, который проходит через круглое отверстие 7 в дне плунжера с некоторым кольцевым зазором.

При посадке на буфер плунжер 3 вдавливается в корпус 5, вытесняя из него масло через кольцевой зазор, который по мере погружения плунжера уменьшается в соответствии с уменьшением скорости погружения.

Профиль штока 6 выбирается таким расчетом, чтобы сопротивление от прохода масла через кольцевой зазор, представляющее тормозное усилие, было на всем пути плунжера постоянным.

Чтобы предотвратить опасность жесткого первоначального гидравлического удара, на головке буфера предусмотрен шток 1, опирающийся на пружину 2. Кроме того, корпус 5 связан с резервуаром 4 с помощью отверстий 8, благодаря которым в начале посадки кабины на буфер масло может вытекать дополнительно в резервуар 4. В дальнейшем отверстия 8 перекрываются плунжером и масло протекает в полость плунжера.

В исходное положение плунжер возвращается пружиной 10.

Масляный буфер должен иметь указатель уровня масла.

На заводе масляный буфер подвергается гидравлическому испытанию на утечку масла и проверке на возврат плунжера.

Масляный буфер должен быть снабжен табличкой завода-изготовителя с указанием грузоподъемности, скорости, заводского номера и даты выпуска.

ПУБЭЛ устанавливает для пружинного буфера максимальную величину замедления при посадке на буфер ненагруженной кабины и противовеса не более 25 м/с<sup>2</sup>.

Блоки, применяемые на лифтах бывают: полиспастные - подвижные в вертикальном направлении, дающие выигрыш в силе; направляющие или отклоняющие - неподвижные, не дающие выигрыша в силе, применяемые для изменения направления канатов в нужном направлении; эти блоки отклоняют или направляют канаты, оставаясь неподвижными; отводные - подвижные в горизонтальном направлении, не дающие выигрыша в силе, которые кроме отклонения и направления канатов еще водят канаты по направлению оси блока.

Полиспастный блок устанавливают на кабине, что обеспечивает при одной и той же мощности подъемного механизма выигрыш в силе

за счет проигрыша в скорости. Полиспастный блок можно устанавливать и на противовес для ограничения хода противовеса.

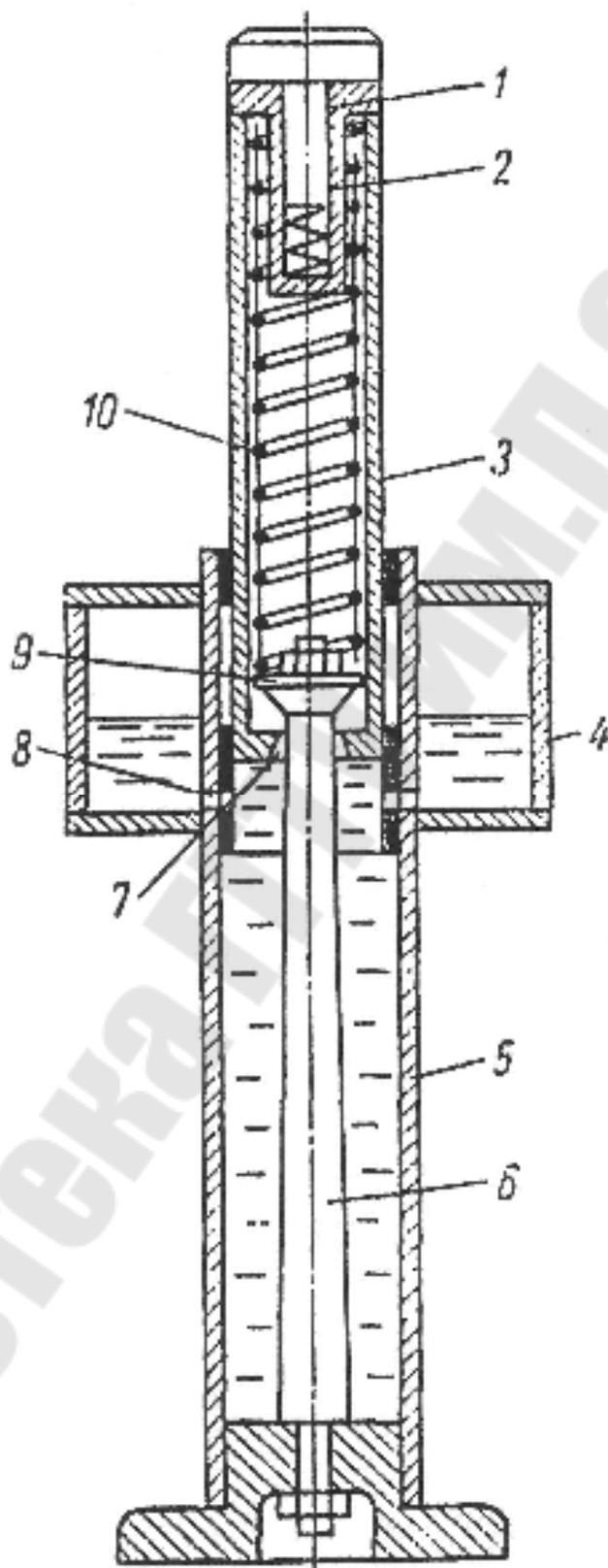


Рис.10. Масляный буфер

Направляющие или отклоняющие блоки устанавливаются в блочных помещениях и в машинных помещениях верхней установки в тех случаях, когда диаметры канатопроводящих органов (шкивов или барабанов) не соответствуют размерам между центрами подвесок кабины и противовеса.

Отводные блоки — это блоки, устанавливаемые при барабанных лебедках нижнего расположения.

По мере наматывания одних канатов и разматывания других, канаты перемещаются вдоль оси барабана по направлению его длины, поэтому при направлении канатов в шахту и в к верхним направляющим блокам блочного помещения установка неподвижного блока привела бы к значительному отклонению канатов от плоскости ручья блока.

Отводной блок имеет достаточно глубокие желобки для канатов и по мере вращения барабана этот блок, вращаясь на оси, в то же время скользит вдоль своей оси, которая неподвижно закрепляется на опорах, прикрепляемых к балкам или частям здания. Для такого скольжения у отводного блока всегда должны устанавливаться подшипники скольжения в ступицу самого блока.

У всех остальных блоков возможно применение разных подшипников (качения, скольжения).

Практика показала безусловную целесообразность применения на блоках направляющих полиспастных подшипников качения, поэтому в настоящее время имеет место исключительное применение на блоках, кроме отводных, подшипников качения.

### **3. Подъемный механизм.**

Подъемный механизм в системе электропривода на лифтах является передаточным механизмом для перемещения (подъема и опускания кабины) и противовеса путем вращения канатопроводящего органа.

Подъемные могут размещаться наверху, над шахтой, в специальных машинных помещениях или внизу, под шахтой, и рядом с шахтой.

Подъемные механизмы различают прежде всего по приводу. По этому признаку различают подъемные механизмы редукторного и безредукторного типа. Последние в качестве тягового двигателя имеют двигатель постоянного тока, управляемый по схеме ТП-Д.

Редукторные подъемные механизмы (лебедки) различают по характеру передачи у редуктора. Передача эта может быть шестернями

с цилиндрическими шестернями, червячная и смешанная червячно-зубчатая передача.

Различают также лифтовые лебедки по типу канатоведущего органа - барабанные и безбарабанные или с канатоведущим шкивом.

У барабанных лебедок канаты кабины и противовеса прикрепляются на него, и таким образом за счет наматывания и разматывания канатов осуществляется подъем или спуск кабины с соответствующим спуском или подъемом противовеса.

У лебедок с канатоведущим шкивом канаты не прикрепляются к канатоведущему шкиву, а укладываются в различную рода канавки на ободке шкива так, что при вращении шкива происходит перемещение канатов за счет силы трения между канатами и канавками на ободке шкива.

Одним из основных вопросов является выбор расположения подъемного механизма наверху или внизу. При этом выборе руководствуются следующими соображениями.

Нижнее расположение подъемного механизма представляет большие удобства при обслуживании, ремонте и эксплуатации вследствие большой доступности машинного помещения. Кроме того нижнее расположение подъемного механизма создает меньше мешающих шумов в работе механизмов и аппаратов от вибраций, возникающих при верхнем расположении подъемного механизма. Это обстоятельство имеет существенное и важное значение при установке лифта в жилом здании.

Однако нижнее расположение имеет целый ряд отрицательных качеств, к которым относятся следующие: а) общая длина канатов в несколько раз больше, чем при верхнем расположении, что можно увидеть на кинематических схемах, рассмотренных ранее; б) интенсивность износа канатов больше, чем при верхнем расположении вследствие большего числа перегибов каната; в) требуется два помещения для механизмов лифта (машинное и блочное помещение) вместо одного при верхнем расположении; г) коэффициент полезного действия всего лифта в целом меньше, чем при верхнем расположении; д) нагрузка на здания от блоков значительно больше, чем от расположения наверху подъемного механизма; е) стоимость лифта больше.

Из приведенного перечня видно, что верхнее расположение подъемного механизма обладает целым рядом преимуществ.

Однако у верхнего расположения имеются существенные недостатки, заключающиеся в том, что верхнее расположение подъемного механизма представляет большие неудобства для обслуживания, эксплуатации и ремонта и, кроме того, возникают больше мешающих шумов, особенно если машинное помещение располагают над жилой площадью.

В настоящее время действующими стандартами закреплено верхнее расположение машинного помещения для пассажирских, грузовых общего назначения и больничных лифтов.

Нижнее расположение по стандарту сбоку шахты установлено для выжимных, малых магазинных и некоторых малых грузовых общего назначения лифтов.

Таким образом оправдано преимущественное применение на лифтах верхнего расположения машинного помещения. Это обстоятельство требует борьбы с шумами, возникающими от работы лифта.

Для снижения уровня шумов в настоящее время требуется при строительстве машинных помещений хорошая звукоизоляция. При монтаже лифтов необходима установка амортизаторов под лебедки. При изготовлении лифтовых конструкций необходим также учет условий малозумности. Хорошие результаты дает широкое применение в настоящее время постоянного тока в цепях управления, а в силовых цепях - электродвигателей малошумного исполнения.

В настоящее время наибольшее распространение имеют лебедки с канатоведущим шкивом. Барабанные лебедки имеют по сравнению с безбарабанными большие габаритные размеры, причем размеры эти, главным образом по длине, зависят от высоты подъема. Чем выше высота подъема, тем длиннее должен быть при данном диаметре барабан.

Для витков каната на поверхности барабана нарезают канавки. Характер этой нарезки различается в зависимости от установки барабана наверху или внизу. Таким образом, при изготовлении приходится считаться с тем, какую на какую высоту подъема рассчитывается барабан (на какую канатоемкость) и для какой установки - верхней или нижней, т.е. с какой нарезкой канавок. Это в значительной мере затрудняет серийность изготовления лебедок.

При барабанных лебедках в случае неисправности концевых выключателей кабина или противовес могут быть подтянуты к перекрытию с преодолением верхнего пространства над кабиной или противовесом, что вызывает аварию.

Лебедки с канатоведущим шкивом имеют меньшие габариты и являются при равных условиях более компактными, чем лебедки барабанные. Конструкция этих лебедок и их размер не зависят от высоты подъема, а также от расположения подъемного механизма наверху или внизу, поэтому их могут изготавливать серийно для любой установки.

Лебедки с канатоведущим шкивом повышают надежность вследствие того, что при установке обеспечивается возможность применения большого числа канатов без существенного изменения габаритов лебедки. При лебедках с канатоведущим шкивом - исключается возможность удара кабины или противовеса о верхнее перекрытие шахты в случае неисправности концевого выключателя, так как при достижении кабиной самого верхнего положения противовес займет самое нижнее положение и встанет на упор или буфер, вследствие чего прекратится натяжение канатов, исчезнет сила трения и канат будет скользить на канатоведущем шкиве, кабина остановится, цепь управления выключит электродвигатель.

Лебедки с канатоведущим шкивом также не лишены недостатков. По сравнению с лебедками барабанного типа у них более интенсивный износ канатов, а при значительном износе канатов и лунок канатоведущего шкива возникает скольжение. Значительное скольжение канатов может быть опасным, поскольку против него нет никакой защиты. Чрезмерное заклинивание канатов в лунках канатоведущего шкива является также опасным в случае аварийных остановок (на ловители, на буфер) кабины (противовеса). При этом возможны дополнительные передвижения противовеса (кабины) за счет инерции или неисправности отключающих устройств. Несмотря на эти недостатки, лебедки с канатоведущими шкивами по праву получили наибольшее применение для всех стандартных грузоподъемных машин во всем мире.

Для предотвращения скольжения канатов в лунках канатоведущего шкива необходимо вести грамотное и тщательное наблюдение за износом лунок, выбирать правильно формы лунок и угол обхвата канатом канатоведущего шкива. Для уменьшения износов канатов необходимо избегать излишнего количества блоков с крутыми перегибами канатов и не доводить до скольжения в лунках. Диаметры применяемых блоков не должен быть менее минимально допустимых размеров.

### III Электрическая часть лифтов.

#### 1 Общие положения.

Общие требования. Техническая характеристика электрического оборудования, электропроводок и их исполнение должны соответствовать параметрам лифта по напряжению и частоте питающей сети, токовым нагрузкам, надежности, а также условиям его эксплуатации, хранения и транспортирования [4].

Напряжение от источника питания должно подаваться в машинное помещения лифта через вводное устройство с ручным приводом, которым должен оборудоваться каждый лифт.

При размещении двух и более лифтов в общем машинном помещении в это помещение должен быть осуществлен ввод не менее двух питающих линий.

При отсутствие машинного помещения электроснабжение должно быть подано в помещение, где расположено вводное устройство.

Электрооборудование и электроснабжение лифта должны отвечать требованиям «Правил устройства электроустановок».

Вводное устройство может быть рассчитано как на снятие напряжения с лифта под нагрузкой, так и без нагрузки.

При применении вводного устройства, предназначенного для снятия напряжения без нагрузки или с нагрузкой не более 2А, должен быть предусмотрен дополнительный выключатель силовой цепи и цепи управления, рассчитанный на коммутацию цепей под нагрузкой.

Допускается дополнительно оборудовать вводное устройство приводом для дистанционного отключения (дистанционное включение вводного устройства не допускается); при этом должны быть выполнены следующие условия:

- а). вводное устройство должно быть рассчитано на отключение электрических цепей под нагрузкой;
- б). выключатель для дистанционного отключения должен быть самовозвратным;
- в). около каждого выключателя для дистанционного отключения вводного устройства должна быть предусмотрена сигнализация о его положении : «Включено», «Отключено»;
- г). должна быть исключена возможность дистанционного отключения при нахождении в кабине людей;

д). доступ посторонних лиц к выключателю дистанционного отключения должен быть исключен.

В качестве вводного устройства может быть использован автоматический выключатель, если он оборудован ручным приводом, при этом его включение должно быть возможно только вручную.

Вводное устройство должно отключать все питающие фазы и полностью снимать напряжение с электрических цепей, за исключением цепей:

- освещение кабины;
- вентиляций кабины;
- вызова обслуживающего персонала из кабины;
- двусторонней переговорной связи из кабины;
- ремонтной связи.

При этом для отключения указанных цепей должны быть предусмотрены отдельные выключатели, расположены в машинном помещении, а при его отсутствии - в запираемом шкафу. Выключатель освещения блочного помещения должен быть расположен в блочном помещении.

Цепи освещения кабины и ее вентиляции, вызова обслуживающего персонала из кабины, двусторонней переговорной связи из кабины и ремонтной связи допускается включать после вводного устройства, если предусмотрены дополнительные специальные выключатели для отключения силовой цепи и цепи управления. При этом вводное устройство не должно быть оборудовано приводом для дистанционного отключения и в качестве вводного устройства не должен применяться автоматический выключатель.

Допускается дели вспомогательного освещения кабины, вызова обслуживающего персонала из кабины, двусторонней переговорной связи из кабины и ремонтной связи подключать к другим электрическим сетям здания или сооружения.

На одной из посадочных (погрузочных) площадок допускается установка выключателя для дистанционного отключения (включения) силовой цепи и цепей управления при включенном вводном устройстве; при этом должны быть предусмотрены мероприятия, исключающие возможность отключения электрических цепей при нахождении в кабине людей. Доступ посторонних лиц к этому выключателю должен быть исключен.

Напряжение силовых электрических цепей должно быть:  
- не более 660В - в машинном помещении;

- не более 415В переменного тока частоты 50Гц, 440В переменного тока частоты 60Гц и 460В постоянного (выпрямленного) тока - в кабине, шахте и на посадочных (погрузочных) площадках, а так же на площадках, где установлено электрооборудование при отсутствии машинного помещения. Напряжение цепей управления, освещения и сигнализации должно быть не более 254В.

Напряжение цепи переносных ламп должно быть не более 42В. Применение автотрансформаторов или потенциометров с целью понижения напряжения для этой цепи не допускается.

Для питания цепей управления, освещения и сигнализации допускается использование фазы и нулевого провода сети с глухозаземленной нейтралью. При использовании фазы и нулевого провода между ними должно быть не более 254В.

Защитное заземление или зануление должны отвечать требованиям «Правил устройства электроустановок».

Установка в заземляющих (зануляющих) проводниках предохранителей, контактов и других размыкающих элементов, в том числе бесконтактных, не допускается.

Токоведущие части выключателей с ручным приводом вводного устройства, выключателей, устанавливаемых в приемке, блочном и машинном помещениях, выключателей дистанционного включения (отключения) электрических цепей должны быть защищены от случайного прикосновения, если напряжение на них может быть более 42В переменного тока и более 60В постоянного тока. Положение этих выключателей должно быть обозначено соответствующими символами или подписями: «Вкл», «Выкл».

## **2. Требования, предъявляемые к электроприводу.**

Электропривод лифта должен удовлетворять следующим требованиям:

- а). замыкание токоведущих частей электрического устройства привода тормоза (электромагнита и т.п.) на корпус не должно вызывать самопроизвольное включение этого привода и снятие механического тормоза при остановке лифта и не должно нарушать наложение механического тормоза при отключении электродвигателя;
- б). у лифта с номинальной скоростью более 0,71 м/с должна быть обеспечена возможность движения кабины с пониженной скоростью не более 0,4 м/с.

Электропривод переменного тока при питании электродвигателя непосредственно от сети должен удовлетворять следующим требованиям:

- а). снятие механического тормоза должно проходить одновременно с включением электродвигателя или после его включения;
- б). отключение электродвигателя должно сопровождаться наложением механического тормоза;
- в). цепь главного тока электродвигателя должна прерываться двумя независимыми электромагнитными аппаратами (один из которых может быть конечным выключателем).

Электропривод переменного тока при питании электродвигателя должен удовлетворять следующим требованием:

- а). снятие механического тормоза должно происходить только при величине тока двигателя, при которой обеспечивается необходимый момент для удержания кабины;
- б). отключение электродвигателя должно сопровождаться наложением механического тормоза;
- в). цепь главного тока электродвигателя должна прерываться двумя независимыми электромагнитными аппаратами, допускается иметь одинарный разрыв всех фаз контактами одного электромагнитного аппарата при условии, что при его отключении одновременно полностью блокируется (прекращается) поток энергии от преобразователя к электродвигателю;
- г). отключение электродвигателя должно проводиться в том случае неисправности преобразователя, когда поток энергии к двигателю не прекращается при остановке лифта.

Электропривод постоянного тока при питании электродвигателя от управляемого преобразователя должен удовлетворять следующим требованиям:

- а). снятие механического тормоза должно происходить только при величине тока двигателя, при которой обеспечивается необходимый момент для удержания кабины;
- б). каждая остановка кабины должна сопровождаться наложением механического тормоза;

Допускается не накладывать механически тормоз при остановке на уровне посадочной площадке при условии, что кабина будет удерживаться на это уровне моментом электродвигателя;

- в). в случае неисправности механического тормоза при нахождении кабины на уровне посадочной (погрузочной) площадки электро-

двигатель и преобразователь должны оставаться включенными и обеспечивать удержание кабины на уровне посадочной (погрузочной) площадки. Это электрическое торможение не требуется, если лебедка лифта оборудована двумя независимыми тормозными системами;

- г). при срабатывании выключателей безопасности во время движения кабины должно обеспечиваться электрическое торможение электродвигателя, отключение преобразователя и наложение механического тормоза. В случае неисправности механического тормоза должно обеспечиваться снижение скорости электродвигателя с последующей остановкой и удержанием кабины моментом электродвигателя на уровне посадочной (погрузочной) площадки. При этом автоматический привод дверей должен быть отключен и дальнейшая работа лифта до устранения неисправности должна быть предотвращена;
- д). дистанционное отключение преобразователя, питающего электродвигатель (если оно предусмотрено системой управления) должно быть возможно только после наложения механического тормоза;
- е). при размыкании цепи возбуждения электродвигателя должно быть обеспечено автоматическое снятие напряжения с якоря электродвигателя и наложение механического тормоза;
- ж). включение предохранителя, выключателей или других размыкающих устройств между преобразователем и электродвигателем не допускается, если система электропривода предусматривает удержание кабины на уровне посадочной площадке электродвигателем.

### **3. Электроаппаратура управления.**

Вводные устройства — это рубильники для включения и отключения лифтовой установки.

В таблице 3 приводятся вводные устройства и область их применения.

Автоматические выключатели служат для автоматического отключения электроустановки при коротких замыканиях, пробоя на землю и перегрузок.

Таблица 3

Наименование вводных устройств	Номинальный ток, А	Область применения
ВУ-1	70	Пассажирские, грузопассажирские, больничные
ВУ-2	70	Грузовые, выжимные
ВУ-3	150	Пассажирские Q = 1000кг и грузовые Q = 3200, 5000кг
ЯРВ-6113	100	Грузовые тротуарные

Автоматические выключатели по сравнению с плавкими вставками предохранителей обеспечивают более надежную и быструю защиту.

Предохранители не могут защитить электроустановку от перегрузки, так как до плавления длительно допускают перегрузку. Кроме того, что особенно важно в трехфазных сетях, при сгорании одного предохранителя двигатель остается включенным на две фазы.

На лифтах применяются понизительные однофазные и трехфазные трансформаторы, сухие, открытого и защитного исполнения, с естественным воздушным охлаждением. Перечень применяемых трансформаторов приводится в таблице 4.

Контакторами для дистанционных замыканий и размыканий силовых цепей в лифтовых схемах служат два типа: *ПА-422* и *КТТВ-421*.

Контактор *ПА-422* имеет магнитную и контактную систему поворотного типа., магнитная система имеет Ш - образную форму. Особенность контактора в его устройстве, ослабляющем удар якоря о сердечник применением трех амортизационных пружин и специальной упругой втулки на якоре.

Кроме того, благодаря отношению радиусов вращения якоря и подвижных контактов (равное примерно 2,5) уменьшается влияние удара якоря о сердечник и на вибрацию контактов. Динамически зазор 0,3 - 0,5 мм устанавливается диамагнитной прокладкой на Ш - образном якоре (против «залипания»). Короткозамкнутые витки запрессованы в торцах всех кернов. Якорь и сердечник шихтованы, а торцы шлифованы (против гудения в замкнутом состоянии).

Таблица 4

Тип трансформатора	Мощность, кВт	Номинальное напряжение обмоток, В		Краткая характеристика и область применения
		высшее	низшее	
ОСО-25	0,25	380 380	220 24	Однофазный для всех лифтов, кроме тротуарного
НТС-0,5	0,5	380 380	220 100	То же, трехфазный
ТС-1,5/0,5	1,5	380 220	220 24	То же, трехфазный защитного исполнения для пассажирских и грузопассажирских лифтов
ТСУЛ-0,4УЗ	0,4	380 220	85;95 85;95	То же, трехфазный для всех лифтов, кроме грузовых малых
ТСУЛ-0,6УЗ	0,63	380 220	85;95 85;95	То же
ТСУЛ-1,0УЗ	1,0	380 220	85;95 85;95	То же

Контакты КТПВ-621 своими главными контактами предназначены для работы в цепях переменного тока напряжением 380В и имеют электромагнитную систему постоянного тока. Питание втягивающей катушки осуществляется от сети постоянного тока.

На лифтах применяют нейтральные электромагнитные реле обычной конструкции, а также реле переменного тока.

Нейтральными называются реле, действующее независимо от полярности подаваемого напряжения.

Электромагнитные аппараты переменного тока, в том числе реле, обладают меньшим временем срабатывания и требуют меньшего числа витков. Реле переменного и постоянного тока при включении требуют большой величины тока. Однако после срабатывания у приборов переменного тока ток автоматически уменьшается благодаря росту индуктивного сопротивления, а у аппаратов постоянного тока - остается неизменным, хотя для удержания якоря требуется меньшая величина тока.

Однако существенным недостатком реле переменного тока является шумность их магнитной системы.

Главное преимущество аппаратов и в особенности реле постоянного тока заключается в их большой стабильности работы и бесшумности, что отвечает требованиям работы в жилых и административных зданиях и является основной причиной перевода цепей управления лифтов в этих зданиях на постоянный ток.

Основные параметры при выборе реле:

1. Чувствительность реле, оценивается через ток и напряжение срабатывания  $I_{ср}$  и  $U_{ср}$ .
2. Коэффициент возврата — отношение тока отпускания к току срабатывания:
3. Коэффициент запаса:
4. Время срабатывания — это время с момента подачи импульса на обмотку до замыкания или размыкания соответствующих контактов.
5. Время отпускания  $t_{отт}$  — это время, прошедшее с момента снятия напряжения с обмотки до замыкания (размыкания) контактов.
6. Электрическая износостойчивость — число циклов включений реле. Для нейтральных реле —  $10^7$  циклов.

Выпрямители применяют в лифтовых схемах для выпрямления переменного тока в постоянный ток цепи управления и цепи тормозного магнита.

В электрических схемах управления лифтами применяются как однофазные схемы так и трехфазные. Одним из важнейших узлов в структурной схеме лифта является узел селекции. В этом узле автоматически выбирается направление движения и остановка. Об автоматическом выборе направления движения и об остановках кабины и ее местоположении при остановках часто подаются предусмотренные в схемах световые сигналы.

При кнопочном управлении пассажир нажимает кнопку нужного ему этажа. Схема должна быть построена таким образом, что независимо от расположения нажатой кнопки кабина придет к этому этажу сверху или снизу путем спуска и подъема, для чего в одном случае включается контактор КН, а в другом - контактор КВ.

В этом заключается сущность узла селекции или узла выбора направления.

В качестве средств для выбора направления применяют механические переключатели и бесконтактные датчики релейной селекции.

К механическим переключателям относятся этажные переключатели и копираппараты. Этажные переключатели устанавливаются в шахте на уровне каждой этажной остановки.

Копираппараты — это этажные переключатели. Такой один центральный этажный переключатель выполняет функции всех этажных переключателей и устанавливается в машинном помещении лифта, и связан с движением кабины механической или электрической связью.

Этажные переключатели и копираппараты применяются при скорости не более 0,71 м/с.

Для скоростей от 1 м/с и более селекция (выбор направления) осуществляется с помощью датчиков индуктивных или герконовых и реле импульса селекции РИС.

На каждом этаже устанавливаются по одному датчику селекции и одному реле.

Существенным недостатком релейных селекторов является большое количество контактов, что приводит в процессе эксплуатации к отказам в работе схем. Стремление устранить недостаток релейных селекторов привело к созданию бесконтактных схем управления с использованием логических элементов современных серий.

К камандоаппаратам относятся кнопочные аппараты, которые выполняют в виде кнопочных постов, кнопочных панелей и вызывных аппаратов.

Конструктивно сама кнопка выполняется с самовозвратным толкателем и удерживающим магнитом («залипающим»). Кнопки с самовозвратным толкателем — это обычные кнопки, предназначенные только для создания импульса. Кнопки с удерживающими магнитами выполняют частично функции реле. С нажатием на кнопку в катушку проходит ток и намагниченный сердечник удерживает толкатель в притянутом состоянии и, кроме того, замыкает при этом движение втягивания необходимое число контактов для импульсов на включение по схеме.

Отключить такую кнопку можно только прекращением питания удерживающей подушки.

К кнопочным постам относятся: а) пост управления в режиме ревизии (ПКТ-2РУ2) для пассажирских, грузопассажирских и грузовых лифтов с двухскоростными приводами; б) кнопочные посты для наружного управления с этажей для малых грузовых, магазинных и выжимных на два этажа; в) кнопочные посты с внутренним кнопочным управлением на два этажа.

Посты управление с числом этажей больше двух выполняется комплектными панелями, на которых кроме кнопок приказа по числу обслуживаемых этажей имеются кнопки «стоп» и «вызов».

Панели с самовозвратным толкателем изготавливают: а) на 6 - 12 этажей. На панелях предусматриваются микрофонные капсулы для диспетчерской связи; б) на 3 - 12 этажей. На панелях имеются сигнальные лампы на 24В для регистрации вызова.

Панели с удерживающими электромагнитами на напряжения 55В постоянного тока изготавливают с расчетом на соединение двух электромагнитов последовательно. Кроме кнопок приказа по числу обслуживаемых этажей панели имеют кнопки «стоп» и «вызов», а также капсулы для диспетчерской связи. Изготавливают эти панели на: а). 6-26 этажей; б) .6 - 26 этажей, имеющие дополнительное табло для сигнализации о перегрузке кабины; в).6 - 30 этажей, имеющие дополнительно выключатель вентилятора и табло для сигнализации перегрузки кабины.

Концевые выключатели устанавливают в шахте один на 200 мм выше, в другой на 200 мм ниже уровня крайних этажных площадок.

Эти выключатели имеют замкнутые контакты в цепи управления, и при переходах кабиной крайних положений отводкой, установленной на кабине, этот контакт размыкается.

Все конечные выключатели должны работать на разрыв цепи и по конструкции должны быть не самовозвратными.

У лифтов с приводами переменного тока и с барабанными лебедки концевые выключатели должны быть установлены на разрыв цепи главного тока в силовой цепи. Такая же установка концевых выключателей по ПУБЭЛ требуется для лифтов с канатоведущими шкивами и с приводом переменного тока в тех случаях, когда при посадке на буфер кабины или противовеса не происходит проскальзывания канатов на канатоведущем шкиве вследствие большого собственного веса канатов.

Блокированные контакты и выключатели применяются главным образом в узле безопасности лифта. Сюда относятся выключатели контроля закрывания дверей шахты кабины, запираания дверей шахты, выключатель ловителя, контроля слабины подъемных канатов, натяжного устройства ограничителя скорости, масляного буфера кабины и противовеса, ограничения грузоподъемности и др.

#### 4. Электропривод.

Устройство электропривода для лифтов различного назначения и устройство цепей управления и сигнализации обусловлено правилами ПУБЭЛ, которые регламентируют скорости, ускорения пуска, и замедления при торможениях и точности при остановках, определяют требования к защитным и предохранительным устройствам безопасности, к цепям управления при нормальных и других режимах, к диспетчерскому контролю и к необходимому освещению.

Самое широкое применение при скоростях движения кабин до 1,4 м/с имеют редукторные электроприводы с шкивами трения канатоведущими шкивами на базе асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором.

На лифтах при скоростях более 1,71 м/с требуется применение двух скоростных электродвигателей.

В настоящее время все пассажирские лифты со скоростями 1,0 и 1,4 м/с, а также часто при скорости 0,71 м/с оборудуют электродвигатели двухскоростными с двумя независимыми статорными обмотками с отношением числа пар полюсов (3-4): 1.

Односкоростные асинхронные электродвигатели с короткозамкнутым ротором применяют для тихоходных лифтов со скоростями 0,25; 0,5; 0,71 м/с и для всех стандартных грузоподъемностей, включая грузоподъемность 5000 кг при скорости 0,25 м/с.

На грузовых лифтах при скоростях 0,25 м/с и 0,5 м/с, где по условиям загрузки и выгрузки необходима более точная остановка используют также двухскоростные электродвигатели.

Электродвигатели с фазным ротором применяют редко, в случаях: а) связанных с недостаточной мощностью питающей сети, неспособной обеспечить необходимый уровень напряжения при пусках электродвигателей с короткозамкнутым ротором; б) наличие режима с предельно большим числом включений двигателя. В этом случае не выдерживает электродвигатель с короткозамкнутым ротором по условиям нагревания.

Для скоростных лифтов со скоростями 2,0 - 4,0 м/с и более применяют безредукторные электроприводы по системе ТП-Д.

Устройство электропривода лифта характеризуется наличием следующих цепей:

1. Главного тока или силовой цепью, идущей от ввода к клеммам электродвигателей. Практически силовая цепь в большинстве случаев выполняется напряжением 380/220 В

Составными частями или элементами силовой цепи являются: вводные устройства, автоматы защиты, главные силовые контакты контакторов для движения вверх и вниз, контакторы большой и малой скорости и тормозной электромагнит.

2. Цепь управления которая подключается к цепи главного тока после автоматического выключателя. Практически на большинстве лифтов цепь управления питается постоянным током напряжением 110 В.

В цепи управления главными элементами являются катушки силовых контакторов, включением которых обеспечивается управление лифтом, в нужной последовательности по программе и с учетом требований безопасности.

3. Цепь сигнализации, которая подключается к цепи главного тока до автоматического выключателя. Напряжение цепи практически составляет 24В.

4. Цепь ремонтного напряжения, которая служит для подключения различных переносных приборов, электроинструментов и ламп освещения при ремонтах. Для этой цели устанавливаются штепсельные розетки по одной в машинном и блочном помещениях и на кабине. Розетки включаются в цепь сигнализации напряжением 24 В.

5. Цепь освещения осуществляется от осветительной сети здания напряжением 220 В.

Все перечисленные цепи связаны с безопасной работой лифта и все связаны между собой, за исключением цепей освещения. Для представления информации об организации и действии всех электрически соединенных цепей составляют электрические схемы, в которых стандартами и «Единой системой конструкторской документации» устанавливают условные графические обозначения, буквенные и буквенно-цифровые.

Классификация электроприводов подъема лифтов и их краткая характеристика приведены в таблице 4.

Лифты массового применения оборудуют лебедкой подъема с червячным редуктором. Поэтому при описании работы электропривода лифта необходимо учитывать специфические свойства червячного редуктора, обусловленные тем, что при передаче энергии через редуктор (от червяка к червячному колесу) потери энергии в редукторе меньше, чем при обратной передаче энергии. Кроме того по мере уменьшения угловой скорости потери энергии возрастают.

Для определения мощности электродвигателя лифта необходимо знать кинематическую схему подъемника, заданные допустимые скорости и ускорения, грузоподъемность, масс кабины, противовеса и других параметров. При этом следует учитывать также и режим работы лифта. В целом расчет мощности двигателя лифта сводится к предварительному выбору мощности двигателя по статическим нагрузкам, построению полной нагрузочной диаграммы с учетом переходных режимов и к дальнейшей проверке по методу эквивалентных величин.

Статическая мощность двигателя с противовесом определяется по формулам:

$$P_{\text{п}} = \left\{ [G_{\text{гр}} + G_{\text{к}}] \cdot \frac{1}{\eta} - G_{\text{пр}} \cdot \eta \right\} \cdot U \cdot K \cdot q \cdot 10^{-3} \quad (4)$$

$$P_{\text{с}} = \left\{ -[G_{\text{гр}} + G_{\text{к}}] \cdot \eta + G_{\text{пр}} \cdot \frac{1}{\eta} \right\} \cdot U \cdot K \cdot q \cdot 10^{-3} \quad (5)$$

где  $P_{\text{п}}$  – статическая мощность при подъеме, кВт;  $P_{\text{с}}$  – статическая мощность при спуске, кВт;  $K$  – коэффициент, учитывающий трение в направляющих кабины и противовеса ( $K \approx 1,15 \div 1,3$ );

$U$  – скорость кабины, м/с;  $\eta$  – К.П.Д подъемного механизма (применяется в пределах  $0,5 \div 0,8$ );  $q$  – ускорение силы тяжести,  $\text{м/с}^2$ ;  $G_{\text{гр}}$  – масса груза, кг;  $G_{\text{к}}$  – масса кабины, кг;  $G_{\text{пр}}$  – масса противовеса, кг.

## Классификация электроприводов подъема лифтов

Электропривод	Лифт	Регулирование	Электродвигатель	Краткая характеристика электропривода
Асинхронный с односкоростным двигателем	Тихоходный (до 0,5 м/с), редукторный, грузовой или пассажирский	Нерегулируемый	Асинхронный односкоростной с короткозамкнутым ротором	Управление релейно-контакторное, ограничение ускорений за счет маховых масс, замедление — механическое торможение
Асинхронный с двухскоростным двигателем	Тихоходный или быстроходный (до 2 м/с), редукторный, грузовой или пассажирский	Регулирование скорости ступенчатое с отношениями скоростей 3:1 и 4:1	Асинхронный двухскоростной с короткозамкнутым ротором	Управление релейно-контакторное, ограничение ускорения за счет маховых масс, замедление с электрическим торможением, дотягиванием на малой скорости и механическим торможением
Тиристорный асинхронный с односкоростным двигателем	Тихоходный, быстроходный и скоростной (до 2 м/с), редукторный, пассажирский или грузовой	Плавное регулирование ускорения, регулирование скорости ступенчатое с отношениями 3:1 и 4:1	Асинхронный односкоростной с короткозамкнутым ротором	Управление бесконтактное, полупроводниковое с замкнутыми контурами регулирования по скорости и положению кабины, замедление при регулируемом динамическом торможении или торможении противовключением

Продолжение табл. 5

Тиристорный асинхронный с двухскоростным двигателем	Тихоходный, быстроходный и скоростной, редукторный, пассажирский или грузовой	Плавное регулирование ускорения, ступенчатое регулирование скорости с отношениями скоростей 3:1 и 4:1	Асинхронный двухскоростной с короткозамкнутым ротором	Управление бесконтактное, полупроводниковое с замкнутыми контурами регулирования по скорости и положению кабины, замедление при регулируемом динамическом торможении на обмотке малой скорости
Постоянного тока, системы генератор-двигатель (Г-Д)	Редукторный, безредукторный, скоростной и высокоскоростной (более 2 м/с), пассажирский	Плавное регулирование скорости с отношением скоростей 10:1 и выше	Постоянного тока с независимым возбуждением	Управление бесконтактное, с полупроводниковыми и магнитными усилителями, с замкнутым контуром регулирования по скорости, положению и току, замедление при регулируемом рекуперативном торможении
Постоянного тока, системы тиристорный преобразователь — двигатель (ТП-Д)	Редукторный, безредукторный, скоростной и высокоскоростной, пассажирский	Плавное регулирование скорости с отношением скоростей 10:1 и выше	Постоянного тока с независимым возбуждением	Управление бесконтактное с полупроводниковым усилителем и регулятором скорости, положения и тока, замедление при регулируемом рекуперативном торможении

На основании формул (4-5) может быть построена упрощенная нагрузочная диаграмма и выбрана по каталогу примерная мощность двигателя. Для построения полной нагрузочной диаграммы необходимо учитывать времена разгона и замедления электропривода, время открывания и закрывания дверей, количество остановок при движении кабины, время входа и выхода пассажиров при наиболее характерном цикле работы (пиковой нагрузке). Примерные данные для расчета времени ускорения и замедления привода или суммарного времени с учетом времени открывания и закрывания дверей могут быть получены из таблицы 5

Таблица 6

Скорость движения м/сек	Время ускорения и замедления при расстоянии между этажами, сек.		Суммарное время, сек		
	3,6 м.	7,2 м. и более	Кабина с дверями шириной до 800 мм., и ручным приводом	Кабина с механизированными одностворчатыми дверями шириной до 800 мм.	Кабина с механизированными двустворчатыми дверями шириной до 1000 мм.
0,5	1,6	1,6	12,0	7,0	—
0,75	1,6	1,6	12,0	7,0	—
1,0	1,8	1,8	13,0	7,0	6,3
1,5	1,8	1,8	—	7,2	6,3
2,5	2,8	2,0	—	—	6,5
3,5	3,2	2,5	—	—	7,0

Время входа и выхода пассажиров из кабины ориентировочно принимается равным до 1,0 с на одного человека. Оценка числа вероятных остановок на этажах с одинаковой плотностью населения может быть произведена по кривым, приведенным на рисунке 11.

При построении полной нагрузочной диаграммы необходимо учитывать также факторы, зависящие от условий эксплуатации подъемников: задержки, выравнивание кабины против этажа, движение

кабины на пониженной скорости и т. д. В этом случае при расчете общее время цикла увеличивается на 10%.

При точном выборе мощности электродвигателя лифта следует различать режимы равномерного и неравномерного грузопотоков. Методика выбора мощности двигателя при равномерном грузопотоке сводится к следующему:

1. При известной массе кабины  $G_k$  и противовеса  $G_{пр}$  находится изменение тягового усилия  $F$  на ободу канатоведущего шкива в зависимости от числа предполагаемых остановок кабины. Число остановок кабины  $m_k$  определяется по кривым, приведенным на рисунке 11. Изменение массы груза с кабиной  $\Delta G_i$  на каждой остановке принимается равномерным:  $\Delta G_i = G_{пр} / m_k$ , где  $m_k$  – число предлагаемых остановок

Тяговые усилия определяются при полностью загруженной кабине, стоящей на первом этаже и на предлагаемых остановках:

$$F = G_{пр} + G_k - G_{пр} - K_i \cdot \Delta G_i \quad (6)$$

где  $K_i$  – номер предлагаемой остановки;

$g$  – ускорение силы тяжести,  $m/c^2$

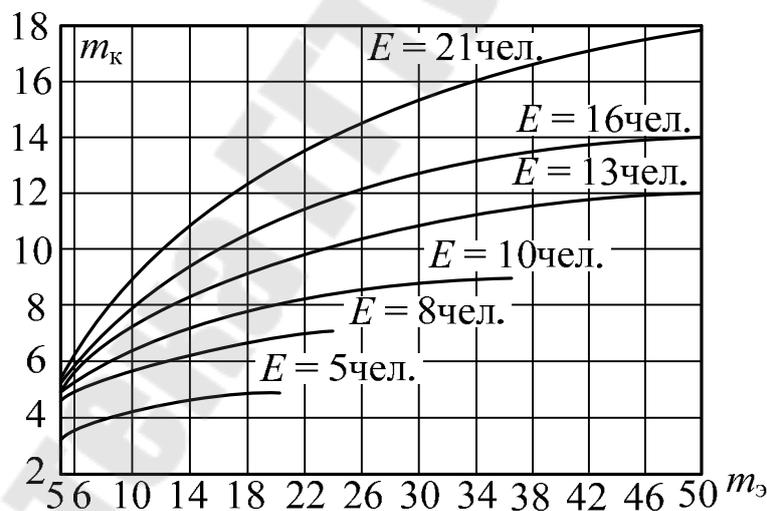


Рис. 11. Кривые для определения числа вероятных остановок лифта:  $m_k$  – число вероятных остановок;  $m_э$  – количество этажей

2. Находят моменты, соответствующие тяговым усилиям на предлагаемых остановках:

$$M = (F \cdot R) / (i \cdot n) \quad \text{при } F > 0 \text{ – для подъема} \quad (7)$$

$$M = \left( F \cdot \frac{R}{i} \right) \cdot n \quad \text{при } F < 0 \text{ – для спуска} \quad (8)$$

3. Для движения кабины вверх и вниз определяют по таблице 5 времена разгона и торможения кабины, рассчитывают время равномерного движения, находят времена, необходимые на открывание и закрывание дверей, вход и выход пассажиров и случайные задержки.

4. По полученным данным методом эквивалентного момента определяют величину необходимого момента двигателя при стандартной продолжительности включения и производят выбор мощности электродвигателя.

5. Строят полную нагрузочную диаграмму электропривода с учетом переходных режимов и проводят проверку двигателя методом эквивалентных величин.

При наличии неравномерного грузопотока расчет производится в том же порядке, но для определения тяговых усилий должен быть задан график изменения грузопотока по этажам при движении кабины вверх и вниз.

Производительность  $Q$  пассажирских лифтов (человек в час), перевозящих пассажиров одновременно в обоих направлениях (гостиницы, жилые дома), может быть определена по выражению:

$$Q = \frac{3600 \cdot \gamma \cdot E}{2 \cdot \frac{H}{U} + \sum t_{\text{всп}}} \quad (9)$$

где  $E = G/70$  – вместимость кабины, определяемая из грузоподъемности;

$\gamma$  – коэффициент загрузки кабины 0,8-1,0;  $H$  – высота подъема кабины, м;  $U$  – номинальная скорость движения кабины, м/с;  $t_{\text{всп}}$  – время затрачиваемое на вспомогательные операции.

Суммарное время на вспомогательные операции определяется:

$$\sum t_{\text{всп}} = t_1 + t_2 + t_3 + t_4 + t_5 + t_6 \quad (10)$$

где  $t_1$  - время ускорения и замедления кабины на каждом перегоне от остановки к остановке;  $t_2$  - время, теряемое на опрос пассажиров, нажим кнопки;  $t_3$  - время открывания и закрывания дверей;  $t_4$  - время выхода пассажиров из кабины на этажах;  $t_5$  - время входа пассажиров в кабину;  $t_6$  - дополнительное время на случайные задержки, на выравнивание расписания и др.

Анализ уравнения (9) показывает, что увеличение только грузоподъемности не приводит к увеличению производительности из-за длительного ожидания кабины и увеличения времени входа и выхода пассажиров. Поэтому при обслуживании высотных и административных зданий для обеспечения высокой пропускной способности лиф-

тов во время пуска нагрузки необходимо применение подъемников с повышенными скоростями движения.

### 5. Электрические схемы лифтов [4].

Механизм подъема грузовых и пассажирских лифтов скорости движения кабины до 1,5 м/с оборудуют чаще всего асинхронным электроприводом с релейно-контакторным управлением. Такой электропривод отличается простотой схемы решений, небольшими первоначальными затратами, простотой эксплуатации, обеспечивает необходимую точность остановки кабины на этаже.

Схемная реализация лифтового электропривода с релейно-контакторным управлением может быть различной, схема применяемая на большинстве отечественных грузовых и пассажирских лифтов с двухскоростным двигателем приведена на рисунке 12. Для подготовки схемы к работе замыкают контакты выключателей  $Q5$ ,  $Q1$ ,  $Q2$ . Кабина находится на этажной площадке какого-либо этажа, и контакт датчика точной остановки  $K7$  разомкнут, контакты  $S1$ ,  $S2$ ,  $S3$ ,  $S4$  замкнуты. Схем электропривода работает следующим образом. Для движения кабины в направлении «подъем» замыкают контакты  $K8$ , один из которых включает катушку контактора  $K3$ , а другой подготавливает к включению катушку контактора  $K1$ . Контакт  $K3$  своими главными контактами подготавливает к включению обмотку большой скорости двигателя, замыкающим блок - контактом включает реле времени  $KT$ , а размыкающим блок - контактом разрывает цепь питания контактора  $K4$ . Реле времени  $KT$  срабатывает и с небольшой выдержкой времени за счет  $RC$  - цепи замыкает свои контакты в цепи катушки контактора  $K1$  и в цепи реле импульсов точки остановки  $K5$ , которое мгновенно включается и включает реле точной остановки  $K6$ . Реле  $K6$ , срабатывая, подготавливает к включению электромагнит у тормоза и подает питание на катушку контактора  $K1$ . Последний, включаясь, своими главными контактами подает напряжение на обмотку большой скорости двигателя  $M$  и на электромагнит  $\gamma$ , замыкающим блок - контактом шунтирует контакты  $K8$  в цепи катушки контактора  $K1$  и размыкающим блок - контактом дополнительно разрывает цепь катушки контактора  $K2$ .

Так как растормаживание тормоза под действием электромагнита у происходит практически одновременно с возникновением начального пускового момента двигателя  $M$ , то последний запускается. После трогания кабины с места контакт датчика точной остановки  $KT$  в цепи катушки реле  $K5$  замыкается, однако это не изменяет состояния реле, так же оно перед этим было включено контактом реле времени  $KT$ .

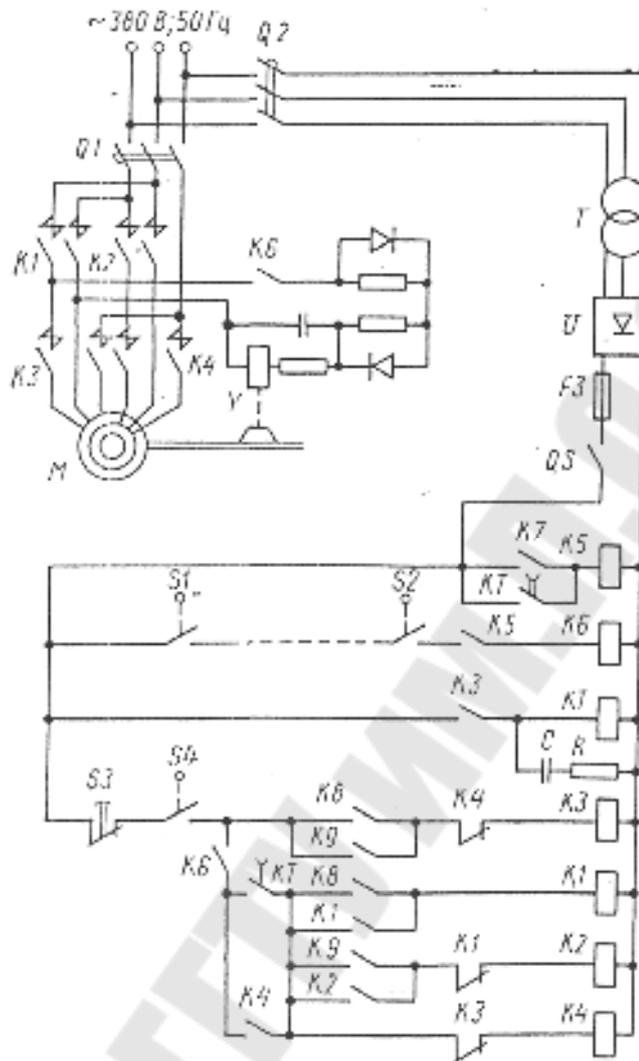


Рис.12. Принципиальная схема релейно-контакторного управления лифтовым двухскоростным асинхронным двигателем:

М – двухскоростной асинхронный электродвигатель; У – электромагнит механического тормоза типа МП201 с пружинным затормаживанием; Т и U – трансформатор и выпрямитель для питания катушек контакторов и реле постоянным током; Q1 и Q2 – автоматические выключатели для максимальной защиты электродвигателя, электромагнита и трансформатора; QS – выключатель; K1 и K2 – контакторы соответственно направления «Подъем» и «Спуск»; K3 – контактор включения обмотки большой скорости; K4 – контактор включения обмотки малой скорости; K5 – реле импульсов точной остановки; K6 – реле точной остановки; KT – реле времени; K7 – контакт датчика точной остановки; K8 – контакт реле направления «Подъем»; K9 – контакт реле направления «Спуск»; S1, S2 – контакты, контролирующие состояние дверей шахты и кабины; S3 – кнопка «Стоп»; S4 – контакт конечного выключателя

В описанном состоянии схема остается на протяжении времени пуска и установившегося движения до момента прохождения кабиной этажа переключателя заданного этажа, когда при срабатывании этого переключателя и соответствующего логического устройства замыкаются контакты направления «подъем» К8. Размыкание контактов К8 приводит к отключению катушки контактора К3 (контактор К1 удерживается во включенном состоянии замыкающим блок - контактором К1). Замыкающий блок - контакт контактора К3 мгновенно отключает катушку реле времени КТ, размыкающий блок - контакт включает катушку контактора К4, а главные контакты отключают от сети обмотку двигателя М. Реле времени КТ с выдержкой времени размыкает свои замыкающие блок - контакты в цепях реле К5 и контакторов К1 и К4. Эта выдержка рассчитывается так, чтобы контактор К4 замыкающий своим блок - контактом успел зашунтировать контакт реле времени в цепи своей катушки, а размыкающим контактом разорвал дополнительно цепь катушки контактора К3 и главными замыкающими контактами К4 включил трехфазную сеть обмотку малой скорости двигателя М. Двигатель, у которого включена обмотка малой скорости, сначала находится в режиме генераторного торможения. Затем на малой скорости в двигательном режиме двигатель дотягивает кабину до заданного этажа, контакт датчика точной остановки К7 размыкается и приводит к отключению поочередно реле импульсов точной остановки К5, реле точной остановки К6 и контакторов К4 и К1. Контактор К1 своими главными контактами отключает от сети двигатель М и электромагнит у тормоза, который стопорит электродвигатель и механизм подъема лифта.

Работа схемы электропривода в направлении «спуск» (после замыкания контакта реле направления «спуск» К9) происходит аналогично.

Лифтовый электропривод переменного тока с релейно-контакторным управлением имеет ряд крупных недостатков, снижающих его эффективность и препятствующих применению на лифтах со скоростью движения кабины более 1,5 м/с:

- 1) невозможность реализации оптимальных законов движения кабины, обуславливающая низкий уровень комфортного лифта и неполное использование его производительности в следствии дотягивания на малой скорости;
- 2) большие массы и размеры двухскоростных асинхронных двигателей, превышающие соответствующие показатели односкоростных двигателей в 2-3 раза и приводящие к значительному увеличению первоначальных затрат и эксплуатационных расходов на электропривод;

- 3) высокие потери энергии при пуске и торможении электропривода, обусловленные вынужденным увеличением момента инерции системы электропривода для ограничения ускорения при пуске и торможении;
- 4) низкая эксплуатационная надежность релейно-контакторной аппаратуры, приводящая к снижению общего уровня надежности лифта и удорожанию его эксплуатации;
- 5) увеличение неточности остановки кабины на этаже при возрастании номинальной скорости движения кабины.

В нерегулируемом электроприводе, каким является любой лифтовой электропривод переменного тока с релейно-контакторным управлением, полное устранение перечисленных недостатков невозможно. Поэтому возникает необходимость перехода к регулируемому электроприводе, который ликвидируя перечисленные недостатки, дает возможность решать новые задачи по улучшению технико-экономических показателей лифтов.

Регулируемый электропривод лифтов в зависимости от рода тока приводного двигателя бывает переменного тока с асинхронным электродвигателем и постоянного тока с двигателем постоянного тока. Регулируемый электропривод переменного тока с асинхронным двигателем называется тиристорным асинхронным электроприводом вследствие применения силовых управляемых вентилях (тиристоров). Такой привод в силу особенностей асинхронного двигателя выполняется только редукторным, т. е. двигатель и механизм подъема лифта связаны редуктором (как правило червячным). Это объясняется, в частности, тем, что тихоходный асинхронный двигатель имеет более сложную схему обмотки, низкие энергетические показатели, большие массу и размеры, значительно превосходящие те же параметры соответствующего двигателя постоянного тока.

Редукторный электропривод постоянного тока с двигателем независимого возбуждения применяется только на высокоскоростных лифтах со скоростью движения свыше 2 м/с и может быть редукторным и безредукторным.

Двигатели постоянного тока независимого возбуждения, используемые в электроприводах, имеют следующие особенности:

1. возможность регулирования частоты вращения в широком диапазоне за счет изменения величины и полярности напряжения якоря;
2. линейность электромеханических характеристик;
3. одинаковая кратность момента и тока якоря во всем диапазоне регулирования частоты вращения;
4. высокие динамические показатели при регулировании;
5. значительно большая стоимость по сравнению с асинхронным двигателем с короткозамкнутым ротором (при равных мощностях и частоте вращения);

6. необходимость периодического ухода за коллектором и щеточным аппаратом;
7. более высокие электрические показатели по сравнению с асинхронными лифтовыми электродвигателями.

Различают электроприводы: регулируемый постоянного тока с электромагнитным преобразователем; системы генератор-двигатель (Г-Д) с полупроводниковым управляемым преобразователем; системы тиристорный преобразователь-двигатель (ТП-Д).

Преимуществами электропривода ТП-Д по сравнению с электроприводом Г-Д являются высокий КПД в результате использования статического полупроводникового преобразователя, более высокие быстродействие и надежность, меньшие эксплуатационные расходы и так далее. Вместе с тем применение тиристорного электропривода приводит к усложнению схемы управления, уменьшению коэффициента мощности, появлению радиопомех, воздействию высших гармоник напряжения и тока на питающую сеть.

Использование регулируемого электропривода постоянного тока (особенно безредукторного) в лифтах массового применения нецелесообразно из-за его высокой стоимости (двигатель постоянного тока в несколько раз дороже соответствующего асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором).

Применение дешевого и широко распространенного асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в регулируемом тиристорном асинхронном электроприводе лифтов обуславливает его высокие технико-экономические показатели.

К регулируемому тиристорному электроприводу лифтов массового применения при скорости движения кабины не более 2 м/с кроме требований обеспечения заданной производительности, необходимой надежности и минимума расходов предъявляют следующие требования:

- 1) обеспечение оптимального движения кабины лифта при ускорениях не более  $1,5 \text{ м/с}^2$  и рывках скорости не более  $10/\text{с}^3$ ;
- 2) точность остановки кабины на уровне этажной площадки должна быть в пределах  $\pm 30 \text{ мм}$ ;
- 3) лифтовый подъемный двигатель должен допускать без опасного перегрева расчетное число включений в час; в случае асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором его механические характеристики должны обеспечивать формирование оптимальных диаграмм движения кабины, а сам двигатель должен иметь удельный момент инерции ротора не более  $4 \cdot 10^{-3} \text{ кг} \cdot \text{м}^2/\text{Н} \cdot \text{м}$ ;
- 4) обеспечение устойчивой пониженной скорости движения кабины (в 3-6 раз меньшей его номинального значения) для выполнения ревизии шахты; в случае асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором в

процессе ревизии двигатель не должен перегреваться сверх допустимой температуры.

Перечисленным требованиям удовлетворяют регулируемые электроприводы постоянного и переменного тока, в том числе и тиристорным управлением [4] Для высокоскоростных лифтов применяют тиристорный безредукторный электропривод постоянного тока.

При разработке тиристорного электропривода переменного тока в соответствии с перечисленными требованиями следует учитывать функциональную пригодность, надежность и экологическую целесообразность. Из проведенных исследований установлено, что необходимые показатели надежности электропривода могут быть получены при применении полупроводниковой аппаратуры управления и асинхронного электродвигателя с короткозамкнутым ротором и с изоляцией класса F. Основным коммутирующим и регулирующим аппаратом в электроприводе является трехфазный реверсивный тиристорный регулятор напряжения. Устройства управления комплектуются из аналоговых и дискретных интегральных микросхем, оптронных тиристоров, транзисторов, резисторов, конденсаторов и других элементов. Менее надежную контактную аппаратуру (реле, контакторы и т.д.) применяют, когда неизбежно в целях безопасности или не снижает заданного уровня надежности.

При выборе способов управления лифтовым асинхронным двигателем следует учитывать два основных режима работы лифта:

1. нормальный, когда электропривод обеспечивает реализацию оптимальных диаграмм движения при номинальной скорости в интервале установившегося движения;
2. режим ревизии шахты, когда в интервале установившегося движения электропривод имеет скорость в 3-6 раз меньше номинальной; при этом диаграммы движения кабины необязательно должны быть оптимальными.

Наиболее простым способом воздействия на электромеханические характеристики асинхронного двигателя является изменение величины питающего напряжения. Этот одинаково эффективен как в двигательном режиме, так и в режиме противовключения и динамического торможения. В последнем случае вместо регулируемого трехфазного источника напряжения используют регулируемый источник тока. Среди тиристорных и тиристорно-диодных схем регулируемых трехфазных источников тока или преобразователей напряжения наибольшее применение нашла схема, силовая часть которой приведена на рисунке 13. Она предусматривает реверсирование и торможение противовключением. Кроме того, по этой схеме при соответствующем алгоритме управления вентилями асинхронный двига-

тель может работать на пониженной частоте, а также в режиме динамического торможения. Схема, силовая часть которой представлена на рисунке 14, предназначена для электроприводов скоростного лифта грузоподъемностью 1000 кг и скоростью движения 2 м/с для зданий высотой 20-40 этажей.

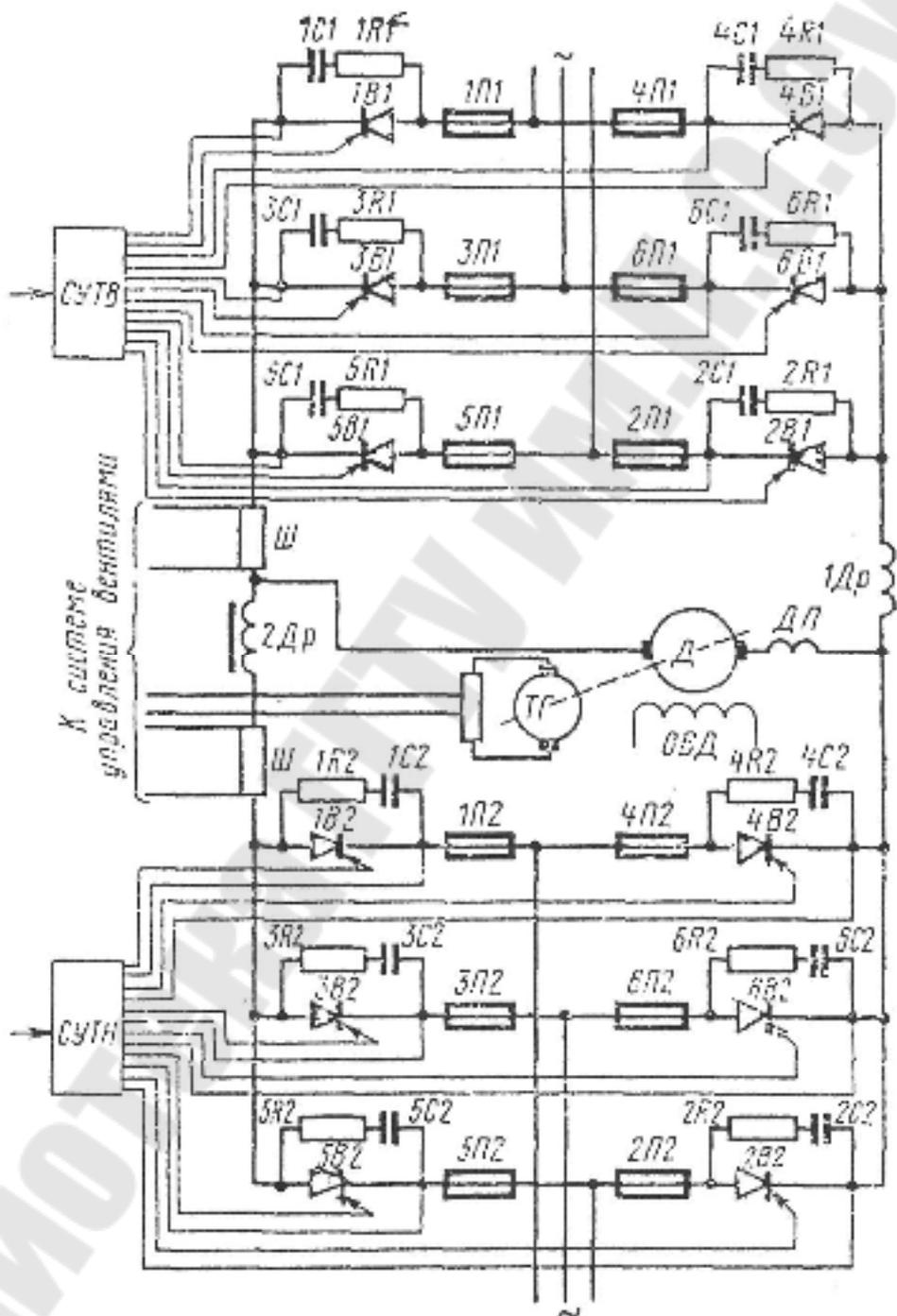


Рис. 13. Схема включения главных цепей тиристорного преобразователя для привода скоростного лифта

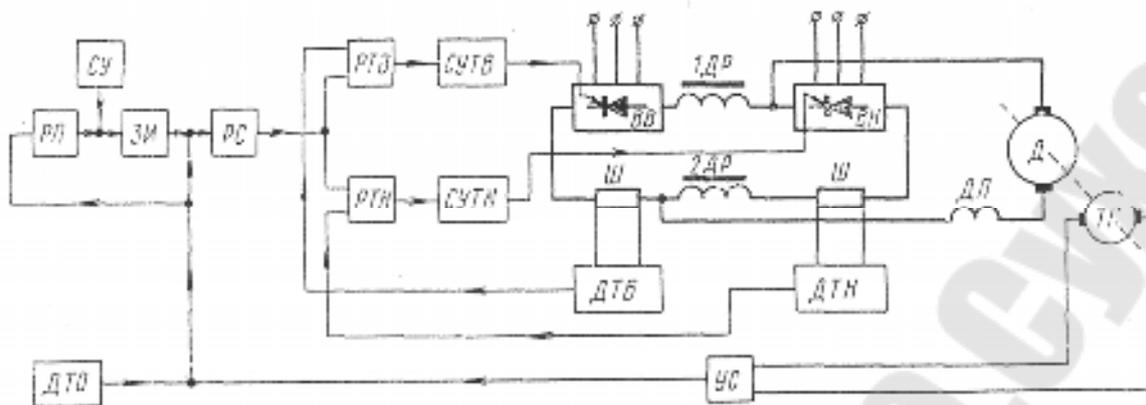


Рис.14. Блок-схема системы управления скоростным лифтом с тиристорным преобразователем

Якорь двигателя Д получает питание от реверсивного преобразователя, вентиляные группы которого 1В1-6В1, 1В2-6В2 включены по встречно-параллельной мостовой схеме. В каждое плечо моста включен тиристор с RC цепочкой для защиты от коммутационных перенапряжений. Статический преобразователь получает питание от трехфазного трансформатора. Для защиты от междуфазных замыканий в каждое плечо включены быстродействующие предохранители 1П1-6П1 и 1П2-6П2. Ограничение уравнительного тока достигается включением уравнительных дросселей 1ДР и 2ДР.

Управление электроприводом скоростного лифта производится системой, блок-схема которой приведена на рисунке 14. Система управления тиристорным преобразователем для движения лифта вверх СУТВ и вниз СУТН состоит из блоков питания, синхронизации и блокинг-генераторов.

Блок синхронизации включает в себя источник пилообразного напряжения, фильтр и узел переключений, необходимый для первоначальной фазировки. Пилообразный сигнал получается суммированием несущей синусоиды и двух полусинусоид, сдвинутых относительно основной на 60 электрических градусов. Пилообразное напряжение подается на каждый из шести блокинг-генераторов, формирующих импульсы и выдающих два узких пика, сдвинутых таюке на 60 электрических градусов. В схеме используется вертикальный принцип управления. Импульс на управляющий электрод соответствующего тиристора выдается в момент сравнения уровня управляющего сигнала и опорного напряжения пилообразной формы.

В схему управления электроприводом лифта заложен принцип последовательной коррекции с подчиненным регулированием параметров, при котором на вход каждого регулятора подается сигнал заданной и обрабатываемой величины. При этом предыдущий регулятор вырабатывает за-

дание для последующего, и число регуляторов равно количеству регулируемых параметров.

Фактическая величина скорости и тока якоря двигателя сравнивается с заданными; усиленная разность подается на каждую группу тиристорных выпрямителей ВВ или ВН.

Работа схемы скоростного лифта определяется подачей сигналов различной полярности и уровня из схемы управления СУ на задатчик интенсивности ЗИ. Уровень и полярность сигнала зависят от заданного режима работы подъемника: разгон до номинальной скорости или замедления, обеспечение скорости ревизии или точной остановки.

Напряжение на выходе задатчика интенсивности ЗИ нарастает по линейному закону при изменении уровня сигнала на входе. Темп нарастания не зависит от уровня входного сигнала.

Регулирование скорости двигателя производится регулятором скорости РС. На его входе сравниваются сигналы от заданной ЭДС с задатчика интенсивности ЗИ и ЭДС, пропорциональная скорости двигателя, получаемая от тахогенератора ТГ через усилитель УС. В качестве регулятора скорости используется усилитель постоянного тока с пропорциональной характеристикой. Сигнал с регулятора скорости приходя вверх поступает на регулятор тока РТВ, при ходе вниз - на регулятор РТН. Оба регулятора представляют собой усилители постоянного тока с интегрально-пропорциональной зависимостью. На регуляторы РТВ и РТН подается также обратная связь по току от соответствующей группы вентилей ДТВ или ДТН.

С выхода регуляторов тока сигнал поступает на схему управления тиристорами с темпом, определенным задатчиком интенсивности. В системе имеется отсечка по току, воздействующая на регулятор скорости РС.

Для точной остановки лифта система регулирования скорости переключается на систему регулирования по положению кабины от датчиков точной остановки. Сигнал с датчиков поступает на регулятор положения РП и при совпадении уровней пола кабины и этажной площадки он равен нулю. Для упрощения блок-схемы на рисунке 14 не показаны контуры уравнивающих токов и ограничения тока.

В отечественных лифтах электропривод является нерегулируемым, поэтому для ограничения ускорения при пуске, обеспечения заданного числа пусков в час, получение повышенного начального пускового момента и ограничения уровня шума лифтовые асинхронные двигатели должны:

1. иметь повышенный момент инерции ротора, превышающий момент инерции ротора асинхронных двигателей нормального исполнения в 3-4 раза;
2. иметь повышенное номинальное скольжение (5-12%);

3. обеспечивать кратность пускового тока 3,5-6,5 и кратность пускового момента 1,8-2,5;
4. изготавливаться в малошумном исполнении.

#### **IV. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность производства работ на лифтах.**

Перед началом проведения работ на лифте необходимо предупредить лифтера, лифтера-обходчика, диспетчера об остановке лифта на технический ремонт (осмотр) и сделать запись в их журнале; вывести на всех дверях шахты лифта с распашными дверями, через которые производится посадка пассажиров или загрузка кабины, плакаты «Лифт остановлен на техосмотр (ремонт)» с указанием сроков начала и окончания работ на табличке основного посадочного этажа [5]. У лифтов, оборудованных автоматическими дверями, предотвратить открывание дверей при остановке кабины на этажных площадках (отключить электроприводы дверей); убедиться, что в отсутствие кабины на этажах двери шахты лифта не открываются; проверить исправность ограждения шахты. При обнаружении неисправностей указанного оборудования электромеханик должен принять срочные меры по их устранению.

Перед началом выполнения работ кабину лифта, остановленного на техосмотр (ремонт), необходимо установить между этажами для предотвращения возможности входа в нее пассажиров. Для этого перед началом выполнения работ в машинном помещении необходимо выполнить общие требования; отключить вводный рубильник, проверить отсутствие напряжения на всех предохранителях цепи управления лифтом; убедиться, что людей в кабине нет, и двери шахты закрыты, переключить электросхему лифта в режим управления из машинного помещения и отключить вызывные аппараты, включить вводной рубильник; при наличии магнитной отводки убедиться, что ее шток втянут; посредством аппаратов цепи управления произвести перемещение кабины и поставить ее между этажами. Отключение вводного рубильника и проверки отсутствия напряжения не требуется, если переключение электросхемы лифта в режиме управления из машинного помещения осуществляется пакетными или другими выключателями с изолирующими ручками. При наличии щелевого главного рубильника (с центральной рукояткой) необходимо отключить автоматический выключатель, а затем главный рубильник. Для лифтов с раздвижными дверями перед отключением вводного рубильника необходимо убедиться в отсутствии людей в кабине.

При работе в блочном помещении необходимо остановить движущуюся без пассажиров кабину между этажами разъединением

штепсельного разъема (выключателя) в цепи управления лифтом или рубильника в блочном помещении. После снятия я напряжения с ремонтируемого участка лифтового электрооборудования на нем должно быть проверено отсутствие напряжения при помощи указателя напряжения, исправность которого проверяется на токоведущих частях, где есть полная уверенность в наличии напряжения. Такая проверка, а также проверка отсутствия напряжения на токоведущих частях должны производиться с применением диэлектрических перчаток. Все измерительные работы на лифтах должны производиться в соответствии с требованиями ПТЭ и ГТТБ.

Работу на лифте с ловителями мгновенного действия (клиновыми), связанную с ослаблением тяговых канатов (освобождением от нагрузки редуктора без снятия канатов с канатоведущего шкива), необходимо выполнять после установки противовеса на подставки, а кабины - на ловители. При этом необходимо открыть распашную дверь шахты нижнего крайнего этажа и отправить помощника в кабине лифта на предпоследний этаж (на лифтах с раздвижными дверями эта работа должна производиться при закрытой двери шахты нижнего крайнего этажа с последующим ее открытием после останова кабины на предпоследнем этаже); обеспечить охрану открытого проема двери шахты; отключить, если имеется, выключатель приямка и убедиться, что после этого отключения лифт бездействует; надежно зафиксировать створки раздвижной двери шахты в отключенном положении планкой 600 мм; поставить под противовес и прикрепить к его направляющим подставки, привязав каждую не менее чем в двух местах; отключить вводной рубильник; при обесточенном лифте опустить противовес на подставки перемещением его вниз при помощи штурвала вручную (перемещение может производить проинструктированный помощник в отсутствие электромеханика в приемке); установить струбцину на канатоведущий шкив в месте сбегания с него кабиной ветви канатов и зажать их; ослабить противовесную ветвь канатов поднятием кабины при помощи штурвала; воздействием на подвижный упор застопорить диск ограничителя скорости и перемещением вниз, посадить кабину на ловители, обеспечив при этом видимое ослабление противовесной и кабиной ветвей канатов; проверить состояние подставок после посадки кабины на ловители.

При наличии перекосов, трещин и других дефектов, выявленных визуально, установку подставок повторяют, а негодные подставки заменяют, закрывают дверь шахты и проверяют, чтобы при отсутствии кабины она не открывалась. Дверь глухой шахты должна остаться приоткрытой и запертой на замок или надежно закрепленной к притворному стояку проволокой диаметром 4-6 мм. Для этого в притворном стояке колоды и притворном уголке двери шахты должны быть

просверлены отверстия соответствующего диаметра. Подставки под противовес должны быть изготовлены из сухого круглого или прямоугольного сечения дерева не ниже второго сорта. Размеры подставок: диаметр или меньшая сторона прямоугольного сечения в пределах 100-120 мм; длина подставок 1000-1500 мм. Допускается применять также стальные подставки, при этом сечение их должно быть определено расчетным путем. Ограждения проема открытой двери шахты необходимо выполнять инвентарными щитами, такое ограждение не должно сниматься без помощи инструмента. Кабину лифта с ловителем скользящего действия при работах, связанных со снятием нагрузки с редуктора, подвешивают на двух канатах диаметром не менее 8 мм каждый. При этом должно быть соблюдено равномерное напряжение обоих канатов. Страховку кабин лифтов более 500 кг необходимо производить стальными канатами, диаметр которых должен быть определен расчетным путем. При ютом коэффициент запаса прочности должен быть не менее 6.

Работу на лифте с ловителями мгновенного действия (клиновыми), связанную со снятием канатов с канатоведущего шкива или блоков, необходимо выполнять после страхования кабины стальными канатами, установки противовеса на подставки, а кабины на ловители. Для этого необходимо при открытой распашной (закрытой раздвижной) двери шахты верхнего крайнего этажа установить кабину так, чтобы ее крыша была на уровне этажной площадки; подать из машинного (блочного) помещения через отверстие для прохода кабиной ветви канатов оба конца страховочного каната на кабину. При этом в качестве опоры для подвески можно использовать подлебедочные балки или балки на которых установлены блоки в блочном помещении; при отсутствии таких балок страховес кабины осуществляется под руководством прораба (мастера). Пропускают один конец страховочного каната под середину верхних балок каркаса кабины, скрепляют его с другими концом не менее, чем двумя зажимами зажимами; аналогично застраховывают кабину (в зависимости от грузоподъемности) стальными канатами. Выйдя из шахты, закрывают за собой дверь и проверяют, чтобы в отсутствие кабины она не открывалась; снимают нагрузку с редуктора; ослабляют крепления концов страховочных канатов и после натяжения вновь скрепляют; снимают струбцину и канаты с канатоведущего шкива.

Перед тем, как поставить под нагрузку редуктор, необходимо: при обесточенном лифте вручную при помощи штурвала снять кабину с ловителем и опустить ее до натяжения тяговых канатов; поднять противовес; снять струбцину; открыть дверь шахты крайнего нижнего этажа, снять подставки и убрать их из приямка, предварительно обеспечив охрану про-

ема двери шахты; закрыть дверь шахты и проверить невозможность ее открытия в отсутствии кабины (снять ограждение, установить кабину на этаже и закрыть дверь глухой шахты). При выполнении этих работ электромеханику запрещается руками поправлять канаты в ручьях вращающегося канатоведущего шкива или блока. Электрооборудование лифта ремонтируют по распоряжению или в порядке текущей эксплуатации (без распоряжения) не менее чем два лица. Единоличный ремонт запрещен. По распоряжению выполняются работы, связанные с ремонтом вводного рубильника. Перечень работ на лифтах, выполняемых в порядке текущей эксплуатации, должен быть согласован с технической инспекцией комитета профсоюзов и утвержден главным инженером предприятия, обслуживающего лифты.

### Устройства безопасности

Таблица 7

### Механические устройства

Наименование и характеристики		Кабина	противовес
Ловители	Тип. Обозначение	плавного торможения 0411Б.03.02.060	нет
	Приводятся в действие	от ограничителя скорости	нет
Ограничитель скорости	Тип. Обозначение	центробежный. 0411.30.00.180	нет
	Скорость движения кабины (противовеса), при которой срабатывает ограничитель скорости, м/с: максимальная минимальная	1,5 1,15	нет
Буфер	Тип	энергонакопительные	
	Высота в свободном состоянии, мм.	367	359
	Количество, шт.	2	2

## Электрические устройства безопасности

Контроля перехода кабиной уровня крайней нижней этажной площадки	есть
крайней верхней этажной площадки	есть
Контроля закрытия двери шахты	есть
Контроля натяжения ремней	нет
Контроля запираания автоматического замка	есть
Контроля закрытия створки двери шахты, не оборудованной замком	нет
Контроля закрытия аварийной двери шахты	нет
Контроля закрытия двери для обслуживания в шахте	нет
Контроля закрытия смотрового люка в шахте	нет
Контроля закрытия двери кабины	есть
Контроля запираания замка аварийной двери или люка кабины	нет
Контроля срабатывания ограничителя скорости кабины	есть
Контроля возврата ограничителя скорости кабины в исходное положение	нет
Для остановки лифта: выключатель (кнопка «Стоп») в приямке	есть
кнопка «Стоп» в машинном помещении (в устройстве УЛ)	есть
кнопка «Стоп» в кнопочном посту ревизии	есть
Контроля срабатывания ловителей	есть
Контроля обрыва или относительного перемещения тяговых элементов	есть
Контроля обрыва или вытяжки каната ограничителя скорости	есть
Контроля напряжения уравнивающих канатов	нет
Контроля срабатывания устройства, ограничивающего под- скок натяжного устройства уравнивающих канатов	нет
Контроля положения съемного устройства для ручного пере- мещения кабины (положения съемного штурвала)	нет
Контроля возвращения в исходное положение буфера энерго- рассеивающего типа	нет
Отключение цепей управления из шахты	нет
Отключение цепей управления из блочного помещения	нет
Контроля положения площадки обслуживания	нет
Контроля положения блокировочного устройства	нет

## Литература

1. Белов М.П. и др. Автоматизированный электропривод типовых производственных механизмов и технологических комплексов. М.: «Академия», 2004.
2. Штремель Г.Х. Грузоподъемные машины. М.: «Высшая школа », 1980.
3. Паспорта пассажирских лифтов, выпускаемых Могилевским заводом «Лифтмаш». Г. Могилев, 2009.
4. Под редакцией Чутчикова П.И. Пассажирские лифты. М.: «Машиностроение », 1978.
5. Ермишкин В.Г. и др. Наладка лифтов. М.: «Стройиздат», 1990.

## Содержание

Введение.....	3
I. Кинематические схемы лифтов.....	4
II. Конструктивные узлы лифтов.....	19
1. Шахта лифта и ее конструктивные элементы.....	19
2. Подвешенные узлы и устройства, связанные с ними.....	21
3. Подъемный механизм.....	36
III. Электрическая часть лифтов.....	40
1. Общие положения.....	40
2. Требования, предъявляемые к электроприводу.....	42
3. Электроаппаратура управления.....	44
4. Электропривод.....	50
5. Электрические схемы лифтов.....	58
IV. Технические мероприятия, обеспечивающие безопасность производства работ на лифтах.....	67
Литература.....	72
Содержание.....	73

**Хабибуллин Дамир Абдулхаевич**

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПАССАЖИРСКИХ ЛИФТОВ**

**Методические указания  
к курсовому проектированию по дисциплине  
«Автоматизированный электропривод типовых  
производственных и транспортных механизмов»  
для студентов специальности 1-53 01 05  
«Автоматизированные электроприводы»  
дневной и заочной форм обучения**

Подписано к размещению в электронную библиотеку  
ГГТУ им. П. О. Сухого в качестве электронного  
учебно-методического документа 24.02.12

Рег. № 67Е.

E-mail: [ic@gstu.by](mailto:ic@gstu.by)

<http://www.gstu.by>