

**Белорусский национальный технический университет**  
**Факультет транспортных коммуникаций**  
**Кафедра «Механизация и автоматизация дорожно-строительного**  
**комплекса»**

Электронный учебно-методический комплекс  
по учебной дисциплине  
**Лифты и подъемники**  
для специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные,  
дорожные машины и оборудование (по направлениям)»

Составители: И.М. Черепанов, старший преподаватель кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса».

А.Л. Дашко, старший преподаватель кафедры «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса».

### **ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА (ВВЕДЕНИЕ)**

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) по дисциплине «Лифты и подъемники» предназначен для студентов специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (по направлениям)». В ЭУМК рассматриваются теоретические основы эксплуатации и обслуживания лифтов и подъемников.

При написании электронного учебно-методического комплекса использованы материалы, изложенные в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, технических нормативно-правовых актов, научных статьях, материалах научно-практических конференций. Настоящий электронный учебно-методический комплекс отражает опыт преподавания данной дисциплины, накопленный на кафедре «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса» БНТУ.

#### **Цели ЭУМК**

Целью ЭУМК является формирование у студентов знаний, умений и профессиональных навыков по основным принципам и методам организации производства в соответствии с «Правилами по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников» при эксплуатации и обслуживании лифтового хозяйства и подъемного оборудования. Задачей изучения дисциплины является подготовка специалиста знающего требования к деталям электрического и механического оборудования лифтов и подъемников.

#### **Особенности структурирования и подачи учебного материала**

ЭУМК включает теоретический раздел, практический раздел (перечень лабораторных работ и тем практических занятий) раздел контроля знаний и вспомогательный раздел. Для выполнения курсового проекта в практическом разделе приведены темы курсовых проектов. Раздел контроля знаний включает вопросы для подготовки к сдаче экзамена. Во вспомогательный раздел входит перечень основных и вспомогательных литературных источников.

#### **Рекомендации по организации работы с ЭУМК**

Электронный документ открывается в среде Windows на IBM PC - совместимом персональном компьютере стандартной конфигурации.

## СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ.....	8
1.1 УЧЕБНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАМА.....	8
1.2 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ.....	10
ТЕМА 1 КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИФТОВ, ПО НАЗНАЧЕНИЮ, ПАРАМЕТРЫ, КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДОВ.....	10
Глава 1 Общие сведения о лифтах.....	10
1. Классификация лифтов.....	10
2. Кинематические схемы лифтов и компоновка элементов в шахтах.....	12
3. Характеристика лифтов.....	14
Глава 2 Подъемные механизмы лифтов.....	19
4. Общая компоновка лебедки.....	19
5. Канатоведущие органы, контршківы и отклоняющие блоки.....	21
6. Редукторы лебедок.....	27
7. Тормоза.....	34
8. Муфты и струбцины.....	38
ТЕМА 2 УСТРОЙСТВО ЛИФТОВОГО ХОЗЯЙСТВА. ШАХТЫ ЛИФТОВ. КАБИН. ДВЕРИ ШАХТЫ И КАБИН ЛИФТОВ.....	41
Глава 3. Шахты, машинные помещения, направляющие.....	41
9. Шахты.....	41
10. Машинное помещение.....	43
11. Направляющие.....	44
Глава 4. Кабины.....	49
12. Общая компоновка элементов кабины.....	49
13. Устройство контроля загрузки кабины.....	53
14. Подвески и противовеса.....	55
15. Направляющие башмаки кабин и противовеса.....	61
16. Смазывающие аппараты.....	64
Глава 5. Двери шахт и кабин.....	67
17. Основные типы дверей.....	67
18. Симметричные двери кабины и шахты.....	71
19. Несимметричные двери кабины и шахты.....	79
Глава 6. Канаты и уравновешивающие устройства.....	84
20. Конструкции канатов и их браковка.....	84
21. Противовесы.....	91

22. Уравновешивающие канаты .....	94
23. Назначение ловителей и ограничителей скорости .....	96
24. Ловители жёсткого действия .....	98
25. Ловители плавного торможения.....	100
Глава 7. Ограничители скорости и буфера .....	102
26. Ограничитель скорости .....	102
27. Буфера и упоры .....	107
<b>ТЕМА 3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛИФТОВОМУ ХОЗЯЙСТВУ, СОГЛАСНО «ПРАВИЛАМ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИФТОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОПАССАЖИРСКИХ ПОДЪЕМНИКОВ».....</b>	<b>116</b>
Глава 3.1 Общие требования к машинному помещению, согласно «Правил».....	116
Глава 3.2 Общие требования к шахте лифта, согласно «Правил».....	116
Глава 3.3 Общие требования к приямку, согласно «Правил».....	117
Глава 3.4 Общие требования к электрооборудованию лифтового хозяйства, согласно «Правил».....	117
<b>Тема 4 НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИФТОВ, СОГЛАСНО «ПРАВИЛ» .....</b>	<b>119</b>
Глава 4.1 Правила по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников .....	119
Глава 4.2 Безопасность лифтов ТР ТС 011/2011 .....	119
Глава 4.3 Правила устройства электроустановок.....	120
<b>Тема 5 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ УЗЛАМ ЛИФТОВОГО ХОЗЯЙСТВА, СОГЛАСНО «ПРАВИЛ».....</b>	<b>121</b>
Глава 5.1 Общие требования к ловителям, ограничителям скорости и буферам .....	121
Глава 5.2 Общие требования к канатам и уравновешивающим устройствам .....	123
Глава 5.3 Общие требования к направляющим, башмакам кабин и противовеса .....	123
<b>ТЕМА 6. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЪЕМНИКОВ И ЭСКАЛАТОРОВ ПО ИХ НАЗНАЧЕНИЮ .....</b>	<b>125</b>
Глава 6.1 Общие сведения о скиповых подъемниках и эскалаторах .....	125
1. Общие сведения о скиповых подъемниках .....	125
2. Скипы и направляющие .....	127
3. Механизмы подъема скиповых подъемников.....	133
4. Загрузочные устройства и система управления.....	136
5. Общие сведения о эскалаторах.....	138
6. Разделение на зоны эскалатора. Установка на объектах .....	141
Глава 6.2 Общие сведения и область применения стоечных и строительных подъемников .....	143

ТЕМА 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЪЕМНИКОВ И ЭСКАЛАТОРОВ СОГЛАСНО «ПРАВИЛ» .....	149
Глава 7.1 Правила по охране труда при эксплуатации подъемников, автовышек и эскалаторов.....	149
1. Организация безопасной эксплуатации подъемников .....	149
2. Установка подъемников .....	151
3. Техническое освидетельствование.....	153
4. Производство работ .....	156
5. Эксплуатация эскалаторов согласно «Правил» .....	161
Глава 7.2 Правила устройства и безопасной эксплуатации подъемников и эскалаторов ...	170
Глава 7.3 Межотраслевые правила по охране труда и эксплуатация строительных подъемников.....	179
II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ .....	186
2.1 Темы практических занятий .....	186
2.2 Темы лабораторных занятий .....	186
2.3 Темы курсовых проектов (работ).....	186
Лабораторная работа №1 .....	188
Лабораторная работа №2 .....	202
Лабораторная работа №3 .....	209
Лабораторная работа №4 .....	217
Лабораторная работа №5 .....	221
Лабораторная работа №6 .....	229
Лабораторная работа №7 .....	234
Лабораторная работа №8 .....	251
Лабораторная работа №9 .....	265
Лабораторная работа №10 .....	276
Лабораторная работа №11 .....	293
Лабораторная работа №12 .....	309
III КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ .....	318
3.1 Вопросы для самоконтроля .....	318
IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ (ЛИТЕРАТУРА) .....	320
4.1 Основная литература.....	320
4.2 Дополнительная литература.....	320

## ВВЕДЕНИЕ

Электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Лифты и подъемники» предназначен для студентов 4 курса (8 семестр) специальности 1-36 11 01 «Подъемно-транспортные, строительные, дорожные машины и оборудование (по направлениям)». В ЭУМК рассматриваются теоретические основы эксплуатации и обслуживания лифтов и подъемников.

Объем изучаемой дисциплины для специализации 1-36 11 01 06 в соответствии с учебным планом составляет всего 200 ч., в том числе аудиторных – 98 ч., из них лекций – 34 ч., лабораторные занятия – 45 ч. практические занятия – 16 ч. Форма текущей аттестации – экзамен, курсовой проект.

Объем изучаемой дисциплины для специализации 1-36 11 01 01 в соответствии с учебным планом составляет всего 200 ч., в том числе аудиторных – 116 ч., из них лекций – 52 ч., лабораторные занятия – 48 ч. практические занятия – 16 ч. Форма текущей аттестации – зачет, курсовой проект.

Электронный учебно-методический комплекс состоит из взаимосвязанных основных методических материалов: конспекта лекций, рабочей программы, пояснений к основным разделам по разработке курсового проекта, вопросов для самоконтроля и подготовке к экзамену.

Целью изучения учебной дисциплины является формирование у студентов знаний теоретических положений и приобретения практических навыков по основным принципам и методам организации производства в соответствии с «Правилами по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников» при эксплуатации и обслуживании лифтового хозяйства и подъемного оборудования. Направленность и содержание учебной дисциплины определена характером будущей инженерной деятельности специалиста в сфере монтажных, проектно-конструкторских, научно-исследовательских, ремонтно-строительных и других эксплуатационных организациях.

При написании учебно-методического комплекса использованы материалы, изложенные в учебниках, учебных пособиях, методических указаниях, технических нормативно-правовых актов, научных статьях, материалах научно-практических конференций. Настоящий электронный учебно-методический комплекс отражает опыт преподавания данной дисциплины, накопленный на кафедре «Механизация и автоматизация дорожно-строительного комплекса» БНТУ.

# 1 ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ

## 1.1 УЧЕБНАЯ РАБОЧАЯ ПРОГРАМА

Целью изучения учебной дисциплины является формирование знаний, умения и навыков самостоятельно решать задачи при эксплуатации и обслуживании лифтового и подъёмного оборудования в соответствии с «Правилами по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников» и СНиП III-4-80 раздел «Техника безопасности в строительстве».

Основными задачами преподавания учебной дисциплины являются:

подготовка специалиста, знающего требования к узлам и деталям электрического и механического оборудования лифтов и подъёмников;

подготовка специалиста, отвечающего современным требованиям промышленности и народного хозяйства.

В результате изучения учебной дисциплины «Лифты и подъёмники» студент должен:

знать:

– конструкции лифтов и подъёмников, выпускаемых промышленными предприятиями;

– правила техники безопасности при эксплуатации лифтового хозяйства;

уметь:

– правильно выбрать лифтовое хозяйство в зависимости от условий эксплуатации;

– анализировать технологические процессы, влияющие на правильность выбора оборудования с целью повышения производительности при минимальных затратах;

владеть:

– основными правилами эксплуатации лифтового хозяйства;

– методами необходимого расчета при выборе той или иной конструкции.

Освоение данной учебной дисциплины обеспечивает формирование следующих компетенций:

АК-1. Уметь применять базовые научно-теоретические знания для решения теоретических и практических задач.

АК-2. Владеть системным и сравнительным анализом.

АК-3. Владеть исследовательскими навыками.

АК-4. Уметь работать самостоятельно.

АК-7. Иметь навыки, связанные с использованием технических устройств, управлением информацией и работой с компьютером.

АК-8. Обладать навыками устной и письменной коммуникации.

СЛК-5. Быть способным к критике и самокритике (критическое мышление).

СЛК-6. Уметь работать в коллективе.

СЛК-7. Самостоятельно приобретать и использовать в практической деятельности новые знания и умения, в том числе в новых областях знаний, непосредственно не связанных со сферой деятельности.

### Распределение часов по видам занятий

Название темы	Количество аудиторных часов				Форма контроля знаний
	Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Всего	
1	2	3	4	5	6
Тема 1 Классификация лифтов, по назначению, параметры, конструкции приводов	4/6		6	10/12	
Тема 2 Устройство лифтового хозяйства. Шахты лифтов. Кабин. Двери шахты и кабин лифтов	6/9		12	18/21	
Тема 3 Общие требования к лифтовому хозяйству, согласно «Правилам по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников»	3/5		6	9/11	
Тема 4 Нормативные документы используемые при эксплуатации лифтов, согласно «Правил»	9/14		6	15/20	
Тема 5 Общие требования к отдельным узлам лифтового хозяйства, согласно «Правил»	4/6		6	10/12	
Тема 6 Классификация подъемников и эскалаторов по их назначению	4/6		6	10/12	
Тема 7 Эксплуатация подъемников и эскалаторов, согласно «Правил»	4/6		6	10/12	
Курсовой проект		16		16	
Всего	34/52	16	48	98/116	



## 1.2 КОНСПЕКТ ЛЕКЦИЙ

### ТЕМА 1 КЛАССИФИКАЦИЯ ЛИФТОВ, ПО НАЗНАЧЕНИЮ, ПАРАМЕТРЫ, КОНСТРУКЦИИ ПРИВОДОВ

#### Глава 1 Общие сведения о лифтах

##### 1. Классификация лифтов

По назначению лифты разделяют на пассажирские, грузопассажирские, больничные и грузовые.

Пассажирские лифты служат для перевозки людей. В таких лифтах допускается перемещение грузов домашнего обихода при условии, если общая масса пассажиров с грузом не превышает грузоподъемности лифта.

В свою очередь, пассажирские лифты подразделяют на лифты для жилых, общественных зданий и зданий промышленных предприятий

Грузопассажирские лифты, предназначенные для транспортирования грузов и людей, отличаются от пассажирских качеством внутренней отделки кабины и комфортом.

Больничные лифты относятся к числу пассажирских, но вследствие специфических условий работы их параметры отличаются от параметров других пассажирских лифтов и поэтому выделены в особую группу.

Грузовые лифты используют для транспортирования материалов, оборудования.

Такие лифты, в свою очередь, подразделяют на следующие виды:

– грузовые, работающие с проводником, предназначенные для транспортирования груза и лиц, сопровождающих его, и поэтому отвечающие всем правилам безопасности, относящимся к пассажирским лифтам;

– грузовые, работающие без проводника, оборудованные только наружным управлением; перемещение людей в этих лифтах не допускается;

– малые грузовые грузоподъемностью до 160 кг включительно с площадью пола кабины до 0,9 м<sup>2</sup> и высотой кабины не более 1 м;

– с монорельсом — лифт, в кабине которого можно крепить подвесной путь (монорельс);

– выжимные с подъемными канатами, охватывающими кабину снизу и образующими двукратный полиспаст, где усилия со стороны подъемных канатов при подъеме кабины как бы выжимают ее вверх; такая система подвески кабины позволяет при необходимости освобождать пространство над шахтой от лифтового оборудования (лебедок, блоков, контрблоков).

По конструкции привода лифты разделяют на следующие группы.

Лифты с лебедками барабанного типа (рис. 2, а) характеризуются тем, что канаты, на которых подвешены кабина и противовес, отдельно жестко закреплены на барабане и при подъеме кабины ее канаты наматываются на барабан, а канаты противовеса сматываются. При опускании кабины канаты работают в обратном порядке.

Основные недостатки барабанных лебедок — значительные размеры барабанов по длине, возрастающие с увеличением высоты обслуживаемого лифтом здания, и существенно большая длина подъемных канатов. Поэтому такие лебедки применяют только на лифтах с малой высотой подъема кабины.

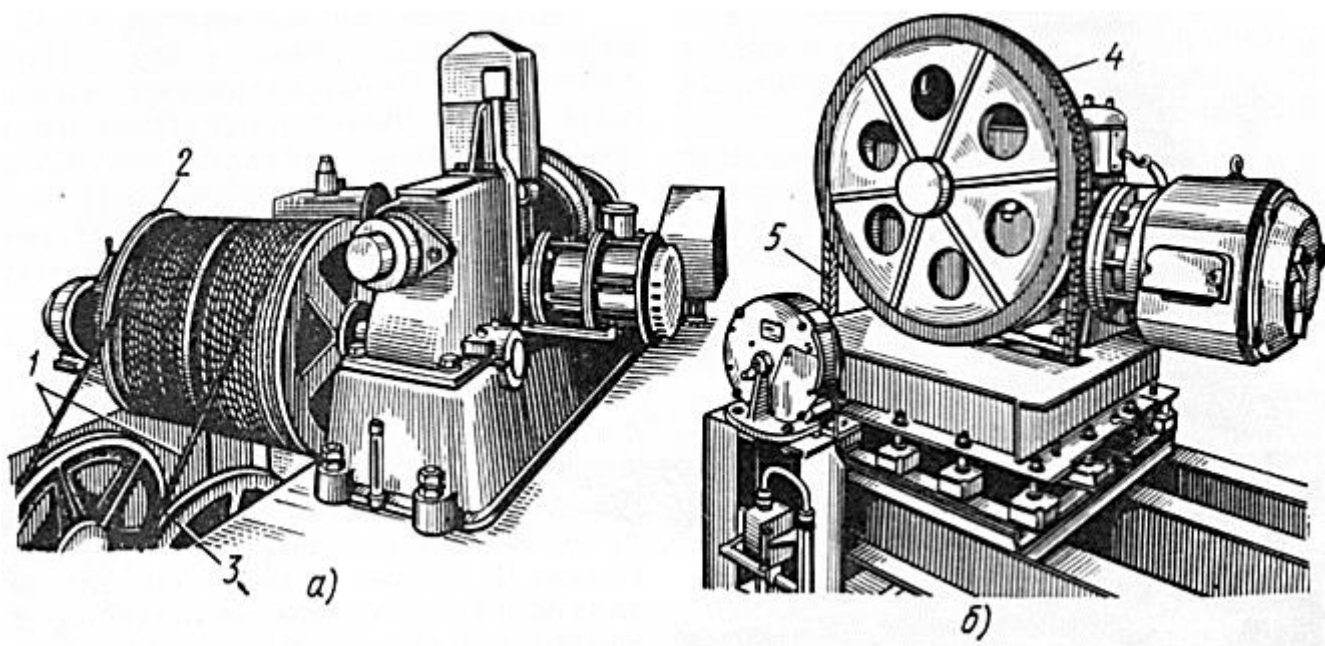


Рисунок 2 – Лебедки

а – барабанного типа, б – с канатоведущим шкивом; 1, 5 – канаты, 2 – барабан, 3 – отклоняющий блок, 4 – канатоведущий шкив

Лифты с лебедками, оборудованными канатоведущими шкивами (рис. 2, б), характеризуются отсутствием жесткого крепления канатов на ведущем органе лебедки — канатоведущем шкиве. Тяговое усилие в канатах, необходимое для подъема кабины и противовеса, создается силами трения между канатами и рабочими поверхностями канатоведущего шкива. Такая лебедка позволяет подвешивать кабину и противовес на нескольких канатах, существенно не усложняя ее конструкцию. Это особенно важно для лифтов повышенной грузоподъемности в многоэтажных зданиях. Высота обслуживаемого здания незначительно влияет на конструкции лебедок. Поэтому в лифтостроении предпочтение отдают лебедкам с канатоведущими шкивами.

По месту установки лебедок в здании различают лифты с нижним и верхним расположением привода.

Нижнее расположение привода позволяет устанавливать его на самостоятельный фундамент, что значительно снижает шум от привода, распространяемый по зданию. Ремонт привода более удобен, так как исключается подъем тяжелых деталей и механизмов на значительную высоту. Однако при таком расположении привода увеличивается длина канатов, существенно повышаются нагрузки на шахту лифта за счет усилий в тяговых канатах, усложняется строительная часть лифта, вызванная установкой отклоняющих блоков. Поэтому нижнее расположение привода применяют в тех случаях, когда машинное помещение нецелесообразно или невозможно расположить над шахтой.

Верхнее расположение привода позволяет упростить механическую часть лифта, уменьшить нагрузку на шахту, снизить число перегибов каната, а, следовательно, увеличить срок его службы, применять канаты, длина которых в 2...3 раза меньше длины канатов при нижнем расположении привода. Поэтому там, где позволяют условия, преимущество отдают лифтам с верхним расположением привода.

По скорости движения кабин лифты подразделяют в зависимости от назначения и высоты обслуживаемого здания. Скорость пассажирских лифтов — от 0,63 до 4 м/с, грузовых — от 0,18 до 0,5 м/с.

По условиям эксплуатации лифты подразделяют на работающие в нормальных или специфических условиях, например, при высоких или низких температурах, во взрывоопасной среде. К таким лифтам относятся также пожарные лифты, лифты химических предприятий.

## **2. Кинематические схемы лифтов и компоновка элементов в шахтах**

Реализуют только при небольших размерах кабины или значительном диаметре барабана. Так как в противном случае противовес 4 задевает за кабину. Чтобы избежать этого применяют схему на рисунке 3, г с отклоняющим блоком 2.

Лифты с канатоведущими шкивами не работают без противовеса, так как он натягивая канаты создаёт силу трения между канатами и ручьями канатоведущего шкива попутно уравновешивая массу кабины и частично её полезную нагрузку. Тем самым снижается потребляемая мощность привода во время эксплуатации лифта.

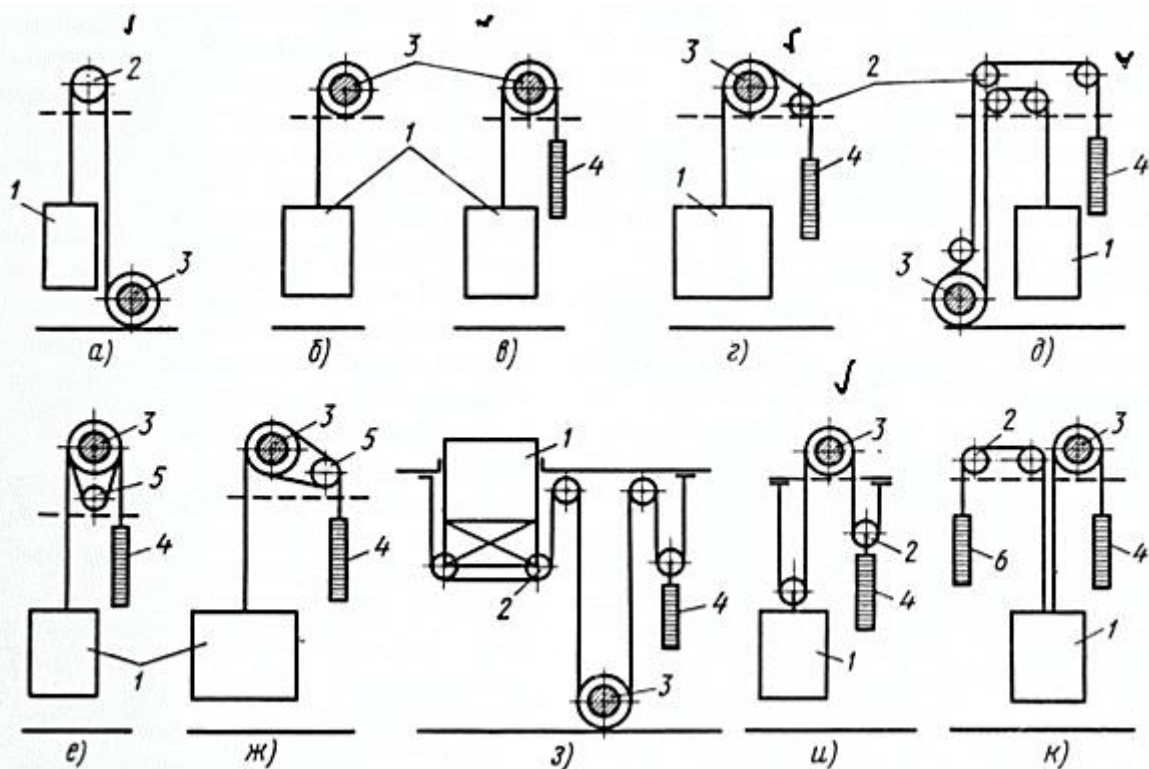


Рисунок 3 – Кинематические схемы лифтов

а – нижнее расположение барабанной лебедки, б – верхнее расположение барабанной лебедки, в, г, и, к – верхнее расположение лебедки с противовесом, д, з – нижнее расположение лебедки с противовесом, е, ж – верхнее расположение лебедки с канатоведущим шкивом и контршкивом; 1 – кабина, 2 – отклоняющий блок, 3 – лебедка, 4, 6 – противовесы, 5 – контршкив

Привод с канатоведущим шкивом может быть использован в схемах на рисунке 3 (в, г, д, е, ж, з, и, к).

Лебёдки с канатоведущими шкивами в некоторых условиях могут обладать недостаточно силой трения между канатами и ручьями шкива, что может привести к излишнему проскальзыванию по ним канатов. Одним из способов увеличения сил трения является включение в состав лебёдки контршкива 5 (см. пункт 5), который при необходимости принципиально может быть использован во всех лифтах с канатоведущим шкивом. В качестве примера на рисунке 3(е) изображена лебёдка с контршкивом, а при увеличенных габаритных размерах кабины в схему включен контршкив (рис 3.ж) выполняющий одновременно и функции отклоняющего блока.

На рисунке 3 (з, и) показаны схемы с полиспастной подвеской кабины и противовеса. Первую из них применяют на выжимных и тротуарных лифтах, а вторую - на пассажирских и грузовых лифтах повышенной грузоподъёмности для сокращения усилий в подъёмных канатах.

На схеме 3 (к) представлен лифт с дополнительным противовесом 6. Ещё применяют в тех случаях, когда необходимо несколько разгрузить канатоведущий

орган, что достигается путём передачи части весовой нагрузки кабины и полезные нагрузки на канаты дополнительного противовеса б.

Используют большое количество вариантов взаимного расположения элементов лифта по сечению шахт. Это расположение определяется главным образом направлением груза и пассажира потока в соответствии с ним размещают дверь лифта. Наиболее часто двери лифта располагают с одной стороны кабины и шахты по всем этажам обслуживаемого здания, а противовесы - сзади (рисунок 4, а, б) или сбоку (рисунок 4, в) кабины.

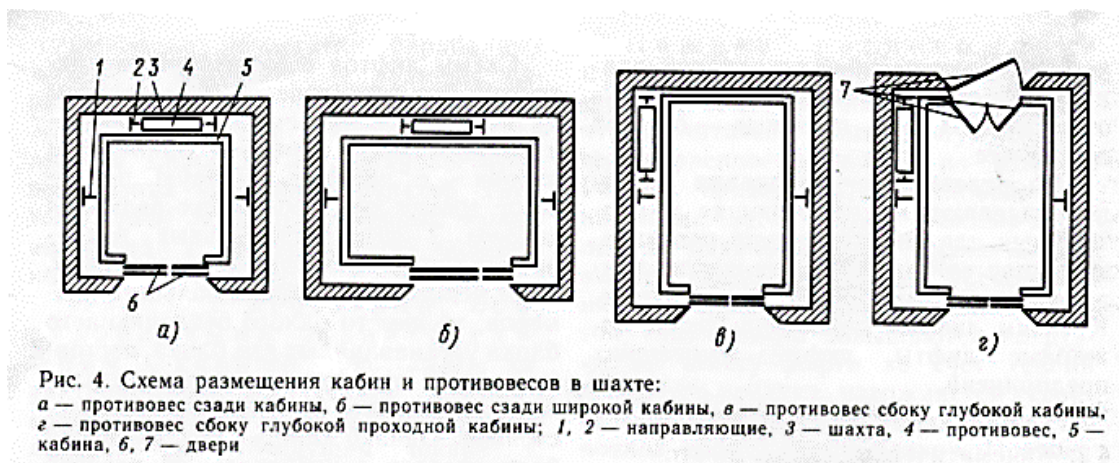


Рисунок 4 – Схема размещения кабин и противовесов в шахте

В тех случаях, когда двери лифта нельзя расположить на всех этажах с одной стороны шахты или, когда на этажных площадках целесообразно иметь два входа и выхода кабину делают проходной с двумя одинаковыми или различными по конструкции дверями (рисунок 4, г) - противовес сбоку.

В производственных зданиях, когда требуется создать пассажиропоток в лифте по двум взаимно перпендикулярным направлениям, это достигается тем, что двери расположены на двух соседних стенках кабины и соответственно шахты, направляющие кабины смонтированы на противоположных по диагонали углах шахты.

### 3. Характеристика лифтов

Под характеристикой лифта понимается комплекс его основных параметров.

Номинальной грузоподъемностью лифтов (в кг) называют массу поднимаемого груза, на которой рассчитан лифт. В грузоподъемность лифта не включают массу кабины с постоянно находящимся в ней оборудованием: рельсовыми путями тележек, монорельсами Ю таями. В грузоподъемность лифтов входит масса тары грузов (ящиков, бадей, ковшей), транспортных средств (тележек, вагонеток) и других устройств, постоянно не находящихся в кабине.

Грузоподъёмность лифтов для сокращения типоразмеров регламентируют ГОСТами и техническими условиями.

Номинальную грузоподъёмность пассажирского лифта определяют по принципу свободного заполнения исходя из полезной площади пола кабины по графикам, рекомендованным правилами. Площадь пола кабины, занимаемая одной и створок распашных дверей при открывании, в расчёт полезной площади не входит, так как створку двери нельзя закрыть, если на этом участке пола находится человек или груз. В лифтах грузоподъёмность 630кг, обслуживающих жилые здания, в кабинах предусматривают перегородки, чтобы уменьшить полезную площадь и, таким образом, не допустить перегрузку кабины. Для транспортирования крупногабаритной мебели эту перегородку временно снимают.

В таблице 1 приведены основные параметры пассажирских лифтах (ГОСТ 5746-83), работающих при переменном трёхфазном токе напряжения 220-380 вольт, а в таблице 2 - аналогичные параметры некоторых грузовых лифтов (ГОСТ 8823-85, 8824-84).

Таблица 1 – Основные параметры пассажирских лифтов

Вид здания	Грузоподъёмность, кг	Вместимость кабины (количество человек)	Номинальная скорость, м/с	Высота подъёма, м, не более	Количество остановок, не более
Жилые	400	5	0,63	70	10
			1,0	60	16
	630	8	1,6	85	25
			1,0	60	16
			1,6	85	25
Общественные здания и здания промышленных предприятий	400	5	0,63	70	10
			1,0	60	16
	630	8	1,0	45	10
			1,6	65	16
	800	10	1,0	45	10
			1,6	65	16
			2,5	100	25
	1000	12	1,0	45	10
			1,6	65	16
			2,5	100	25
4,0			150	25	
1250	15	1,0	45	10	
		1,6	65	16	
		2,5	100	25	
		4,0	150	25	
1600	20	2,5	100	25	
		4,0	150	25	
1600*	20	1,0	45	10	
		1,6	65	16	

\* Лифты для зданий лечебно-профилактических учреждений.

Применительно к неодинаковым условиям эксплуатации ГОСТами предусмотрены различные типоразмеры кабин для лифтов одной грузоподъёмности.

Грузоподъёмность больничного лифта в соответствии с (ГОСТ 5746-83) составляет 500кг со скоростью движения кабины 0,5м/с при площади пола кабины 1,5х2,5=3,75 м<sup>2</sup>. Это не соответствует графику для определения грузоподъёмности пассажирского лифта, так как в лифте предусмотрено транспортирование больного

на носилках или в тележке с тремя сопровождающими медицинскими работниками и проводником лифта, что требует существенного увеличения площади пола кабины. Без транспортных средств для больного в таком лифте можно перемещать шесть человек, включая проводника.

Скорость лифта означает скорость подъёма или опускания его кабины. Различают несколько скоростей.

Номинальной скоростью называется скорость, на которую рассчитан лифт. Ее принимают по техническому заданию на проектирование в соответствии с руководящими материалами по лифтостроению.

Диапазон номинальных скоростей современных лифтов массового применения от 0,18 до 4 м/с. Скорость свыше 4 м/с применяют крайне редко, так как быстрый подъем и опускание с большим перепадом по высоте неблагоприятно сказывается на самочувствии пассажиров, иногда вызывая болевые ощущения в слуховых органах. К тому же повышение скорости не всегда позволяет существенно увеличить производительность лифта. Лифты с высокими скоростями применяют в зданиях большой высоты, при этом для более эффективного использования этих лифтов нижние этажи (экспрессная, т.е. безостановочная, зона) не обслуживают. Для нижних этажей предусматривают более простые и дешёвые лифты с меньшими скоростями.

Рабочей скоростью называют фактическую скорость лифта в эксплуатационных условиях. Она изменяется в зависимости от напряжения в электросети, массы полезной нагрузки, сопротивления подвижных частей лифта. Так как у электродвигателей, лебедок и других элементов лифтов технические данные различные, то рабочие скорости одинаково нагруженных лифтов отличаются от номинальных.

Предельная скорость лифта - это наибольшая скорость, при которой обязательно должны срабатывать аварийные устройства (ловители). Диапазон скоростей, при которых срабатывают ловители, находится в пределах между скоростью, на 15% превышающей номинальную скорость лифта, и предельной скоростью, назначаемой в зависимости от номинальной скорости лифта.

Ревизионной скоростью называют скорость, при которой осматривают элементы лифта, расположенные внутри шахты с крыши кабины. Ревизионная скорость должна быть не более 0,36 м/с., однако для лифтов с номинальной скоростью в пределах 0,71 м/с и с приводом, не обеспечивающим пониженную скорость (0,36 м/с) допускается осуществлять ревизию на номинальной скорости, но только при движении вниз.

Остановочной скоростью лифта называется скорость кабины, при которой лебедка обесточивается и затормаживается до полной остановки. Остановочная скорость характерна для лифтов с двухскоростными лебедками. Чтобы получить

необходимую точность остановки кабины, перед остановкой лифт переводят со сравнительно высокой рабочей скорости на пониженную (остановочную).

Ускорение или замедление кабины лифта имеет существенное значение для оценки качества лифта. Ускорения возникают главным образом в начале движения кабины, т. е. при пуске (разгоне) лифта, а замедления (отрицательные ускорения) - при его остановке. Высокие ускорения или замедления сокращают время разгона и остановки лифта, повышая тем самым его производительность. Однако очень высокие ускорения создают дополнительные нагрузки на пассажира, вызывая болезненные явления (головокружения, тошноту, стесненное дыхание и болевые ощущения). Поэтому допускаемые ускорения (м/с<sup>2</sup>) ограничены следующими наибольшими значениями при нормальной остановке лифта: для всех лифтов, кроме больничного 2 м/с, для больничного лифта 1 м/с.

В экстренных случаях при остановке кнопкой СТОП замедление не должно превышать 3 м/с<sup>2</sup>, а в аварийных случаях при посадке кабины и противовеса на ловители или буфера не более 25 м/с<sup>2</sup>. Допускается превышение этой величины, если время его действия составляет не более 0,04 с.

Кабину лифта останавливают механическим тормозом, срабатывающим при выключении электродвигателя либо путем переключения режима работы электродвигателя лебедки, что вызывает осложнение системы управления.

Остановка лифта тормозом с точностью, приведенной выше возможно только при небольшой скорости кабины в начале торможения; это вызвано тем, что лифты обладают постоянным тормозным моментом независимо от полезной нагрузки в кабине, а движущаяся с определенной скоростью кабина - различной кинетической энергией, в зависимости от полезной нагрузки. В результате пути торможения различные нагруженные кабины-разные. Так, например, опускающаяся порожняя кабина остановится быстрее чем груженная проходящая различные пути торможения, а поднимающаяся порожняя кабина пройдет больший путь чем груженная.

Для оценки точности остановки кабины разницу путей торможения опускающейся порожней и груженной кабины делят пополам. Для получения расстояния на которое порожняя кабина при остановке лифта не доходит до этажной площадки. Точность остановки при движении кабины вверх и вниз различна

На рисунке 5 представлена схема поясняющая положение кабины при ее остановке на этаже (вставка) для движения вниз и вверх с различными полезными нагрузками.



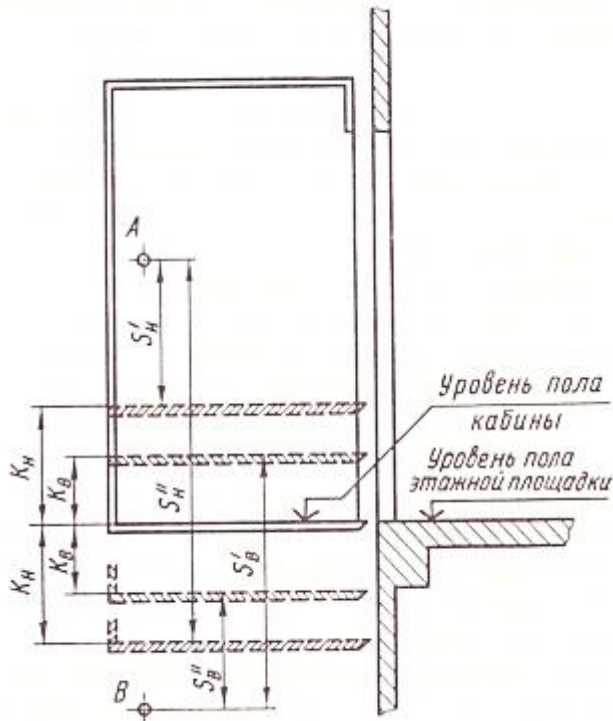


Рисунок 5 – Схема остановки кабины лифта на этаже при механическом торможении

Точка А означает место остановки аппарата в шахте, где происходит отключение электродвигателя при движении кабины вниз соответствует началу пути торможению. Точность остановки при этом будет

$$K_H = (S''_H - S'_H)/2,$$

где  $S''_H$  и  $S'_H$  – пути торможения при движении вниз соответственно порожней и нагруженной кабины.

Точка В соответствует началу торможения кабины при движении вверх. Точность остановки при этом будет:

$$K_B = (S'_B - S''_B)/2,$$

где  $S'_B$  и  $S''_B$  – пути торможения при движении вверх порожней и нагруженной кабины.

Поскольку допускаемое замедление при торможении лифта ограничены, то с ростом номинальных скоростей лифтов увеличиваются пути торможения и, следовательно, уменьшается точность остановки. Так, например, при замедлении  $1.5 \text{ м/с}^2$  для скорости кабины в момент наложения тормоза на  $15 \text{ м/с}$  точность остановки составит  $K = \pm 10 \text{ мм}$ , для скорости  $0,5 \text{ м/с}$  точность остановки составит  $K = \pm 50 \text{ мм}$ , а для скорости кабины  $0,8 \text{ м/с}$   $K = \pm 120 \dots 150 \text{ мм}$ . Поэтому повышение скорости лифта с односкоростным двигателем ограничивается требуемой точности остановки кабины. Однако если необходимо повысить номинальную скорость лифта до  $1 \dots 2 \text{ м/с}$ , то применяют двухскоростной двигатель, обеспечивающий нужную номинальную скорость, на которую кабина проходит практически весь путь между

остановками, а перед остановкой двигатель переключает на остановочную скорость (в 4...8 раз меньше номинальной). На этой скорости отключают лебедку от электропитания. При этом происходит наложение механического тормоза.

Две ступени скорости кабины лифта получают, применяя двухскоростной электродвигатель либо лебедку с микроприводом. Последнюю схему лебедки используют сравнительно редко.

В лифтах с более высокой скоростью кабины применяют без редукторных привод с тихоходным двигателем постоянного тока или привод двигателя переменного тока с тиристоры преобразователем. Частоту вращения обоих приводов можно регулировать в широких пределах. Обеспечивая требуемую точность остановки кабины самим двигателем.

Производительность пассажирских и грузовых лифтов определяет количество пассажиров или грузов, транспортируемых лифтом в одном направлении за 1 час, она зависит от площади пола кабины и степенью ее заполнения. Времени входа и выхода пассажиров или загрузки и выгрузки грузов, высоты подъема и номинальной скорости лифта от времени открывания и закрывания дверей и операций по управлению лифтом.

Производительность лифта используют пассажиро- и грузопотоков, грузоподъемности лифтов и количества их в здании.

В общем цикле пассажирского и грузового лифта с частыми остановками основной отрезок времени идет на операции, связанные с остановками. Поэтому увеличение номинальной скорости лифтов значительно удорожает ее стоимость и не дает пропорционального повышения производительности.

## **Глава 2 Подъемные механизмы лифтов**

### **4. Общая компоновка лебедки**

Подъемный механизм, или лебедка в лифтах предназначен для подъема и опускания кабины с остановкой на соответствующих этажных площадках обслуживаемого помещения. Некоторые особенности лифтов одновременно характеризуют лифт в целом и поэтому приведены в пункте 1 «Классификация лифтов». В лебедках пассажирских и грузовых лифтов с невысокими скоростями применяют электродвигатели частота вращения ротора, которых значительно превышает частоту вращения канатоведущего органа для согласования частоты их вращения применяют червячные и значительно реже зубчатые редукторы. Из-за этого лебедки называют редукторными.

В лифтах с высокими скоростями подъёма кабины частота вращения канатоведущего шкива возрастают настолько, что целесообразно использовать электродвигатель с низкой частотой вращения (тихоходный), на валу которого крепят канатоведущий шкив. Эти лебедки называют безредукторными. Кинематическая схема без редукторной лебедки в сравнении с редукторной более

проста, однако применение тихоходного электродвигателя с более сложной системой управления удорожает ее изготовление и обслуживание.

Лебедки лифтов выполняют в двух конструктивных вариантах (рисунок 6):

лебедки с червячным редуктором, на червячный вал которого напрессован ротор электродвигателя, составляющий с червячным валом самостоятельную сборочную единицу;

лебедка с фланцевым электродвигателем, выходной вал которого соединен с валом червяка соединительной муфтой.

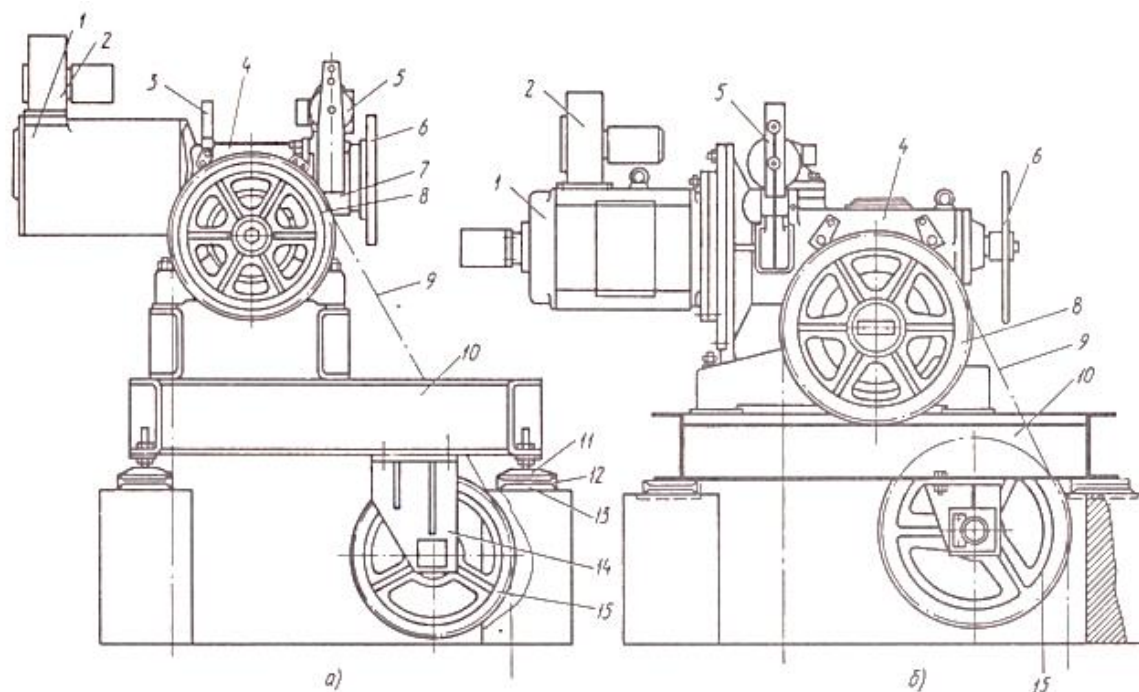


Рисунок 6 – Лебедка с канатоведущим шкивом

а – со встроенным электродвигателем; б – с фланцевым присоединением электродвигателя; 1 – электродвигатель; 2 – вентилятор; 3 – строповочная скоба; 4 – редуктор; 5 – тормоз; 6 – штурвал; 7, 8 – шкивы; 9 – канат; 10 – рама; 11 – опора; 12 – амортизатор; 13 – чашка; 14 – кронштейн; 15 – блок

В первом варианте к червячному редуктору 4 с помощью фланцев присоединен статор двухскоростного электродвигателя 1 с автономным вентилятором 2. На противоположном от ротора конце червячного вала находится тормозной шкив 7, к торцу которого болтами прикреплен штурвал 6 выполняющий одновременно и функции маховика. В плоскости вращения шкива 7 расположен тормоз 5 установленный на корпусе редуктора. На конце выходного вала червячного редуктора жестко закреплен канатоведущий шкив 8, в ручьях которого расположены подъемные канаты 9. Червячный редуктор с помощью регулируемых опор 11 с резиновыми амортизаторами 12 и чашками 13 установлен на раме 10 которую в свою очередь крепят на строительных конструкциях. В нижней части

рамы предусмотрен кронштейн 14 в котором фиксирует ось отклоняющего блока 15. Для удобства страховки лебедки при ее транспортировании на корпусе редуктора предусмотрена скоба 3.

Лебедка с фланцевым электродвигателем отличается от предыдущей лебедки тем, что двухскоростной электродвигатель 1 с вентилятором 2 прикреплен болтами к фланцу редуктора в виде самостоятельной сборочной единицы. А валы двигателя и червяка соединены между собой упругой муфты. Одна из ее полумуфт расположенная на валу редуктора выполнена за одно с тормозным шкивом. В плоскости вращения тормозного шкива расположен колодочный тормоз 5 установленный на корпусе червячного редуктора. На противоположном от упругой муфты конце червячного вала закреплён штурвал 6, который обеспечивает более плавный разгон и торможение подвижных частей лифта. При вращении штурвала вручную можно медленно поднимать или опускать кабины, что необходимо при ревизии и ремонте лифта и снятие ее с ловителей. В остальном эта лебедка не отличается от лебедки со встроенным электродвигателем. Кабину переводят с рабочей скорости на остановочную путем автоматического переключения обмоток статора двухскоростного электродвигателя.

### **5. Канатоведущие органы, контршкивы и отклоняющие блоки**

Канатоведущими органами называют элементы лебедок непосредственно передающие усилия от привода подъемным канатам лифта. Канатоведущие органы в лифтах выполняют в виде барабанов и канатоведущих шкивов.

Барабаны изготавливают чугунами или стальными. Их рабочая часть должна иметь нарезные по винтовой линии ручки полукруглой формы, которые позволяют укладывать канат виток к витку с минимальным расстоянием между ними и исключают трение витка по канату предыдущего уложенного на барабан витка. Это существенно увеличивает долговечность каната при минимальной длине барабана. Концы канатов жестко и надежно закреплены на барабанах.

Так как число канатов на которых подвешивают кабину пассажирского или грузового лифта с проводником должно быть не менее двух, то при двух канатной подвеске и использовании противовеса канаты крепят и укладывают на барабанах для верхнего расположения лебедки по схеме на рисунке 7, а, а для нижнего – по схеме на рисунке 7, б.

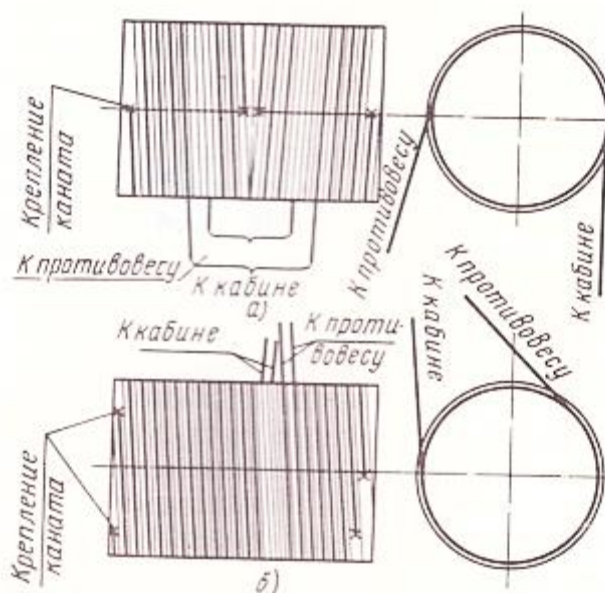


Рисунок 7 – Схемы укладки канатов на барабане при установке лебедки

а – вверху; б – внизу

В первом случае на барабане нарезают однозаходные ручьи правого и левого направления, а во втором – двухзаходные ручьи только одного (правого или левого) направления. При вращении барабана одна пара канатов (например, канаты кабины) наматывается, поднимая кабину, а вторая пара сматывается, опуская противовес. Во время обратного вращения барабана направление движения канатов, а соответственно и кабины с противовесом изменяется.

Для надежного крепления канатов на барабане предусмотрена такая канатоёмкость барабана при которой для самых низких положений кабины или противовеса на барабане оставалось бы не менее 1.5 (полтора) запасных витков каждого закрепленного на барабане каната, не считая витков находящихся под зажимным устройством.

Ниже приведены наиболее распространённые способы крепления каната на барабане.

Крепление петель (рисунок 8, а) выполняют путем двукратного огибания вала 1 или ступицы 5 барабана 2 канатом 4 и последующим стягиванием ветвей каната зажимами 3, количество зажимов должно быть не менее двух.

Крепление прижимными планками (рисунок 8, б) прижимается планками 6 к поверхности барабана, если канат крепят на нарезной части барабана, то ровно укладывают виток каната, и надежно затягивают болты и шкивы 7. В случае, когда канат крепят на нарезанной части барабана срубают гребни на стороне барабана противоположной планке и зачищают эти места, чтобы канат лежал на ровной поверхности барабана, а не на гребне. Количество планок определяют расчетным путем, но их должно быть не менее двух.

Крепление зажимом в гнезде планкой (рисунок 8, в) выполняют в отверстии предусмотренном в барабане 2, конец каната 4 пропускают на всю длину отверстия и зажимают винтами 8 с квадратными головками. Чтобы предотвратить повреждение каната болтами под них устанавливают планку 9 с выступом, который направлен в сторону среза каната и упирается в барабан.

Крепление каната в зажимном гнезде клином (рисунок 8, г) выполняют в клиновидном отверстии барабана 2. Конец каната 4 пропускают через отверстие, огибают по контуру клин 10 и вместе с клином забивают в отверстие со стороны расширенной части. По всей длине клина сделана полукруглая канавка для укладки в ней каната. Края отверстий, через которые канаты выходят на рабочую поверхность барабана должны быть тщательно закруглены во избежание резкого перегиба каната.

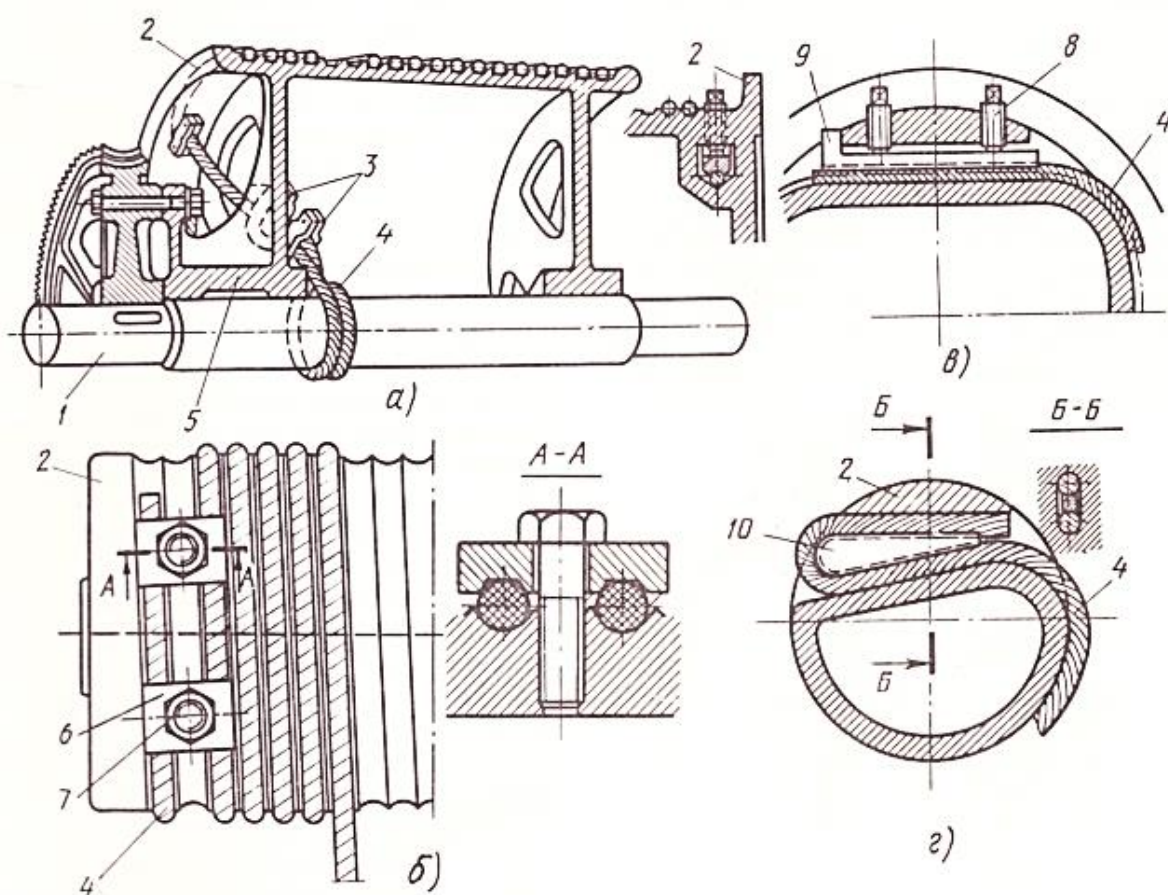


Рисунок 8 – Системы крепления каната на барабане

а – петлей с зажимами; б – прижимными планками; в – зажимом в гнезде с планкой; г – зажимом в гнезде клином

1 – вал; 2 – барабан; 3 – зажимы; 4 – канат; 5 – ступица; 6, 9 – планки; 7 – шпилька (болт); 8 – винт; 10 – клин

При большой высоте подъема кабины для размещения канатов требуется барабан очень большой длины особенно в случае подвешивания кабины на двух канатах и более. Поэтому барабанные лебедки применяют редко.

Канатоведущий шкив (рисунок 9) стоит из ступицы, насаживаемой на выходной вал привода диска с ребрами и отверстиями для облегчения машины и обода, на котором выточены кольцевые проточки ручьи для размещения в них подъемных тяговых канатов. Внешняя нагрузка, действующая на шкив образована натяжением подъемных канатов со стороны кабины и противовесов. Разность натяжения этих ветвей канатов компенсируется силами трения между канатами и ручьями. Сила трения каната по шкиву зависит от угла обхвата шкива, формы профиля ручья, коэффициента трения между канатом и рабочей поверхностью ручья и от соотношения натяжений в ветвях канатов со стороны кабины и противовесов.

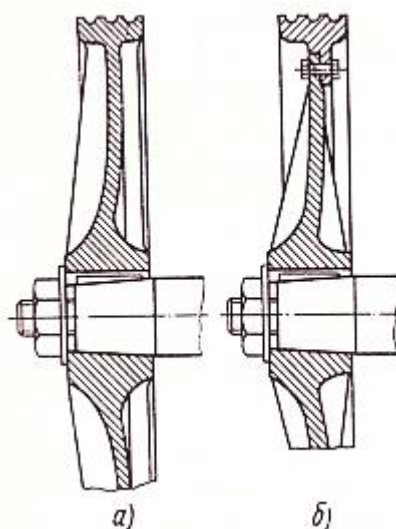
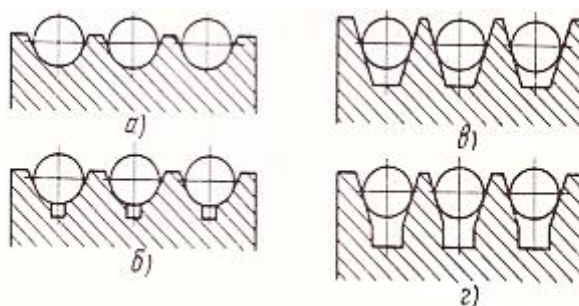


Рисунок 9 – Канатоведущие шкивы

а – цельный, б – с отъёмным ободом

При работе лебедки практически всегда происходит упругое скольжение канатов по ручью, что влияет на изнашивание канатов и ручьев. В результате этого оба шкива изнашиваются быстро. Чтобы снизить эксплуатационные расходы обод шкива часто делают съёмным. Это позволяет легко заменить изношенный обод новым.

На шкивах выполняют ручьи следующих профилей (рисунок 10).



## Рисунок 10 – Профили ручьев

а – полукруглый; б – полукруглый с подрезом; в – клиновой; г – клиновой с подрезом

Полукруглый ручей позволяет максимально увеличить срок службы ручья в следствии его большой опорной поверхности в ручье. Однако канат, на полукруглом ручье обеспечивает сравнительно небольшой тяговый коэффициент, который зависит, как и от коэффициента трения каната по поверхности ручья так и от степени износа ручья. При недостаточном тяговом коэффициенте увеличивают угол обхвата шкива путем введения контршкива либо применяют ручьи другого профиля. К тому же полукруглые ручьи трудны в изготовлении.

Полукруглые ручьи с подрезами позволяют получать несколько больший тяговый коэффициент. Зато условия работы канатов и шкива немного ухудшаются, так как повышается давление между канатом и ручьем. При прямоугольной форме подреза канат одинаково прилегает к шкиву по мере изнашивания ручья. Площадь контакта каната и ручья не изменяется и тяговый коэффициент не уменьшается.

Клиновой ручей позволяет значительно повышать тяговый коэффициент шкива, однако при этом значительно увеличивается износ каната и шкива, а по мере его износа уменьшается тяговый коэффициент.

Клиновой ручей с подрезом применяют широко, так как он прост в изготовлении, а по мере изнашивания ручья может долгое время работать, как полукруглый ручей с подрезом. Недостаток этого профиля - повышенный износ канатов в начале эксплуатации лебедки.

Диаметр канатоведущего шкива барабана или блока влияет на срок работы каната или ручья канатоведущего шкива. Чем больше диаметр канатоведущего органа, тем меньше давление между канатом и ручьем и тем менее крутой изгиб испытывает канат. Что увеличивает срок службы каната и ручья.

Соотношение диаметров канатов и диаметров канатоведущих шкивов, барабанов и блоков строго регламентировано Правилами.

При эксплуатации лифтов тщательно следят за тем, чтобы ручьи шкива изнашивались равномерно. На ручей меньшего диаметра канатов больше проскальзывает и в результате этого более изношенный ручей изнашивается еще быстрее приводя шкив в непригодное состояние.

### Контршкивы (контрблоки)

Отводят рабочие канаты от канатоведущего шкива с тем, чтобы они возвращались на соседние ручьи того же шкива, увеличивали бы тем самым угол обхвата каната шкива в 2 раза и повышали тяговое усилие лебедки.



В лифтах часто применяют простое огибание (рисунок 11, а) канатами 2-4 канатоведущего шкива 1. В тех случаях, когда простого огибания для создания необходимых сил трения недостаточно используют двойное огибание (рисунок 11, б), при которых канаты 2-4 закрепленные на кабине сначала огибает канатоведущий шкив 1, затем контршкив (контрблок) 5, с контршкива возвращаются на соседние ручьи канатоведущего шкива и обогнув его второй раз направляют вниз к противовесу.

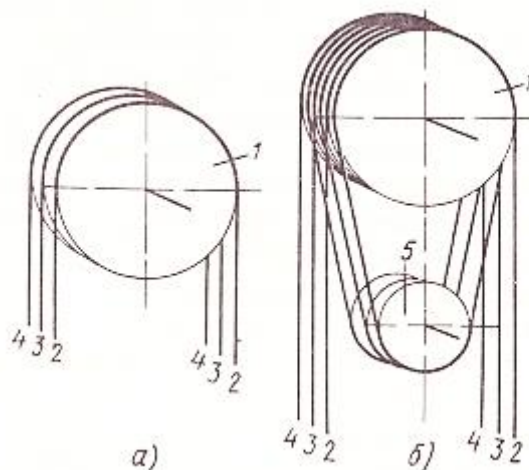


Рисунок 11 – Схема укладки каната на канатоведущем шкиве

а – простое огибание; б – двойное огибание (с контршкивом); 1 – шкив; 2-4 – канаты; 5 – контршкив

Если контршкив одновременно является отклоняющим блоком (рисунок 3, ж), то канаты, после второго огибания канатоведущего шкива возвращаются на соседнюю проточку контршкива, а затем направляются вниз к противовесу.

Обод контршкива выполнен аналогично ободу канатоведущего шкива, но для уменьшения изнашивания канатов всегда применяют обод с ручьями полукруглого профиля. Контршкивы, в отличие от канатоведущих шкивов делают не приводными и поэтому они свободно вращаются на подшипниках качения установленных внутри ступиц контршкива или по концам оси в двух корпусах, при переходе с канатоведущего шкива на контрблок и обратно, геометрическая ось каната отклоняется от плоскости симметрии соответствующего ручья образуя угол сбега каната. Этот угол влияет на срок службы каната и канатоведущих шкивов. При значительных углах канат более интенсивно трётся о боковые стенки ручья увеличивая износ поверхностей трения элементов. Для уменьшения угла сбега каната ручьи контршкива смещают в осевом направлении относительно ручьев канатоведущего шкива наполовину шага между его соседними ручьями.

Отклоняющие (отводные) блоки

Отводят канаты в нужное направление в соответствии с кинематическими схемами лифтов (см. рисунок 3). Конструкция отклоняющих блоков аналогична конструкции контршкивов. В тех случаях, когда отклоняющие блоки устанавливают в непосредственной близости от барабана лебедки (рисунок 2) они должны иметь возможность перемещаться в осевом направлении, в противном случае угол сбега каната с барабана превысит норму. В таких блоках в качестве подшипников устанавливают запрессованным в ступицу антифрикционные ступицы. Которые дают возможность блоку свободно вращаясь перемещаться вдоль оси. Поверхности трения оси, блока и втулки должны быть постоянно чистыми и хорошо смазанными.

## 6. Редукторы лебедок

Редуктор называется механизм с помощью которого согласовывается частоты вращения электродвигателя и канатоведущего органа. Наиболее распространены зубчатые и червячные редукторы.

Зубчатый редуктор представляет собой устройство, состоящее из зубчатых колес с валами и подшипниками заключенные в единый литой или сварной корпус. Для смазывания зубчатых колес в корпус редуктора заливают маслом до нужного уровня. КПД зубчатых редукторов достаточно высок, а стоимость изготовления их сравнительно низкая. Однако вследствие недостаточной компактности их редко применяют в лебедках лифтов.

Червячный редуктор состоит из червяка нарезанного на входном (червячном валу) и червячного колеса с выходным валом. Установленного в едином, литом корпусе на подшипниках. К червячному валу с помощью упругой муфты с тормозным шкивом присоединен электродвигатель. В некоторых лифтах ротор электродвигателя неподвижно насажен на один конец червячного вала образуя жесткую неразъемную систему. На второй конец червячного вала от этих редукторов крепят тормозной шкив со штурвалом. Выходной вал редуктора, на котором закреплено червячное колесо с нарезанными бронзовым венцом на ободе. На консольном конце надет канатоведущий шкив. Червячный редуктор при небольших габаритных размерах позволяют получать достаточно низкую частоту, упрощение канатоведущего органа, но КПД несколько ниже, чем зубчатых. Благодаря компактности в лифтах их предпочитают зубчатым.

Передаточным числом  $u$  редуктора называется отношение частоты вращения входного вала редуктора  $n_{вх}$  к частоте вращения выходного вала  $n_{вых}$ .

$$u = n_{вх} / n_{вых}.$$

В зубчатом редукторе передаточное число равно отношению числа зубьев ведомой шестерни  $Z_{вм}$  к ведущей шестерни  $Z_{вщ}$ :

$$u_1 = Z_{1вм} / Z_{1вщ}; u_2 = Z_{2вм} / Z_{2вщ}; \dots u_n = Z_{nвм} / Z_{nвщ};$$

Общие передаточное число всего редуктора с несколькими ступенями (парами) зубчатых колес равно произведению передаточных чисел всех ступеней редуктора:

$$u_{ред} = u_1 \cdot u_2 \cdot \dots \cdot u_n = (Z_{1вм} \cdot Z_{2вм} \cdot \dots \cdot Z_{nвм}) / (Z_{1вщ} \cdot Z_{2вщ} \cdot \dots \cdot Z_{nвщ}).$$

Передаточное число  $u$  определяют из условия, что за каждый оборот червяка колесо поворачивается на число зубьев равное числу заходов червяка. Следовательно, передаточное число редуктора  $u_{ред}$  равно отношению числа зубьев червячного колеса  $Z_k$  к числу заходов червяка  $Z_{\text{ч}}$ :

$$u_{ред} = Z_k / Z_{\text{ч}}.$$

Передаточное число червячного редуктора может быть в пределах 18...100. При этом число заходов червяка равно 1...4, а число зубьев червячного колеса применяется не менее 30.

По характеру изготовления червяков и их зацепление с червячными колесами. С цилиндрическими и глобоидными червяками. Цилиндрические червяки (рисунок 12, а) выполняют из цилиндрических заготовок путем нарезания винтовых ниток трапецеидального профиля. Эти червяки просты в изготовлении и при сборке редуктора не требуют повышенной точности их установки в осевом направлении. Глобоидный червяк имеет форму тела, образованную вращением дуги и абс относительно оси  $x$  (рисунок 12, б).

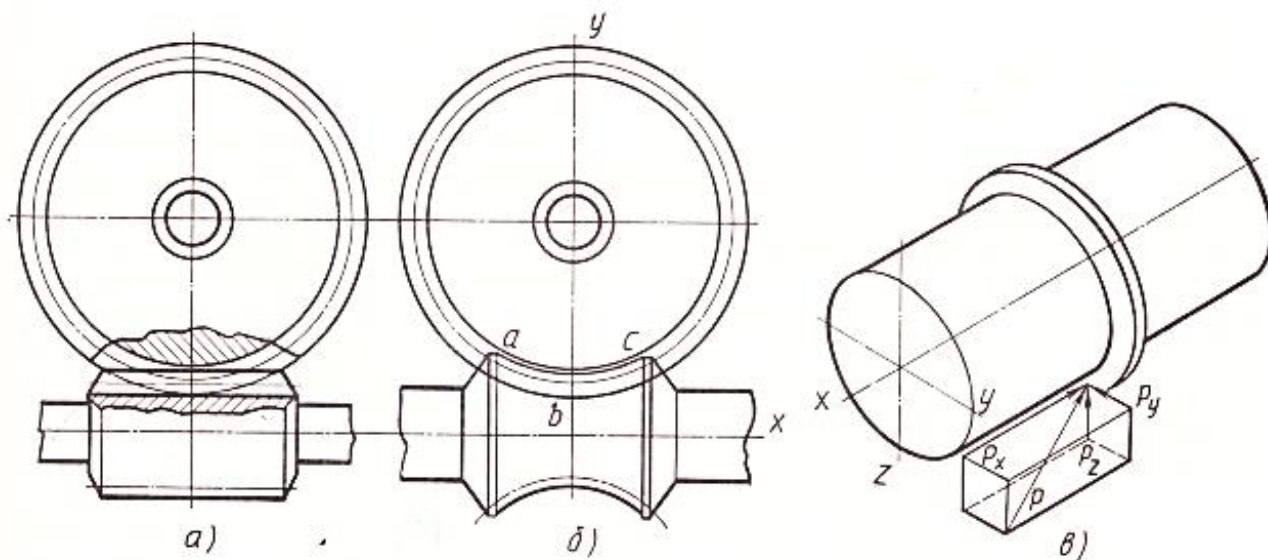


Рисунок 12 – Схемы червячной передачи с червяком

а – цилиндрическим; б – глобоидным; в – нагрузки, действующие на червяк редуктора

Червячные колеса глобоидного и цилиндрического редуктора по форме не отличаются. Основное преимущество заключается в том, что с глобоидным червяком одновременно находится в зацеплении все зубья червячного колеса, расположенного по дуге абс, в то время, как с цилиндрическим червяком одновременно зацеплен зуб червячного колеса и только на небольшом угле поворота червячного колеса в зацепление входит второй зуб. Таким образом, при одинаковых моментах, передаваемых редукторами усилие, которое приходится на один зуб в глобоидном редукторе значительно меньше в редукторе с цилиндрическим червяком. В связи с этим возрастает до 1,5...4 раз, а, следовательно, габаритные размеры редуктора и все размеры меньше.

Однако эти преимущества глобоидного редуктора достигается только при строго симметричном расположении червяка относительно червячного колеса. В случае неточной сборки редуктора червяк может сместиться в осевом направлении, что нарушит совпадение дуг абс червяка и червячного колеса. Нормальное зацепление нарушится, редуктор начнет нагреваться и может выйти из строя. В условиях эксплуатации необходимо особо тщательно регулировать положение червяка в осевом направлении, поэтому в современных конструкциях используют цилиндрические червяки.

В схеме на рисунке 12, в изображена нагрузка  $P$ , действующая на виток червяка со стороны зуба червячного колеса для более четкого представления влияния этой нагрузки на червяк и его опоры целесообразно разложить ее по взаимно перпендикулярным направлениям  $ху$ . Составляющие усилия  $P_y$  и  $P_x$  изгибают червяк и нагружают его подшипники в радиальном направлении. Усилие  $P_x$  внецентренно нагружают червяк и подшипники в осевом направлении. Червяк опирается на две подшипниковые опоры, одна из которых снабжена подшипником, воспринимающая только радиальные нагрузки, а другая нагружена радиальной и осевой нагрузкой. Содержит либо два радиальноупорных подшипника, либо один радиальный и один радиальноупорный, установленные в одном подшипниковом узле.

Аналогично червяку нагруженно червячное колесо, но его осевая нагрузка незначительна и поэтому в подшипниковых узлах нет самостоятельного упорного подшипника. Червяк в подшипниках закрепляют с таким расчетом, чтобы один его конец воспринимающие радиальные и осевые нагрузки был жестко закреплен в осевых направлениях, а другой (с радиальным подшипником), воспринимающий только радиальные нагрузки имел возможность перемещаться в осевом направлении. Это обеспечивает компенсацию температурного расширения. При жестком закреплении обоих концов червяка, его нагрев может вызвать внутренние усилия, способна вывести редуктор из строя.

В лебедках применяют два способа горизонтального расположения: нижнее, когда он находится под червячным колесом, и верхнее, когда червяк установлен над червячным колесом. В первом случае уровень масла превышает нижнее поверхности червяка, благодаря чему хорошо смазываются поверхности трения червяка и червячного колеса. Так как диаметр подшипников качения червяка превышает внешний диаметр рабочей части червяка, то при высоком уровне смазочного материала он вытекает через подшипниковые узлы. Чтобы предотвратить утечки масла, подшипниковые узлы уплотняют сальниками, манжетами и прокладками. Во время эксплуатации лифта систематически контролируют уровень масла в редукторе.

При верхнем расположении червяка уровень масла в редукторе принимают таким, чтобы червячное колесо нижней частью окуналось в масло. Так как диаметр червячного колеса значительно превосходит диаметр его подшипников, гидростатическое давление масла в подшипниковых узлах выходного вала редуктора отсутствует, и утечка масла существенно уменьшается. При расположении червяка над червячным колесом в момент пуска механизма после длительного простоя червяк смазывается маслом, которое находится в углублениях между зубьями червячного колеса (в верхней части его части окружности). Затем масло поднимается к червяку на зубьях червячного колеса из масляной ванны. Поэтому в лифтах новой конструкции используют лебедки с верхним расположением червяка.

В соответствии с отмеченной в пункте 4 компоновкой лебедок в пассажирских лифтах применяют редукторы двух исполнений.

На рисунке 13, а представлен червячный редуктор с верхним расположением червяка, совмещенного с ротором двухскоростного электродвигателя в неразъемную сборочную единицу. В литом корпусе 2 редуктора во взаимно перпендикулярных направлениях расположены входной и выходной валы. Цилиндрический червяк 5 вместе с ротором 1 электродвигателя фиксируют в корпусе двумя подшипниковыми узлами. Подшипник 4, расположенный со стороны ротора, воспринимает только радиальные нагрузки. Внутреннее кольцо этого подшипника зафиксировано на валу в продольном направлении буртиком и пружинным разрезным кольцом. Наружное кольцо в продольном осевом направлении не фиксируется и может перемещаться в этом направлении. Таким образом исключаются внутренние усилия при температурных деформациях червяка.

Второй подшипниковый узел, расположенный со стороны тормозного шкива 8, воспринимает как радиальные, так и продольные осевые нагрузки. Этот узел состоит из двух радиально упорных шарикоподшипников 6. Их внутренние кольца зажаты на валу между буртом и установочной гайкой со стопорной шайбой. Наружные кольца подшипников в осевом продольном направлении фиксированы пружинным разрезным кольцом и крышкой 7 с манжетой. На торцовой части тормозного шкива 8 закреплен штурвал для проворота червяка вручную.

Выходной вал 9 редуктора опирается на два подшипниковых узла. Внутри редуктора на валу расположено червячное колесо 12 с бронзовым венцом 15, а на консольной части вне редуктора – канатоведущий шкив. Подшипниковый узел, размещенный со стороны канатоведущего шкива, снабжен роликоподшипником 16 с короткими цилиндрическими роликами без бортов на наружном кольце и воспринимает только радиальные нагрузки. От перемещения в продольном осевом направлении наружное кольцо удерживается буртом и пружинным разрезным кольцом, а внутреннее кольцо – буртом и распорной втулкой. Другой подшипниковый узел, воспринимающий радиальные и осевые нагрузки, выполнен из двух радиально-упорных однорядных шарикоподшипников 13, внутренние кольца которых на валу зажаты торцевой шайбой. При этом усилие передается через фасонную распорную втулку на червячное и бурт выходного вала. Наружные кольца подшипников фиксированы в крышке 11 бокового люка корпуса редуктора и зажаты в продольном осевом направлении между буртом и крышкой подшипникового узла. На коническом конце выходного вала редуктора консольно закреплен канатоведущий шкив, удерживаемый в осевом направлении торцевой шайбой.

В нижней части корпуса редуктора для спуска масла предусмотрено отверстие, перекрываемое пробкой 14 с уплотнительными прокладками. Масло заливают через люк в верхней части редуктора, закрываемой крышкой, а контролируют уровень масла уровнемером 10 в виде линейки. На верхней части корпуса закреплена строповочная скоба.

На рисунке 13, б представлен червячный редуктор с верхним расположением цилиндрического червяка, который получает вращение от фланцевого двухскоростного электродвигателя с автономным вентилятором.

Червяк опирается на два подшипниковых узла. Один из них, состоящий из двух радиально-упорных подшипниковых 6, воспринимается как радиальные, так и осевые нагрузки. Внутренние кольца этих подшипников насажены на вал и закреплены в осевом направлении между буртом и гайкой со стопорной шайбой. Наружные кольца подшипников установлены в отверстиях корпуса редуктора и жестко зажаты в осевом направлении между буртом в корпусе редуктора и крышкой подшипникового узла с манжетой. На конце червяка со стороны радиально-упорных подшипников закреплен штурвал для вращения червяка вручную в случае необходимости.

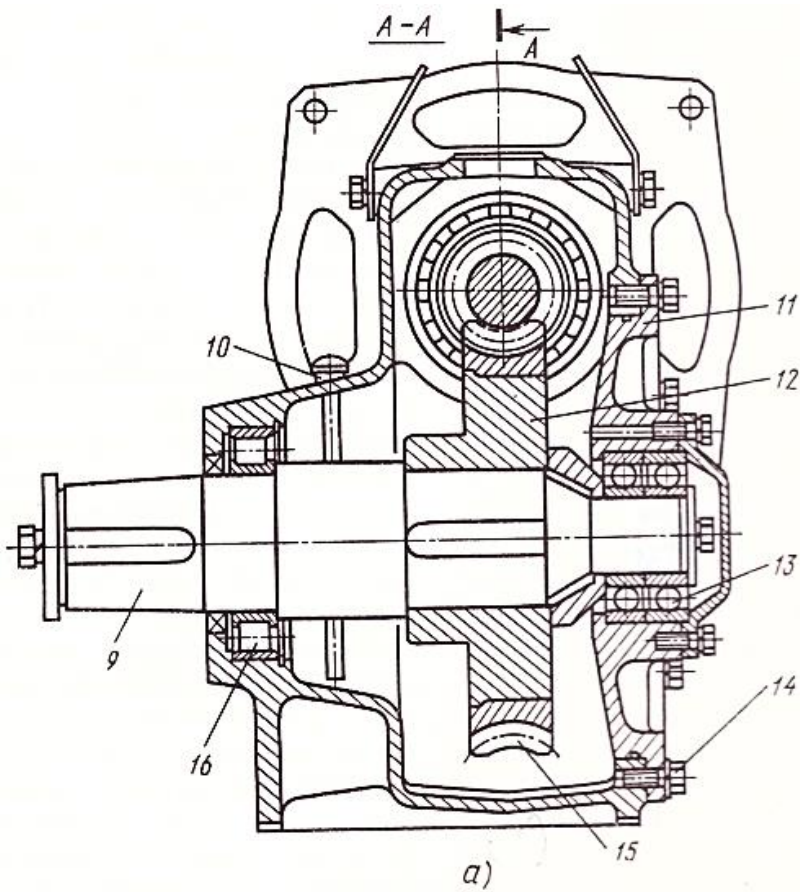
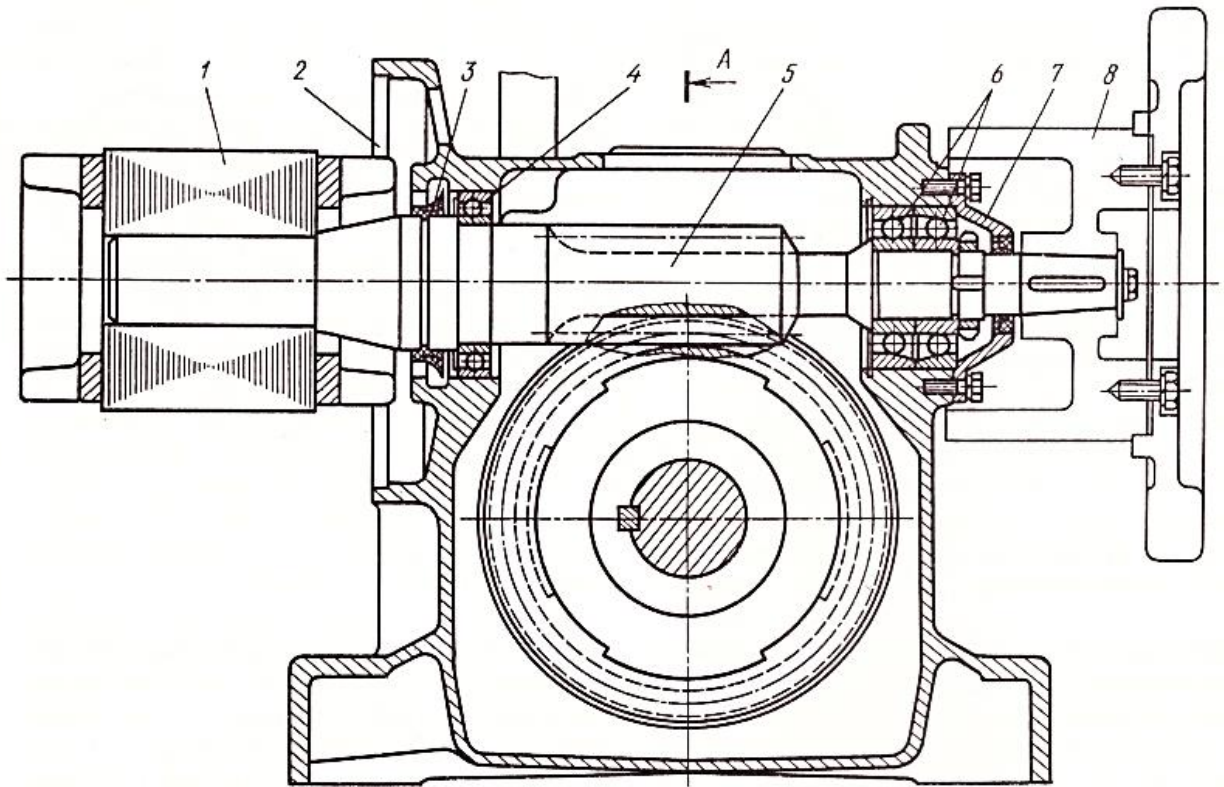
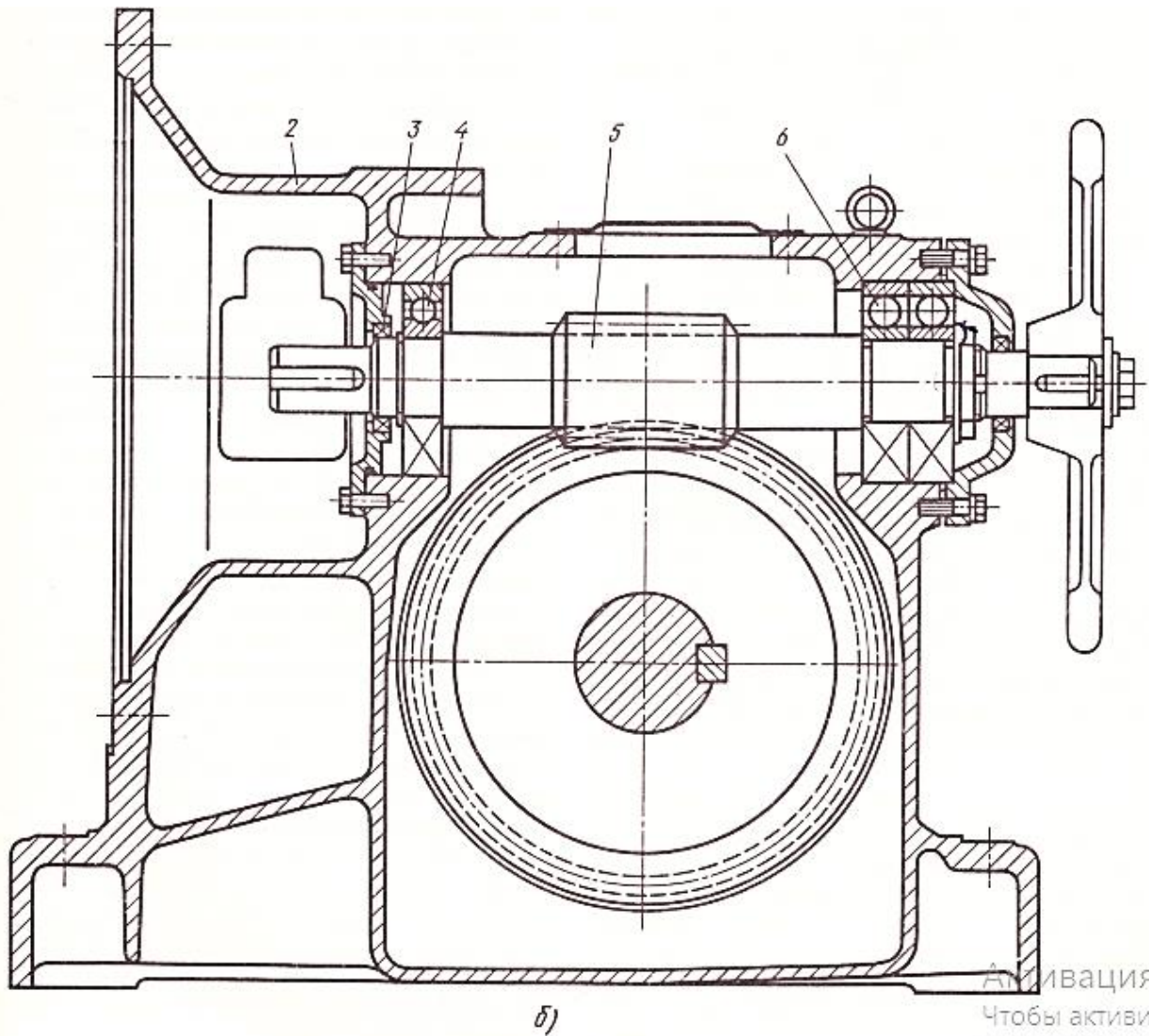


Рисунок 13 – Червячный редуктор с консольным расположением канатоведущего шкива



Продолжение рисунка 13 – Червячный редуктор с консольным расположением канатоведущего шкива

а – со встроенным электродвигателем; б – с фланцем присоединением электродвигателя; 1 – ротор; 2 – шкив; 3 – маслоотражатель; 4, 6, 13, 16 – подшипник; 5 – червяк; 7 – крышка подшипника; 8 – шкив; 9 – вал; 10 – масляный уровнемер; 11 – крышка; 12 червячное колесо; 14 – пробка; 15 – бронзовый венец червячного колеса

Другой подшипниковый узел содержит один шарикоподшипник 4, воспринимающий только радиальные нагрузки. Внутреннее кольцо подшипника в осевом направлении зафиксирован пружинным разрезным кольцом и буртом на червячном валу. Наружное кольцо подшипника установлено в отверстии корпуса редуктора. Так как кольцо не закреплено в осевом направлении, то может перемещаться в этом направлении, что исключает появление внутренних усилий от температурных деформаций. Чтобы предотвратить вытекание масла из редуктора, отверстие подшипникового узла с внешней стороны закрыто крышкой с манжетой.



На конце вала червяка с помощью шпонки и торцевой шайбы закреплена полумуфта с тормозным шкивом.

К фланцу корпуса редуктора со стороны радиального шарикоподшипника прикреплен двухскоростной короткозамкнутый фланцевый электродвигатель, на валу которого закреплена полумуфта, соединяющаяся упругим звездообразным вкладышем с полумуфтой на валу червяка. В плоскости вращения полумуфты с тормозным шкивом расположен электромагнитный колодочный тормоз, закрепленный на корпусе редуктора. Червячное колесо с выходным валом и канатоведущим шкивом установлено так же, как редуктор (рисунок 13, а).

## 7. Тормоза

Лебедку лифта оборудуют автоматически действующим тормозом нормального типа, который при отключении от электропитания или обесточивании лебедку, останавливает кабину и удерживает ее на канатах в подвешенном состоянии до очередного включения подъемного механизма.

Тормоз представляет собой систему рычагов с колодками, расположенными у рабочей поверхности цилиндрического тормозного шкива, и привод. При нажатии колодок на шкив возникают силы трения между поверхностями шкива и колодок, благодаря чему лебедка затормаживается.

Тормоза подразделяют по следующим признакам.

По типу привода тормоза бывают электромагнитные и с электрогидравлическим толкателем.

Электромагнитные тормоза, в свою очередь, разделяют:

по пути хода подвижных частей (якорей) электромагнита – на короткоходовые (2...5 мм) и длинноходовые (30...120 мм);

по роду тока – на электромагнитны постоянного и переменного тока.

По устройству, обеспечивающему прижатие тормозных колодок к шкиву, различают пружинные и грузовые тормоза.

В лифтах применяют только нормально замкнутые колодочные тормоза, которые при отключении привода тормоза затормаживают (замыкают) тормозной шкив.

Замыкание тормоза грузом сопровождается колебаниями рычага с грузом, что ухудшает работу как тормоза, так и лифта в целом. Поэтому пружинное замыкание тормозов применяют чаще.

Основная техническая характеристика тормоза – его тормозной момент, равный произведению силы трения фрикционного материала по тормозному шкиву на радиус последнего. Для надежного удержания подвижных частей лифта тормозной момент на валу, где установлен тормоз, должен быть несколько больше момента, создаваемого на том же валу силой тяжести подвижных частей лифта.

Наименьший крутящий момент в кинематической цепи лебедки приходится на первый вал механизма (вал электродвигателя и входной вал редуктора), а далее крутящие моменты на последующих валах увеличиваются пропорционально передаточному числу передачи. Поэтому для создания более компактной лебедки тормозной в лифтах устанавливают на приводном валу механизма подъема, а в механизмах без редуктора – на этом единственном в лебедке валу.

Тормоз механизма подъема должен иметь неразмыкаемую кинематическую связь с канатоведущим органом, поэтому в лебедке, в котором электродвигатель соединен с валом редуктора сцепной муфтой, тормозной шкив крепят на валу редуктора, а не на валу электродвигателя.

При отсутствии электроэнергии или неисправном электродвигателе кабину перемещают с малой скоростью, вращая штурвал лебедки вручную. Для таких случаев лебедку снабжают приспособлением, которое полностью или частично растормаживает лебедку, причем, когда прекращают пользоваться этим приспособлением, тормоз должен немедленно затормаживать лебедку.

В лифтах наиболее широко применяют двухколодочные тормоза, колодки которых охватывают цилиндрический тормозной шкив с двух диаметрально противоположных сторон. Тормозные колодки выполняют заодно с рычагами или закрепляют на них шарнирно. Для увеличения коэффициента трения колодок по шкиву на них крепят фрикционные накладки, имеющие форму вогнутой цилиндрической поверхности для плотного облегания поверхности тормозного шкива.

Фрикционный материал тормозов должен обладать большой износостойкостью, упругостью, высоким коэффициентом трения при нагреве колодок до температуры 200...300°C. Наиболее полно этим требованиям отвечает вальцованная фрикционная лента. Её коэффициент трения не ниже 0,42.

Чаще всего фрикционный материал (обкладки) приклепывают латунными, алюминиевыми или медными заклепками. Выбор мягкого материала для заклепки из более твердых материалов могут испортить поверхность шкива. Чтобы предохранить его от изнашивания под заклепками, потайные головки заклепок должны быть установлены не менее чем на половину толщины обкладки.

При замене обкладок необходимо добиваться хорошего прилегания поверхности обкладки к шкиву (не менее 80% площади обкладки). Желательно не менять обе обкладки одновременно, так как неприработанные обкладки в начале работы тормоза значительно влияют на его тормозную характеристику.

Обе колодки должны отходить от шкива на одинаковое расстояние. В зависимости от диаметра тормозного шкива оно должно составлять 0,4...1 мм.

Электромагниты включают в цепь питания электродвигателя лебедки так, что в электроприводе переменного тока тормоза замыкаются одновременно с включением электродвигателя лебедки, а в электроприводе постоянного тока –

после создания электрического момента, достаточного для разгона электродвигателя.

На рисунке 14, а, б, в, д, е, ж представлены схемы с пружинным замыканием тормоза. На рисунке 14 г – с массами груза и якоря электромагнитов. В схемах на рисунке 14, а, б, в рычаги тормозов прикреплены к корпусу редуктора. В схемах на рисунке 14, г, д, е, ж рычаги соединены шарнирно с основанием, а его самостоятельно крепят на плите (раме) лебёдки.

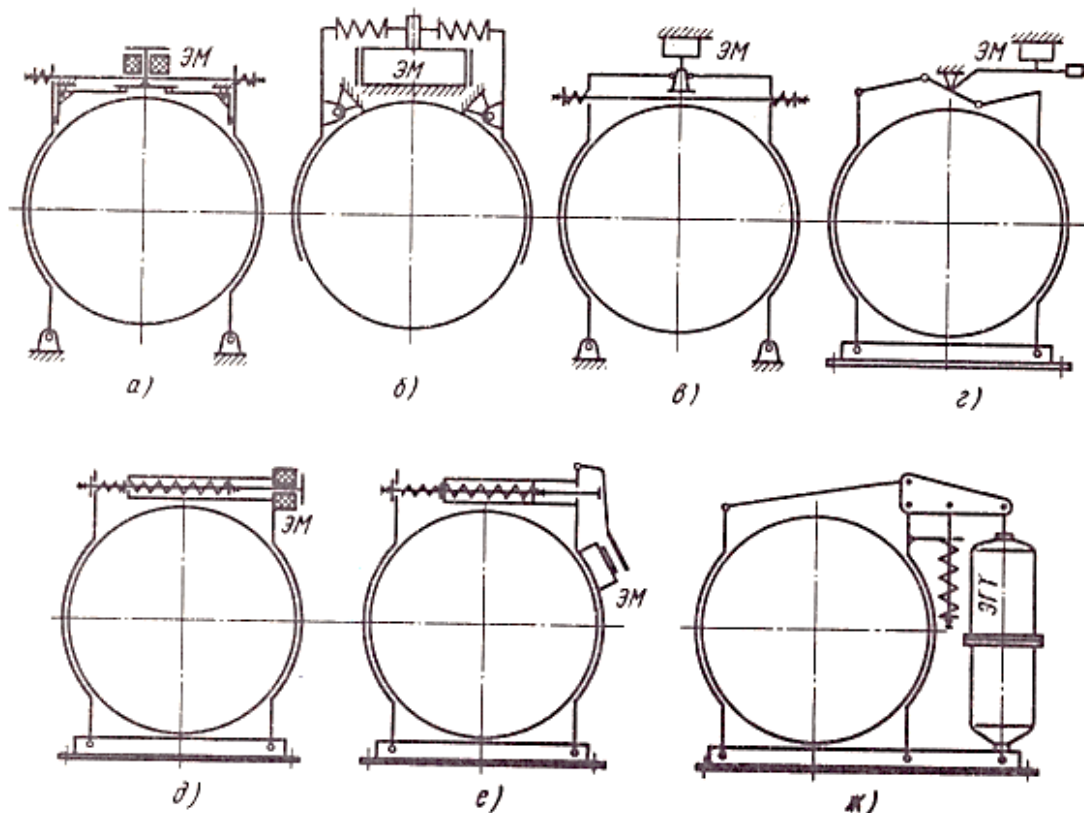


Рисунок 14 – схемы тормозов

а, б, д, е – с короткоходовым электромагнитом; д, г – с длинноходовым электромагнитом; ж – с электрогидравлическим толкателем

Тормоз с электромагнитами постоянного тока (рисунок 15) включает в себя двуплечих рычага 2 установленными осями 3 на корпусе червяного редуктора. Между верхними плечами рычагов так же на корпусе редуктора закреплён электромагнит, состоящий из корпуса 4, катушки 5, сердечника 6 расположены горизонтально. На верхних плечах рычагов соосно с осью электромагнита расположены диски (якоря 15) фиксируемые на рычагах болтами 16 со сферическими головками. В центре диска 15 выполнено отверстие с конусной поверхностью которого соприкасается сферической поверхностью головки болта 16 обеспечивая параллельность торцовых поверхностей диска 15 и электромагнита. Это очень важно для нормальной работы тормоза. Положение на болте диска фиксировано пружиной 7, которая воздействуя на него вызывает силы трения между

соприкасаемыми поверхностями головки болта и диска удерживая его в переделённом положении. От поворота в теле рычага болт 16 удерживается контргайкой, расстояние между торцовыми поверхностями диска 15 и электромагнита регулируют поворотом болта 16, для чего на его конце выполнен шлиц.

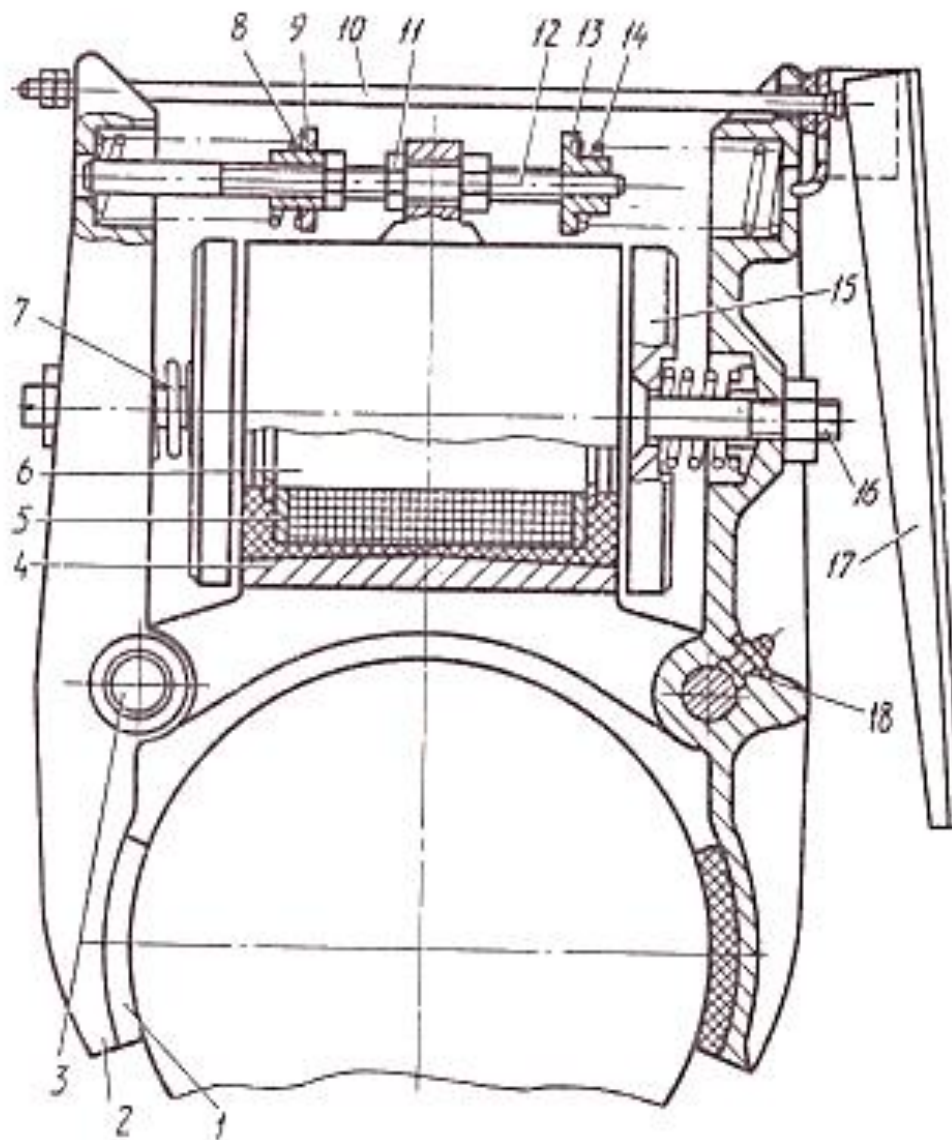


Рисунок 15 – тормоз с короткоходовым электромагнитом постоянного тока

1 – накладка; 2, 17 – рычаги; 3 – ось; 4 – корпус; 5 – катушка; 6 – сердечник; 7, 8, 14 – пружины; 9, 11 – гайки; 10 – тяга; 12 – винт; 13 – шайба; 15 – якорь; 16 – болт; 18 – шприц-маслѐнка

На верхней части электромагнита предусмотрен кронштейн, в отверстии которого закреплен регулировочный винт 12 с фасонной шайбой 13 на конце упирающийся в бурт этого винта. По другую сторону кронштейна на бурте 16 расположена фасонная гайка 9 фиксированная на резьбе контргайкой. Между гнездами в рычаге 2 с одной стороны и гайкой 9 и шайбой 13 с другой помещены пружины 8 и 4 работающие на сжатие. На верхних концах рычагов 2 над пружинами 8, 14 установлена тяга 10 установленная для размыкания тормоза.

К нижним плечам рычага 2 приклепаны фрикционные накладки 1, которые при обесточивании электромагнита охватывают тормозной шкив вызывая силы трения, тормозящие механизм подъема.

Тормоз работает следующим образом. При отсутствии напряжения в катушке 5 электромагнит и диски 15 не взаимодействуют, в этом случае рычаги 2 разжимаются пружинами 8 и 14 затормаживая лебедку.

При включении электродвигателя лебёдки одновременно включается катушка 5 электромагнита расположенная на расстоянии 0,5-08 мм от торца электромагнита. Притягивает их к электромагниту и одновременно поворачивает двуплечие рычаги 2. При это пружины 8 и 14 сжимаются. Нижние концы рычагов 2 отводятся в сторону фрикционные накладки 1 освобождают тормозной шкив и растормаживают лебедку.

Для подъёма и опускания кабины вручную без включения электродвигателя. Лебедку растормаживают, затем поворотами штурвала вращают канатоведущий шкив и перемещают кабину. Лебедку растормаживают, нажимая на рычаг 17. Он, опираясь своим основанием на рычаг 2 вызывает усилие растяжения на 10, которая сближает верхние плечи рычагов 2 и одновременно сжимает 8 и 14. При этом сходятся нижние плечи 1, и растормаживают лебедку. После прекращения нажатия на рычаг 17 усилие растяжения тяги 10 прекращается и рычаги 2 под действием пружины 8 и 14 расходятся. Фрикционные накладки 1 прижимаются к тормозному шкиву и затормаживают лебедку. Усилие сжатия тормозного шкива фрикционными накладками, регулируют затяжкой пружин 8 и 14. Пружину 14 расположенную со стороны рычага 17 регулируют, вращая гайки 11, которые перемещает винт 12 в осевом направлении, при этом может измениться усилие сжатия пружины 8. Затем увеличивают или уменьшают усилие сжатия пружины 8 вращая по резьбе фасонную гайку 9.

Отход фрикционных накладок от тормозного шкива контролируют, измеряя расстояние между дисками 15 и торцами электромагнита при обесточенной катушке 5 и в случае необходимости регулируют эту величину болтом 16.

## **8. Муфты и струбцины**

Муфты предназначены для передачи крутящего момента от одного вала к другому расположенному соосно с первым. В приводах лифтов применяют неразъемные муфты соединяющие валы между собой и допускающие их разъединение только при разборке муфт.

В лифтах наиболее распространены упругие муфты рисунок 16: втулочно-пальцевые (МУВП) и со звездочками.

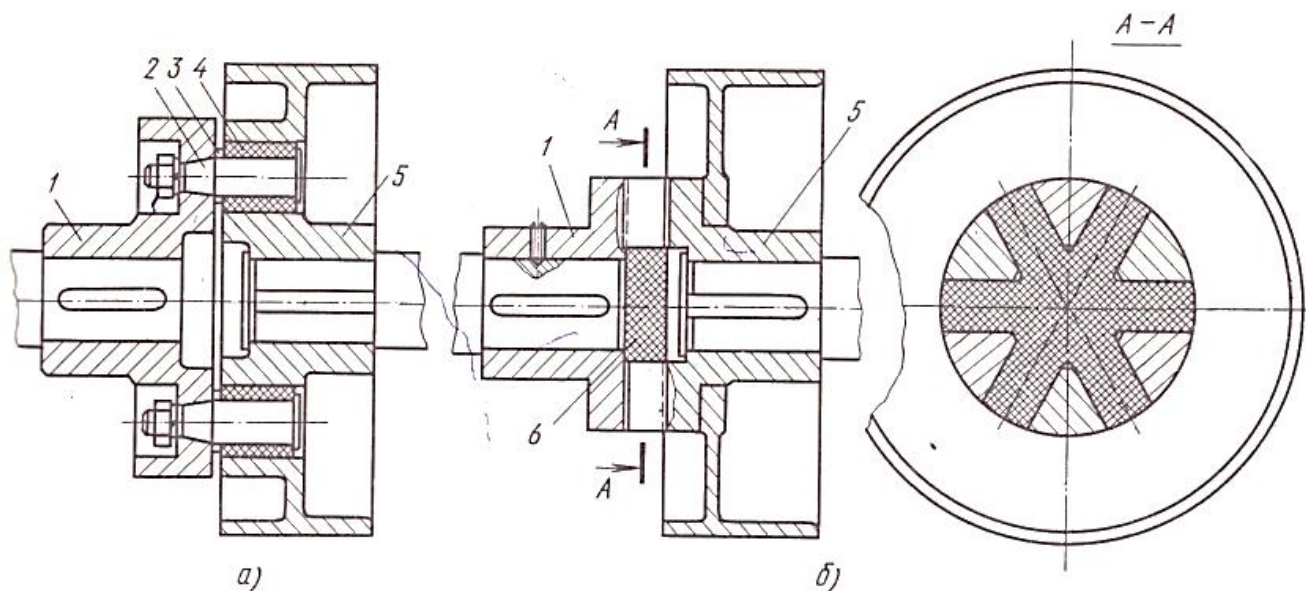


Рисунок 16 – Упругие муфты

а – втулочно-пальцевая; б – со звездочкой; 1, 5 – полумуфты; 2 – палец; 3, 4 – втулки; 6 – звездочка

Втулочно-пальцевая муфта состоит из двух полумуфт 1 и 5 насаженных на концы соединяемых валов со шпонками; стальных пальцев 2 закреплённых к полумуфте 1 гайкой с пружинной шайбой; упругих элементов в виде набора колец трапецеидального сечения или втулки 4 стальной втулке 3 фиксирующей втулку 4 в осевом направлении и болтов, предохраняющих полумуфты от перемещения вдоль вала.

Одна из полумуфт выполнена в виде тормозного шкива, установленного по кинематической цепи привода ближе к канатоведущему органу, то есть на входной вал редуктора.

Муфта с упругой звездочкой включает в себя полумуфты 1 и 5 фланцевого типа, между ними расположена упругая звездочка 6 во впадинах которой помещены торцевые кулачки полумуфт.

Муфты позволяют компенсировать незначительные неточности установки валов (перекосы до  $1^\circ$ ) и радиальное смещение валов (0,2...0,3 мм). Зачем особенно тщательно нужно следить при монтаже и ремонте агрегата.

Струбцина рисунок 17 служит для фиксации каната на ручьях канатоведущего шкива за счет чего может быть резко увеличена сила трения каната по шкиву и натяжение каната с одной стороны шкива.

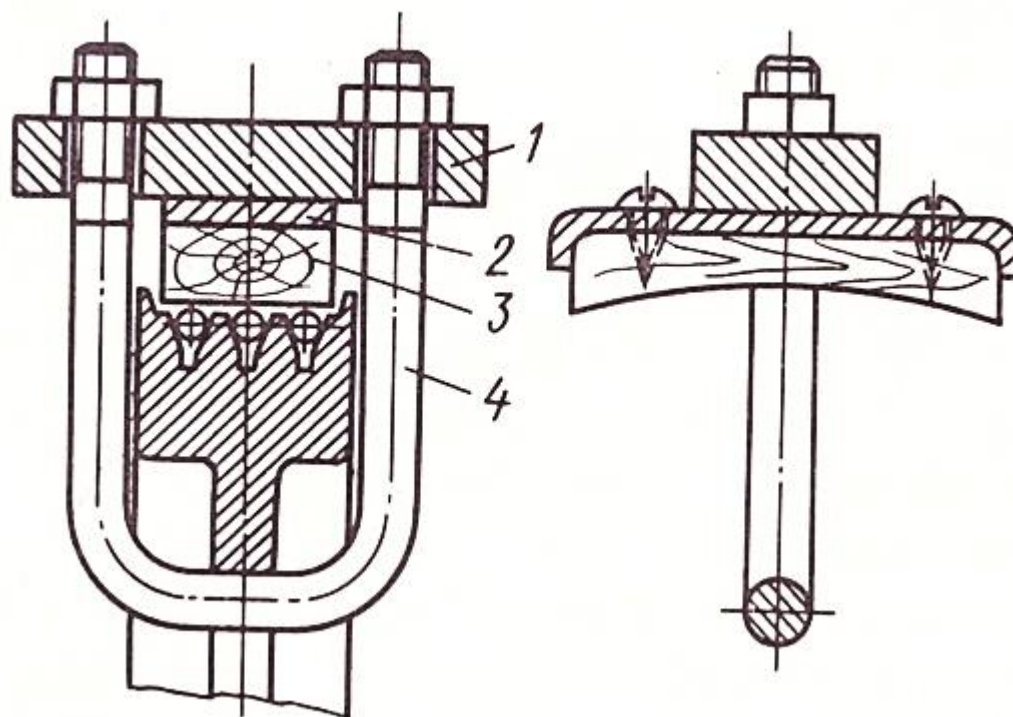


Рисунок 17 – Струбцина

1 – пластина; 2 – обойма; 3 – брусок; 4 – стержень

Состоит струбцина со стальной пластины 1 U-образного стержня 4 с гайками и деревянного бруска 3 в обойме 2.

Наиболее часто струбцину применяют при смене подъемных канатов и снятие кабины (противовеса) с ловителей. При их срабатывании кабина заклинивается на направляющих. Для снятия ее с направляющих сил трения канатов по канатоведущему шкиву создаваемых противовесом недостаточно. Струбцину устанавливают на канатоведущий шкив в зоне набегания подъемных канатов на шкив гайками прижимают канаты к ручьям шкива искусственно создавая большую силу трения между ними. Нажатием на рукоятку электромагнита растормаживают тормоз лебедки и вручную используя массу противовеса, поворачивают канатоведущий шкив на небольшой угол, таким образом поднимают кабину и снимают ее с ловителя.

## **ТЕМА 2 УСТРОЙСТВО ЛИФТОВОГО ХОЗЯЙСТВА. ШАХТЫ ЛИФТОВ. КАБИН. ДВЕРИ ШАХТЫ И КАБИН ЛИФТОВ**

### **Глава 3. Шахты, машинные помещения, направляющие**

#### **9. Шахты**

Шахтой называют строительную часть лифта, в которой перемещаются кабина и противовес. Шахта расположена по всей высоте здания, ограждена со всех сторон и снабжена верхним перекрытием и полом. На каждой остановке шахта оборудована дверями с автоматическим замком. По высоте шахты закреплены направляющие кабины и направляющие противовеса. Внутри шахты помещены подъемные канаты, канат ограничителя скорости, элементы аппаратуры управления лифтом, электропроводка и электрический кабель.

В шахте лифта разрешается прокладывать только санитарно технические, электрические и телефонные коммуникации. Пускорегулирующие устройства этих коммуникаций и разъемы размещают вне шахты. Часть шахты за нижним уровнем рабочего положения кабины, где размещены буфера (упоры), натяжные устройства каната ограничителя скорости, концевые выключатели, называется приямком.

Для лифтов с верхним расположением привода над шахтой размещено машинное помещение, в котором установлены лебедка, ограничитель скорости и станция управления. В лифтах с лебедками, в состав которых входят контрблоки, под машинным помещением предусмотрено блочное помещение.

В зависимости от конструкции шахты подразделяют на несущие и ненесущие. В первых все нагрузки от привода лифта, направляющих кабины и противовеса, а также силы тяжести элементов шахты и ее оборудования воспринимаются непосредственно шахтой. Во-вторых, эти нагрузки приходятся на элементы здания, поэтому такие шахты делают более легкими.

Шахты можно выполнять из различных стеновых материалов (кирпича, бетонных блоков, шлакобетона). Допускается изготавливать металлокаркасные шахты, состоящие из вертикальных стоек прокатного профиля, соединенных между собой горизонтальными рамами, а в некоторых случаях и раскосами.

Металлокаркасные шахты ограждают металлическими листами толщиной не менее 1,4 мм, сеткой из стальной проволоки диаметром не менее 1,6 мм с ячейками размером не более 20X20 мм либо стеклом толщиной не менее 8 мм или армированным стеклом толщиной не менее 6 мм, а для приставных лифтов с двойным остеклением - не менее 4 мм. При использовании сетки или стекла делают ограждения со стороны площадок, прилегающих к шахте, металлическими листами толщиной не менее 1,4 мм на высоту не менее 1000 мм от уровня пола площадки.

Дверные проемы шахт в лифтах обрамляют двумя вертикальными боковыми и одной горизонтальной верхней балками фасонного” прокатного профиля, выполненными из легкого сплава.



На одном боковом вертикальном обрамлении предусмотрены прямоугольные отверстия, в которых укреплены аппарат для вызова на этаж кабины лифта и световой указатель направления движения кабины, на горизонтальном верхнем обрамлении - световое табло, указывающее этаж, на котором находится кабина лифта.

Для удобства осмотра и обслуживания кабины и другого оборудования ограждение в пределах нижнего этажа можно выполнять в виде съемных щитов. Щиты крепят так, чтобы их нельзя было снять без применения инструментов. Обслуживающему персоналу запрещается снимать щиты при работающем лифте.

Ограждение шахты всегда должно быть исправным, так как отверстие в порванной сетке или разбитое стекло могут стать причиной несчастного случая или аварии. Для безопасного обслуживания лифтов высота их шахты должна быть такой, чтобы расстояние от площадок на крыше кабины до выступающих элементов перекрытия над шахтой или оборудования, установленного под перекрытием, составляло не менее 750 мм. При этом противовес должен быть остановлен на полностью сжатом буфере. Глубина приямка должна быть такой, чтобы под нижними выступающими частями кабины, находящейся на полностью сжатых буферах или упорах, оставалось пространство над полом приямка высотой не менее 500 мм (башмаки и козырек под порогом не учитываются). У малых грузовых лифтов это расстояние может быть снижено до 50 мм. Приямки глубиной свыше 2000 мм снабжают входной дверью, открывающейся наружу и запирающейся на замок, глубиной до 2000 мм - лестницей, ступеньками или скобами для облегчения входа и выхода.

В нижнем рабочем положении кабины или противовеса их буферная плита находится от головки буфера на расстоянии не более 200 мм. Зазоры между порогами дверей шахты и кабины должны быть одинаковыми по всей длине порога (не менее 15 и не более 50 мм), а расстояние между наружной поверхностью дверей кабины и стеной шахты — не менее 25 мм и не более 200 мм у лифтов с раздвижными дверями со створками в одной плоскости и 250 мм - у лифтов с раздвижными дверями со створками в двух плоскостях и с вертикально-раздвижными дверями. Выступающие части кабины и выступающие части ограждения шахты со стороны, не обращенной к дверям кабины, должны находиться на расстоянии не менее 25 мм, а при ограждении сеткой расстояние до нее - не менее 50 мм.

Для удобства осмотра и обслуживания ловителей расстояние от наружной поверхности стенки кабины до внутренней поверхности ограждения шахты со стороны ловителей должно быть не менее 200 мм и не более 350 мм (без учета поясов металлоконструкции, выступающих внутрь шахты не более чем на 50 мм).

Выступающие детали противовеса должны находиться от выступающих деталей ограждения на расстоянии не менее 25 мм, а при ограждении сеткой — не

менее 50 мм от нее. Расстояние между выступающими частями противовеса и кабины должно быть не менее 50 мм.

## **10. Машинное помещение**

Машинным помещением называют помещение, оборудованное электрическим освещением, а часто вентиляцией и отоплением, где устанавливают лебедки, ограничители скорости, панели управления (магнитную станцию), электромеханические преобразователи, трансформаторы и другую аппаратуру. В редких случаях лебедку и панель управления размещают в различных помещениях, между которыми устанавливают телефонную связь.

Для малых грузовых лифтов специального машинного помещения можно не делать. Лебедку ограждают прочным металлическим кожухом, запирающимся на замок, а панель управления — закрывающимся металлическим шкафом, установленным в непосредственной близости от лебедки.

Можно размещать машинное помещение как в верхней части лифта (над шахтой), так и в его нижней части. Машинное помещение и помещение для верхних блоков снабжают сплошным ограждением со всех сторон и на всю высоту, а также верхним перекрытием и полом.

В машинном помещении лифтов (кроме малых грузовых) устанавливают балку или крюк для подвески грузоподъемного устройства, с помощью которого обслуживают механизмы.

Размеры машинных помещений должны позволять обслуживать и ремонтировать размещенное в них оборудование. Высота в свету машинного помещения, считая от уровня пола до наинизших частей перекрытия, должна быть не менее 1800 мм. Подход к лебедке и двигателю-генератору должен быть не менее чем с двух сторон и шириной не менее 500 мм. Перед входом в машинное помещение предусматривают свободную площадку размером не менее 1000X1000 мм.

При использовании балок, преграждающих проходы в машинное и блочное помещения, устраивают переходы в виде настилов с лестницами; расстояние между настилом и потолком помещения должно быть не менее 1500 мм. Если пол машинного помещения и подход к нему находятся на разных уровнях, превышающих 350 мм, устраивают постоянные лестницы (ступени), снабженные в необходимых случаях перилами, трапами.

Для пропуска канатов в полу предусматривают отверстия, обеспечивающие зазор между канатами и кромками отверстия не менее 25 и не более 50 мм. Чтобы детали и инструменты не скатывались в эти отверстия, последние окантовывают бортиками высотой не менее 50 мм над уровнем пола.

В машинном помещении не разрешается держать и устанавливать оборудование, не относящееся к эксплуатации лифта. Двери машинного помещения и помещения для верхних блоков запирают на замок.

## 11. Направляющие

Направляющими называют прямые элементы, которые подобно рельсам проложены внутри шахты по ее высоте и служат для правильного направления движения кабины и противовеса. С помощью башмаков направляющие фиксируют их в горизонтальной плоскости, обеспечивая определенное взаимное положение кабины и противовеса как между собой, так и относительно неподвижных элементов шахты. Кроме того, на направляющих удерживается кабина (иногда противовес), если срабатывают ловители при аварийной ситуации.

На кабине и противовесе устанавливают по четыре башмака — по два со стороны каждой направляющей. Чтобы исключить перекосяк и заклинивание подвижных частей лифта, башмаки устанавливают на направляющих по вертикали на возможно большем расстоянии один от другого, используя всю высоту кабины и противовеса.

Направляющие монтируют с достаточной точностью, а торцовые части их хорошо стыкуют, иначе кабина перемещается в горизонтальном направлении рывками, нагружая дополнительно элементы лифта, вызывая этим неприятное ощущение у пассажиров и создавая шум во время действия лифта.

Направляющие воспринимают следующие нагрузки:

- горизонтальные усилия от кабины и противовеса, передаваемые башмаками в том случае, если центр тяжести противовеса или кабины (как грузовой, так и порожней) смещен от вертикали, проходящей через точку их подвески;
- вертикальные усилия от силы тяжести направляющих и трения между направляющими и башмаками;
- усилие от посадки на ловители кабины с грузом, равным 1,1 от номинального; это усилие представляет собой наиболее значительную нагрузку, на которую в основном и рассчитаны направляющие.

На рисунке 18 представлены некоторое сечение металлических направляющих. Для менее ответственных лифтов применяют неспециализированные прокатные профили. Реже используют направляющие трубчатого профиля. Для повышения качества рабочих поверхностей, направляющих прокатные профили, покрывают тонкостенной облицовкой. Всем требованиям кабинных направляющих отвечает прокат таврового сечения. Направляющие не испытывают нагрузок со стороны противовеса поэтому в лифтах грузоподъемностью 400 и 630 кг их выполняют из углового проката. Составляют направляющие из отрезков 4...5 м.

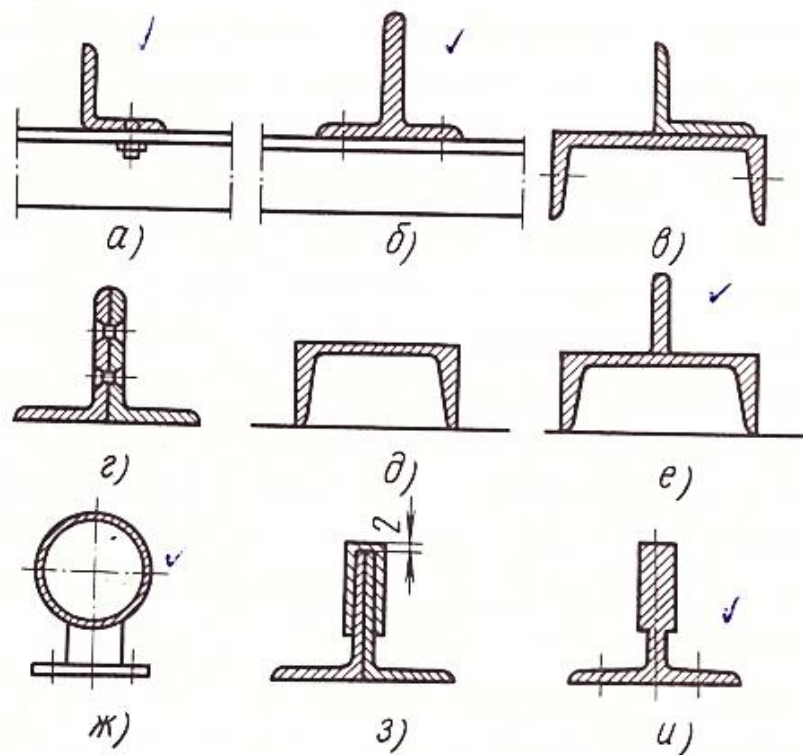


Рисунок 18 – Сечения направляющих

а, б, в, г, д, е – из неспециальных прокатных профилей; ж – трубчатый профиль; з – с металлической облицовки; и – специальный тавровый прокат

На рисунке 19 показана стыковка тавровых направляющих 1. Чтобы боковые рабочие поверхности направляющих совпадали на стыкуемые торцах и шип. Плотно входящие один в другой и исключают смещение боковых рабочих поверхностей, направляющих в поперечном направлении. Торцовые рабочие поверхности направляющих стыкуют, стягивая ботами подошвы направляющих к плоскости накладки 2. Она выполнена с двумя боковыми и одним центральным ребрами, что создает достаточную жесткость.

Если прочность направляющих в основном сечении и стыке одинаковы, то его можно располагать в любом месте пролета. В противном случае стык помещают в хоню крепления направляющих.

По способу закрепления концов направляющих их подразделяют на:

подвешенные;

опертые;

плавающие.

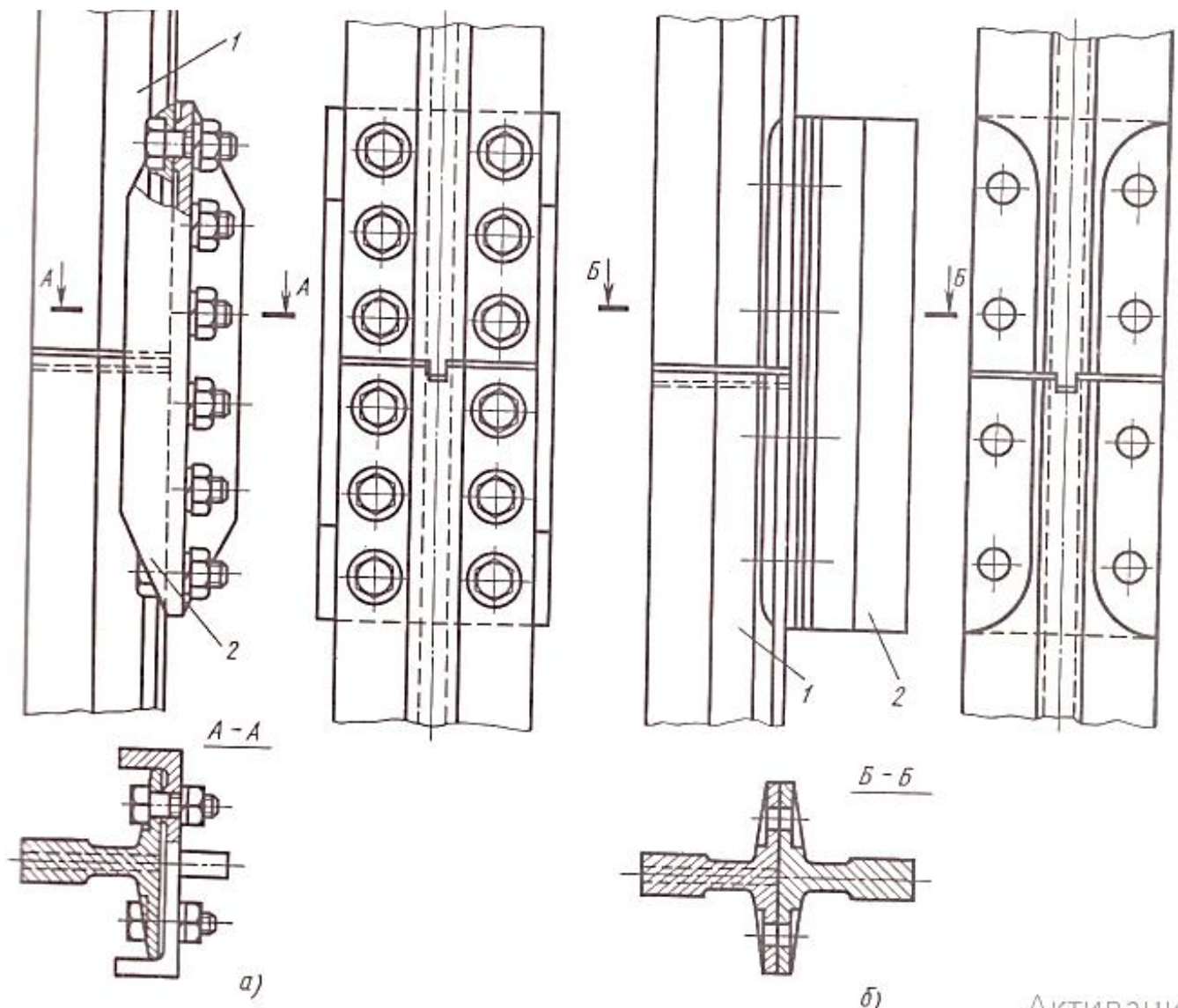


Рисунок 19 – Схемы стыковки секций тавровых направляющих

а – стыковой накладной; б – отрезком направляющей; 1 – направляющей; 2 – стыковая накладка

Подвешенные направляющие верхними концами крепят к балкам, а нижние концы не должны доходить до пола приямка на 100...150 мм. Этот зазор делать для того, чтобы при температурных расширениях, направляющих не было зацементированных собой концов системы, в которой могут возникнуть чрезвычайно большие нагрузки, искривляющие направляющие.

Подвешенные направляющие силой тяжести нагружают верхние балки и элементы шахты. На них действует усилие создаваемые подвижными частями лифта. Вследствие этого подвешенные направляющие применяют реже других.

Опертые направляющие снабжены опорными планками на нижних концах. Их часто заделывают в бетонное основание шахты на глубину 100...150 мм. Значительная доля всех вертикальных нагрузок, действующих на направляющие в этом случае передается на бетонное основание приямка.

Плавающие направляющие не доходят до дна прямка на 100...150 мм и до перекрытия шахты на 30...50 мм. Все нагрузки от них передаются на элементы шахты в точки закрепления направляющих.

Направляющие крепят к кронштейнам шахты жестким или подвижным способом (рисунок 20).

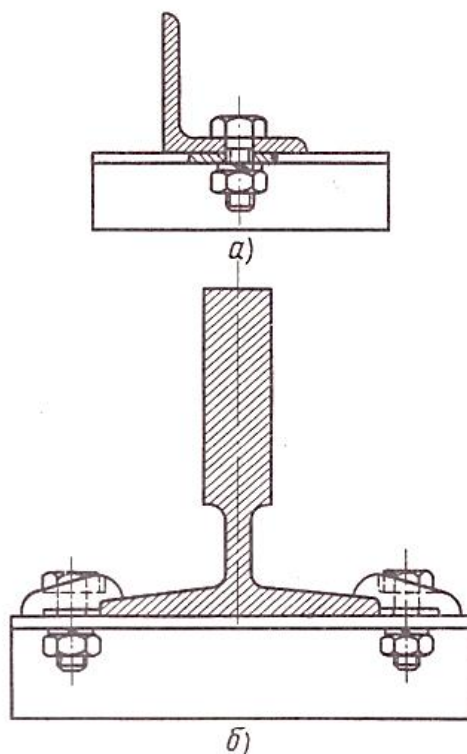


Рисунок 20 – Схемы крепления направляющих

а – жесткое; б – подвижное

Жесткий способ крепления не допускает перемещение направляющих относительно кронштейнов. Такое крепление может привести к искривлению направляющих при осадке здания и значительных изменениях температуры внутри шахты. Поэтому его применяют в лифтах небольшой высоты.

Подвижный способ крепления направляющих выполняют прижимами. При появлении очень больших усилий вдоль направляющих последний может переместиться, не искривляя и не нагружая элементы крепления чрезмерными усилиями.

Направляющие крепят через 1,5...3,6 метра на уровне этажных перекрытий, так как для этого можно использовать элементы каркаса здания.

На рисунке 21 представлены некоторые способы крепления направляющих кабины и противовеса. Закладные элементы 1 (швеллеры или уголки) приваривают к каркасу 3 здания (рисунок 21, а, б) до бетонных работ, а уголок 2 — к закладному

элементу. Направляющие крепят прижимами 5. При этом тщательно проверяют положение закладных элементов и отклонения направляющих от заданного положения.

Если стены шахты достаточно прочные, то направляющие крепят к ним болтами с шайбами, как показано на рисунке 21, в, г, д. На рисунке 21, е, ж, з, и изображены схемы крепления направляющих в металлических шахтах, на рисунке 21, к, л — примеры крепления направляющих дюбелями 9, которые устанавливают в отверстия, выполненные в кирпичной шахте.

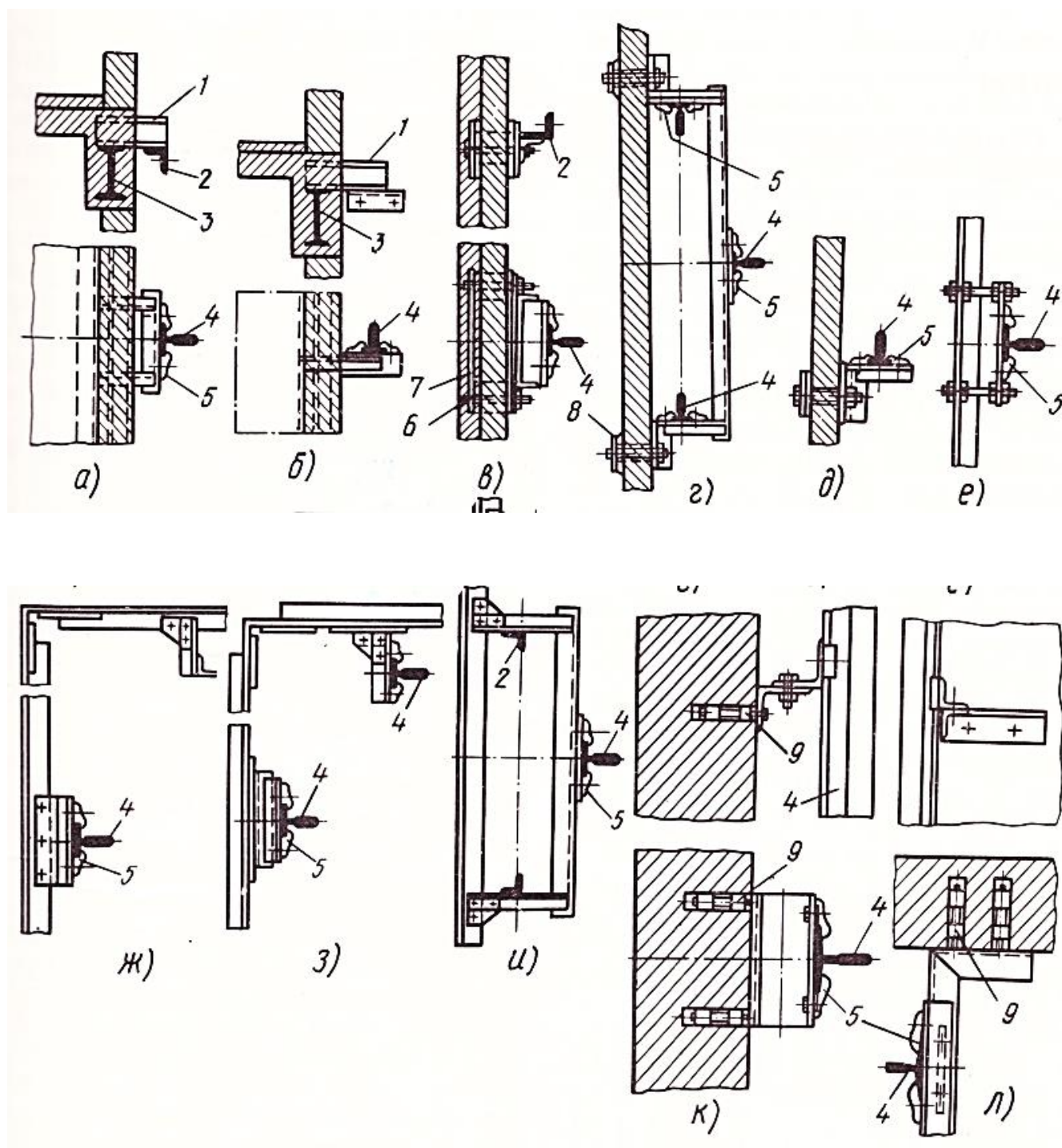


Рисунок 21 – Схемы крепления направляющих кабины и противовеса к элементам шахты

а, б – привариванием к каркасу здания; в, г, д – креплением болтами к стенкам; е, ж, з, и – креплением к металлическим элементам шахты; к, л – креплением дюбелями; 1 – закладной элемент; 2 – уголок; 3 – каркас; 4 – тавровая направляющая; 5 – прижим; 6 – болт; 7 – плита; 8 – шайба; 9 – дюбель

## **Глава 4. Кабины**

### **12. Общая компоновка элементов кабины**

Кабиной в лифтах называют закрытое сооружение, подвешенное на тяговых канатах, в котором люди и грузы перемещаются по высоте здания, обслуживаемого лифтом.

Кабина лифта состоит из двух основных элементов: каркаса, обеспечивающего четкое положение кабины при перемещении ее по направляющим внутри шахты, и купе, представляющего собой огражденное пространство, в котором пассажиры перемещаются по этажам обслуживаемого здания.

Конструкции кабин последней модели лифтов, выпускаемых отечественной промышленностью в настоящее время, принципиально одинаковы, но в зависимости от условий эксплуатации размеры кабин в горизонтальной плоскости различные. Условно кабины можно разделить на нормальные, у которых ширина и глубина кабины примерно одинаковы; на широкие, у которых ширина примерно в два раза больше ее глубины, и на глубокие, глубина которых примерно в два раза больше ширины.

В качестве примера на рисунке 22 изображена кабина пассажирского лифта грузоподъемностью 400 кг. Каркас кабины представляет собой прямоугольную раму из гнутого стального листового профиля и купе, образованное двумя боковыми и задней стенками, дверью, полом и потолочным перекрытием (потолком).



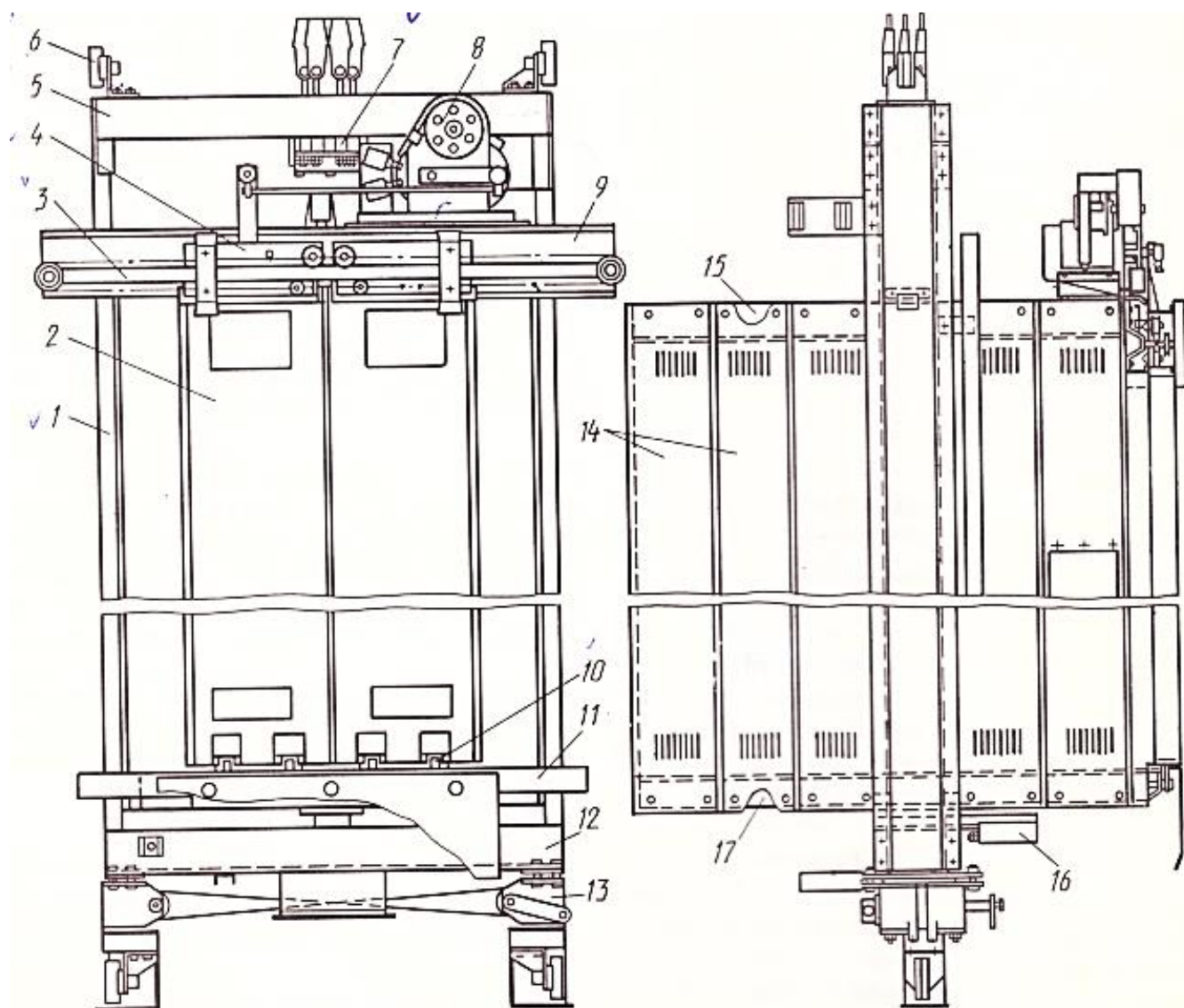


Рисунок 22 – Кабина пассажирского лифта

1 – стояк; 2 – дверь; 3 – линейка; 4 – каретка; 5, 9, 12 – балки каркаса; 6, 10 – башмаки; 7 – подвеска; 8 – механизм открывания дверей; 11 – порог двери; 13 – ловитель; 14 – щиты купе; 15 – потолочное перекрытие; 16 – устройство контроля загрузки кабины; 17 – пол

Каркас кабины состоит из верхней 5 и нижней 12 балок и двух стояков /, соединяющих эти балки по концам. По углам прямоугольной рамы каркаса расположены башмаки 6. Взаимодействуя с направляющими, проложенными по всей высоте шахты, башмаки четко фиксируют кабину в горизонтальном направлении. В нижней части каркаса установлены ловители 13, которые в аварийной ситуации захватывают направляющие и прочно удерживают на них кабину.

На средней части балки 5 каркаса укреплена канатная подвеска 7 кабины, передающая вес кабины и полезной нагрузки на тяговые канаты.

Купе должно ограждаться на всю высоту. Оно может быть выполнено из металлических листов толщиной не менее 1 мм, из деревянных панелей, древесностружечных плит или пластика достаточной прочности. Кабину пассажирских и больничных лифтов допускается ограждать стеклом толщиной не менее 7,5 мм. Остекление должно быть на высоте не менее 1000 мм от уровня пола. Ограждение стеклом кабин лифтов в жилых домах не разрешается. В грузовом лифте кабину можно ограждать металлической сеткой, аналогичной ограждению шахты.

В лифтах с автоматически открывающимися дверями над передней частью потолочного перекрытия устанавливают механизм 8 открывания дверей. В таких лифтах предусмотрена вентиляция. Если размеры площади пола 17 кабины превышают площадь, оговоренную в Правилах, то кабину оборудуют ограничителем грузоподъемности и сигнализатором перегрузки. В некоторых кабинах предусмотрена съемная перегородка, ограничивающая площадь пола кабины, чтобы исключить перегрузку лифта при свободном заполнении кабины. Перегородку можно снимать при перевозке крупногабаритных предметов.

Потолочное перекрытие 15 кабины должно выдерживать в любом месте сосредоточенную нагрузку 1000 Н, а также общую нагрузку от одновременного нахождения на нем двух человек. Это необходимо потому, что при эксплуатации лифта обслуживающий персонал проверяет и ремонтирует внутреннее оборудование шахты с этого перекрытия. Оно может быть оборудовано люком, который запирают на замок. Положение дверцы люка контролируют выключателем, который не позволяет включать механизм подъема лифта при открытом люке. У малых грузовых лифтов потолочное перекрытие можно не устраивать.

Каркас и купе — это отдельные сборочные единицы, которые соединены фиксаторами, показанными на рисунке 23.

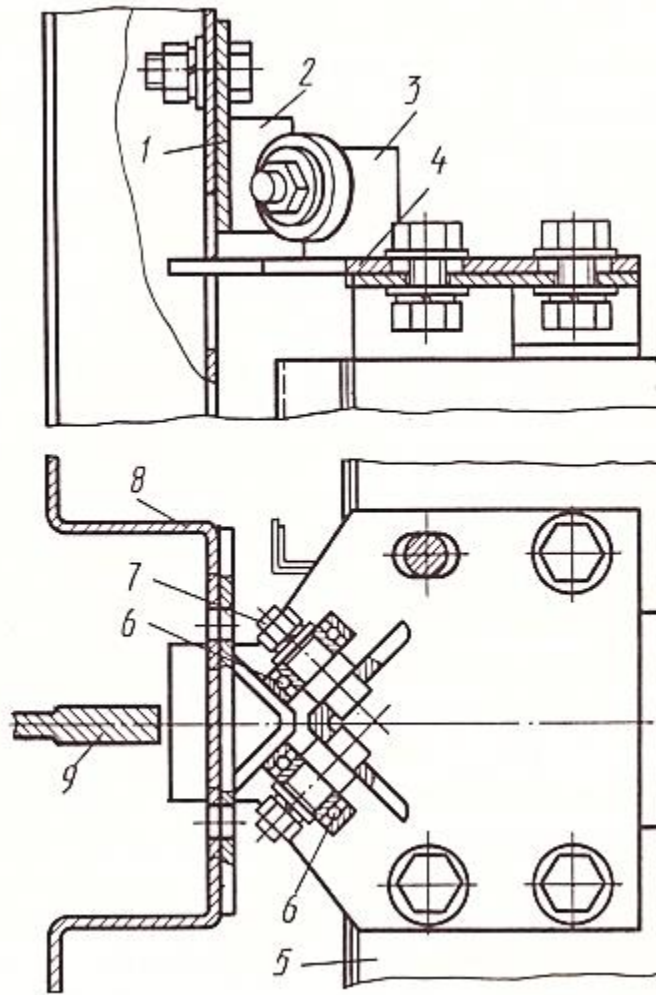


Рисунок 23 – Фиксаторы

1, 4 – пластины; 2, 3 – уголки; 5 – купе; 6 – шарикоподшипники; 7 – стержень; 8 – стояк; 9 – направляющая кабины

Верхнюю часть купе 5 фиксируют относительно стояка 8 каркаса только в горизонтальном направлении. Такая же конструкция фиксатора предусмотрена у пола кабины в нижней части купе.

Состоит фиксатор из двух частей, одну из которых крепят к вертикальному стояку 8 каркаса, а другую на внешних сторонах потолка и пола купе 5. К вертикальной пластине 1, установленной на внутренней поверхности стояка каркаса, приварен краями полок короткий равнобокий уголок 2 с вертикально расположенным обушком. Соответственно к наружным поверхностям потолка и пола купе 5 болтами прикреплена пластина 4, к которой присоединен торцом равнобокий уголок 3 несколько большего размера. В полках этого уголка выполнены отверстия, в которых заделаны два стержня 3, продольные оси которых взаимно перпендикулярны. На стержнях 7 расположены шарикоподшипники 6, которые цилиндрической поверхностью наружного кольца опираются на боковые поверхности уголка 2, закрепленного с помощью пластины 1 на стояке каркаса.

Для регулирования фиксатора в горизонтальной пластине 4 предусмотрены овальные отверстия для болтов. Это позволяет перемещать пластину относительно стояков 8 каркаса. Аналогичные фиксаторы установлены на потолке у противоположного стояка каркаса, а также у пола купе около обоих стояков.

Выбирая зазоры между шарикоподшипниками 6 и поверхностью уголка 2 во всех четырех фиксаторах, обеспечивают четкое положение купе относительно каркаса в горизонтальном направлении. Вертикальных нагрузок эти фиксаторы не воспринимают.

Нижние балки купе опираются на устройство контроля загрузки кабины, благодаря чему купе занимает четкое положение в вертикальном направлении.

Таким образом вертикальное усилие от веса купе и полезной нагрузки передается на нижнюю балку каркаса кабины, не нагружая при этом боковые фиксаторы. Если полезная вертикальная нагрузка приложена со смещением от центра кабины, то помимо устройства контроля загрузки кабины в работу включаются боковые фиксаторы купе, установленные на стояках каркаса, воспринимая только горизонтальные усилия.

### **13. Устройство контроля загрузки кабины**

Пассажирские лифты, работающие без проводника, оборудуют так, что при появлении в кабине полезной нагрузки (человека), управление автоматически переключается с наружного на внутренний из кабины, а при освобождении кабины обратно переключается на наружную. Эта задача решается либо с помощью подвижного пола, либо путём применения устройства контроля загрузки кабины.

При появлении в кабине пассажиров подвижный пол под их тяжестью опускается на 10...20 мм и воздействует на контактную систему, включая внутрикабинное управление. В тех случаях, когда лифт оборудован ограничителем грузоподъёмности, то при превышении нагрузки выше номинальной подвижный пол воздействует на соответствующее контактное устройство, которое не допускает включения электродвигателя механизма подъёма и включает световой сигнал "Лифт перегружен".

Освобождённый от полезной нагрузки пол под действием пружин или грузов, установленных под полом на рычагах, возвращается в исходное положение включая наружное управление лифта.

Устройство 16 контроля загрузки кабины (см рис. 22) установленный между балкой 12 каркаса и полом 17 купе. Состоит устройство (рис. 24, а) из основания 12 в виде пластины, которая жестко укреплена на нижней балке каркаса. Над основанием помещена упругая балка 1, опирающаяся на шарики 8 балки 11. К концу балки 1 жестко присоединены три кронштейна 7 с упорами 6. Балка 1 воспринимает нагрузку от купе через амортизатор 2, стойку 10 и шарик 9. На внутренней поверхности верхней плоскости корпуса 3 с помощью уголка и стальных пластинок установлены три рычажка 4.

Их концы взаимодействуют с микропереключателями 5, закрепленными на передней стенке корпуса 3 с помощью стальных пластинок и угловых кронштейнов. С внешней стороны передней стенки корпуса 3 через отверстия с резьбой ввернуты болты 13, упирающиеся в угловые кронштейны микропереключателей.

Устройство работает следующим образом. Вес купе и полезная нагрузка, действуя на упругую балку 1, вызывают её прогиб. Вместе с концевой частью балки 1 поворачиваются кронштейны 7 с упорами 6. Последние, выбрав зазор «а», нажимают на рычажок 4, поднимают и отводят его от микропереключателя. Срабатывая, он переключает цепи управления лифтом.

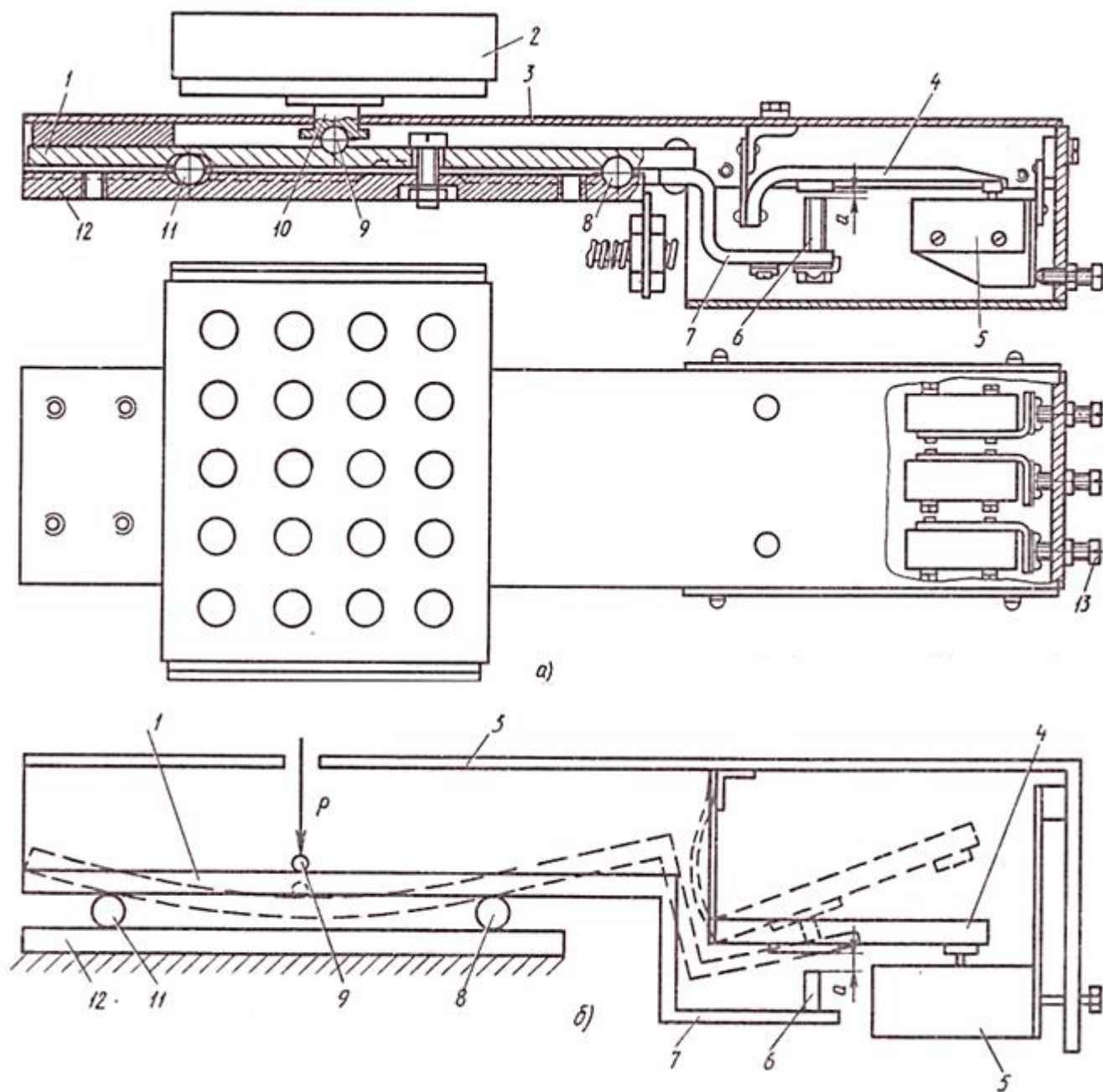


Рисунок 24 – Устройство контроля загрузки кабины

а – конструкция; б – схема работы; 1 – балка; 2 – амортизатор; 3 – корпус; 4 – рычажок; 5 – микропереключатели; 6 – упор; 7 – кронштейн; 8, 9, 11 – шарики; 10 – стойка; 12 – основание; 13 – регулировочные болты

При появлении в купе полезной нагрузки микропереключатели поочередно срабатывают в следующем порядке: первый - при нагрузке 15 кг, второй - 90% от номинальной грузоподъемности и третий - при 110% номинальной грузоподъемности.

Уменьшение полезной нагрузки лифта вызывает обратное действие элементов устройства.

На рис. 24, б сплошными линиями изображены элементы устройства в исходном положении (при отсутствии полезной нагрузки в лифте), а пунктирными - при действии полезной нагрузки.

Регулирование устройства сводится к тому, чтобы микропереключатели срабатывали в соответствии с указанными выше нагрузками. Для этого, вращая упоры 6, устанавливают зазор "а" между этим упором 6 и рычажком 4. Затем болтами 13 фиксируют моменты срабатывания микропереключателей при соответствующей полезной нагрузке в купе.

#### **14. Подвески и противовеса**

Подвесками кабины и противовеса называют устройства, с помощью которых канаты надежно крепят к кабине и противовесу, создавая одинаковое натяжение всех канатов. По числу отдельных канатов или противовес, подвески подразделяют на одно-, двух-, трёх- и многоканатные. Подвески бывают также полиспастные и бесполиспастные.

Полиспастные подвески применяют в выжимных и тротуарных лифтах, а также в тех случаях, когда нагрузка от кабины и противовеса настолько велика, что необходимо использовать канаты большого диаметра или значительное количество параллельно работающих канатов. Оба эти решения увеличивают расходы на изготовление и эксплуатацию лифта. Однако в лифтах грузоподъемностью 1000 кг предпочитают полиспастную подвеску.

Бесполиспастные подвески, в свою очередь, подразделяют на балансирные (рычажные), пружинные и жесткие.

Балансирные подвески, в свою очередь, делятся по числу подъемных канатов на двух-, трёх- и многоканатные.

Балансирные подвески состоят их тяги, к которой подвешен верхний ригель каркаса кабины, и балансиров (рычагов). В верхнем конце тяги выполнена проушина, к которой шарнирно присоединяют балансиры.

В двухканатной балансирной подвеске использован один горизонтальный двуплечий рычаг, к которому через оси крепят подъёмные канаты. Плечи рычага должны быть одинаковой длины, благодаря чему создается одинаковая нагрузка в этих канатах.

В трехканатной подвеске к верхней проушине тяги присоединен горизонтальный двуплечий рычаг с соотношением плеч 1:2. К плечу большей длины крепят один подъёмный канат, а к меньшему – короткую тягу со своим двуплечим рычагом, плечи которого одинаковы. На концах этого рычага фиксируют два каната. Такая подвеска позволяет распределять вес кабины с полезной нагрузкой одинаково по всем трём канатам. Аналогичным методом выполняют четырех-, пяти- и многоканатные подвески.

К недостаткам балансирных подвесок относятся их значительные размеры как в горизонтальной плоскости, так и по высоте и большие расстояния между канатами на подвеске, мешающие им укладываться на ручки шкива в пределах допустимых углов отклонения при приближении подвески к канатоведущему шкиву.

Для более компактного размещения канатов над подвеской используют устройства, сближающие ветви канатов. Так, например, в трёх- и четырёх- канатной подвеске применяют кольцо, охватывающее канаты и уменьшающее расстояние между ними.

В трёхканатной балансирной подвеске (рис. 25) верхний ригель 27 каркаса кабины опирается на амортизаторы 2, расположенные по концам поперечной швеллерной балки 1. В средней части балки укреплен центральная тяга 3, на верхнем конце которой шарнирно закреплён балансир 6. По его концам на осях 5 и 24 расположены тяги 11 и 23. На тяге 11 шарнирно укреплен балансир 28 к концам которого с помощью втулки 12 с клином присоединены 2 подъёмных каната, а к верхнему концу тяги 23 таким же способом – третий канат. На верхнем ригеле каркаса шарнирно укреплен рамка 21, приводящая в действие конечный выключатель 20.

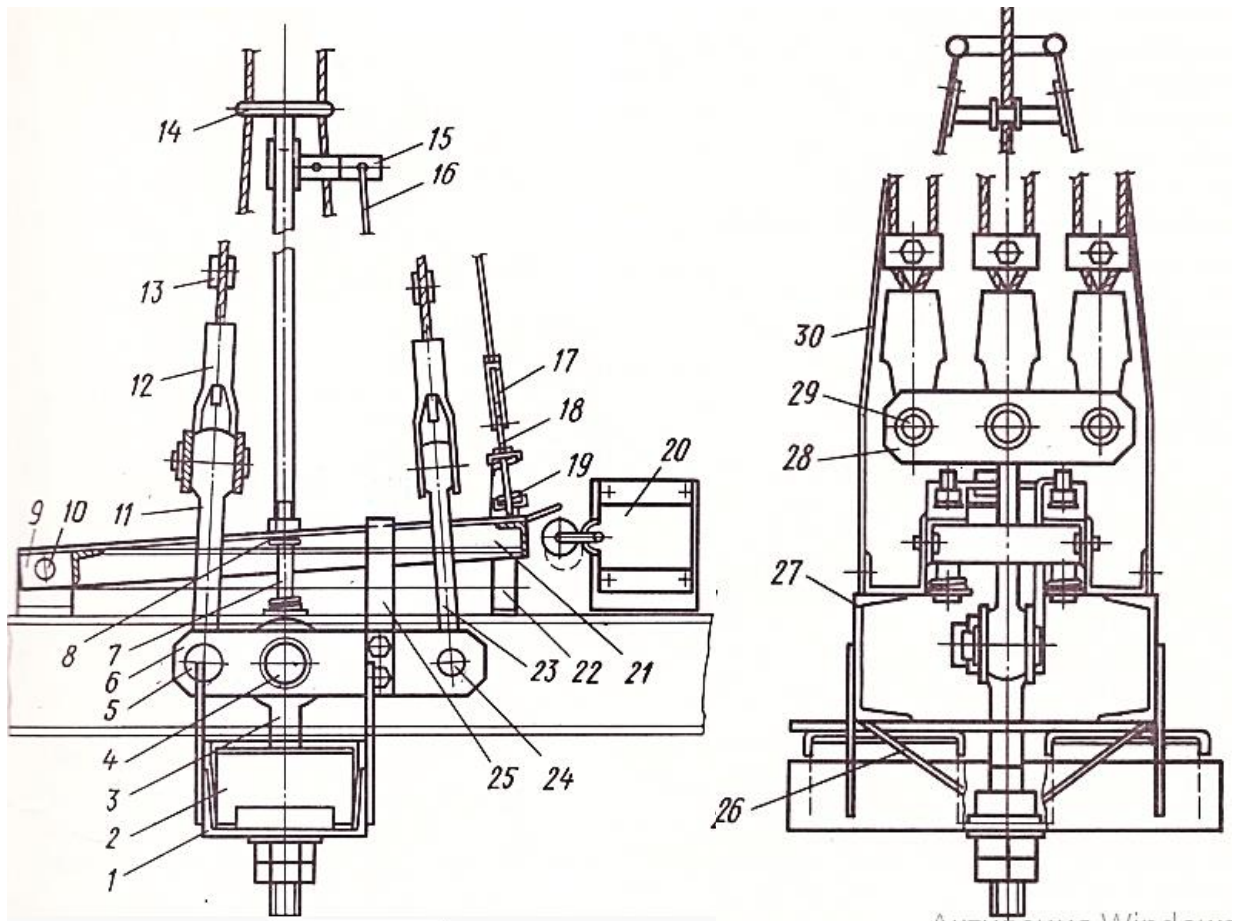


Рисунок 25 – Трёхканатная балансирующая подвеска

1 – балка; 2 – амортизатор; 3, 11, 16, 18, 23, 30 – тяги; 4, 5, 10, 24, 29 – оси; 6, 28 – балансиры; 7 – болты; 8, 19 – пружины; 9, 15, 22, 25 – кронштейны; 12 – втулка; 13 – зажим; 14 – кольцо; 17 – вилка; 20 – выключатель; 21 – рамка; 26 – проволока; 27 – ригель

Трёхканатная подвеска работает следующим образом. В исходном положении балансиры 6 и 28 расположены горизонтально. Рамка 21 пружиной 8 отжата в верхнее положение. Между роликом выключателя 20 и рабочей площадкой рамки 21 предусмотрен зазор 7 мм. В таком положении подвеска работает, создавая одинаковые нагрузки на канаты и одновременно сглаживая динамические нагрузки с помощью резинового амортизатора 2. При вытяжке какого-либо каната плечо балансира этого каната опускается на соответствующую величину. Если происходит перекоп балансира 28, то опустившийся его конец нажимает на рамку 21 и, сжимая пружину 8, опускает конец рамки с рабочей площадкой. Она нажимает на ролик выключателя 20, переключая контакты, что вызывает остановку двигателя и лифта.

Если канат удлиняется со стороны тяги 23, то это вызывает перекоп балансира 6. На рамку 21 воздействует Г-образный кронштейн 25, укрепленный на этом балансире. Рамка, как и в первом случае, опускается, воздействуя на ролик конечного выключателя и останавливает электродвигатель.



За счёт длины балансиров расстояние между канатами становится сравнительно большим, что ухудшает условие набегания канатов на ручьи канатоведущего шкива при подходе кабины к верхним этажам. Для сближения канатов в подвеске предусмотрено кольцо 14, которое расположено на расстоянии 0,5 м от ригеля 27. Вследствие натяжения канатов кольцо стремится подняться по канатам. Его удерживают тяги 30, закреплённые на ригеле 27.

Чтобы повысить надёжность крепления тяговых канатов в клиновых втулках 12 предусмотрены зажимы 13. При сборке и ремонте лифта обеспечивают свободное вращение тяг и балансиров на их осях.

В систему подвески включено устройство, фиксирующее одновременное ослабление (обрыв) всех канатов. Оно представляет собой кронштейн 15, закреплённый на тягах 30, удерживающих кольцо 14 от подъёма. На ригеле 27 установлен кронштейн 22. Между кронштейнами 15 и 22 расположены тяги 16 и 18, а между ними – вилка 17, позволяющая регулировать это устройство. Под верхней перемычкой кронштейна 22 помещена сжатая пружина 19, создающая натяжение в тягах 16 и 18.

Устройство работает следующим образом: при натяжении подъёмных канатов кольцо 14 расположено на определённом расстоянии от кабины, одновременно удерживая в соответствующем положении кронштейн 15. Пружина 19 держит тяги 16 и 18 в нагруженном состоянии.

При ослаблении всех канатов сжатая пружина 19, действуя через тяги 16 и 18, перемещает кронштейн 15 в сторону, позволяя тяге 18 переместиться в осевом направлении. Нижний конец пружины нажимает на рамку 21 и опускает её, заставив при этом сработать выключатель 20 и обесточить привод.

Не допускается устанавливать балансирные подвески одновременно на кабине и противовесе, т.к. даже при незначительной разнице в диаметрах ручьев канатоведущего шкива, или при различных приведенных коэффициентах трения канатов по ручьям балансиры поворачиваются и выключаются из работы, перегружая отдельные канаты.

Пружинные подвески часто применяются для выравнивания усилий в канатах лифтов, особенно в тех случаях, когда подвешивают кабины на пяти, шести канатах и более.

Одноканатная пружинная подвеска включает в себя пружину, опирающуюся верхним концом на верхний ригель каркаса кабины или противовеса, а нижним на шайбу, зафиксированную гайками на тяге. В верхнем конце тяги сделана проушина, с помощью которой тягу соединяют с коушем или другим устройством для заделки концов каната (см. пункт 20).

Многоканатная пружинная подвеска представляет собой систему одноканатных подвесок. Габаритные размеры подвески определяются габаритными размерами пружин.

В нижней части четырёхканатной пружинной подвески (рисунок 26) под штырями 1 помещена рычажная система 3, которая при ослаблении хотя бы одного каната заставляет срабатывать контактное устройство 4 и останавливать лифт. Т.к. канаты в процессе эксплуатации лифта вытягиваются неодинаково, то для выравнивания расстояния между штырями и нижним рычагом на концы штырей навёртывают удлинённые гайки 2, позволяющие регулировать это расстояние.

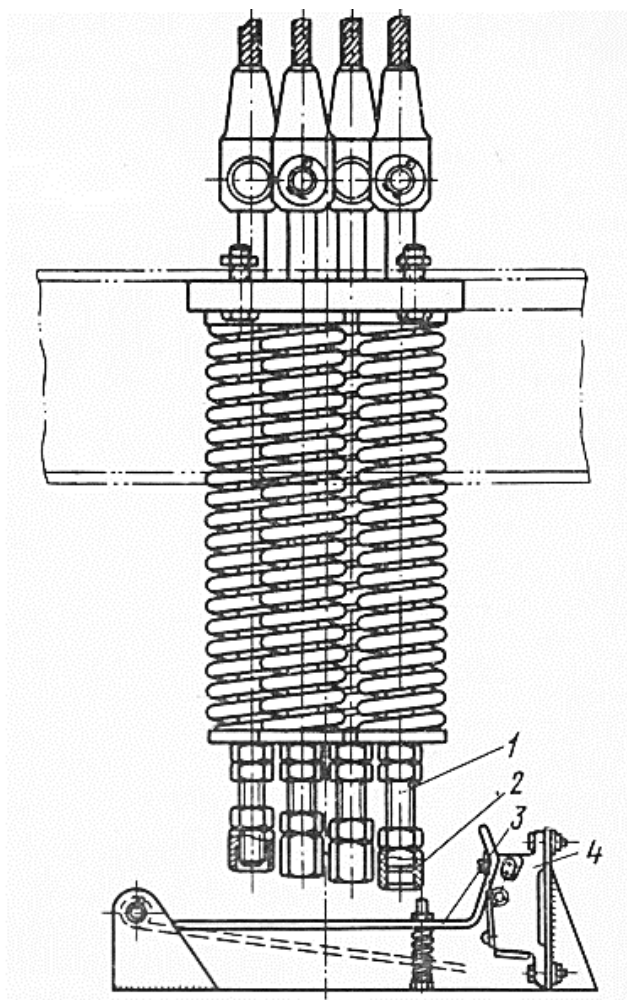


Рисунок 26 – Четырёхканатная пружинная подвеска

1 – штырь; 2 – гайка; 3 – рычажная система; 4 – контактное устройство

В жёсткой подвеске (рис. 27) кабины, устанавливаемой на пассажирских лифтах последних моделей, отсутствуют амортизаторы и устройства для выравнивания усилий в тяговых канатах. Подвеску ставят на середине верхней балки 1 каркаса кабины. Концы подъёмных канатов фиксированы клином 10 в

клиновой обойме 11, которая осью 12 шарнирно соединена с тягой 13. Она проходит через отверстие балки 1 и основания 7 подвески.

На концевую часть тяги 13 надеты пружины 3 и стакан 2, которые удерживаются на тяге шайбой с гайками 4, навинченными на её резьбовую часть.

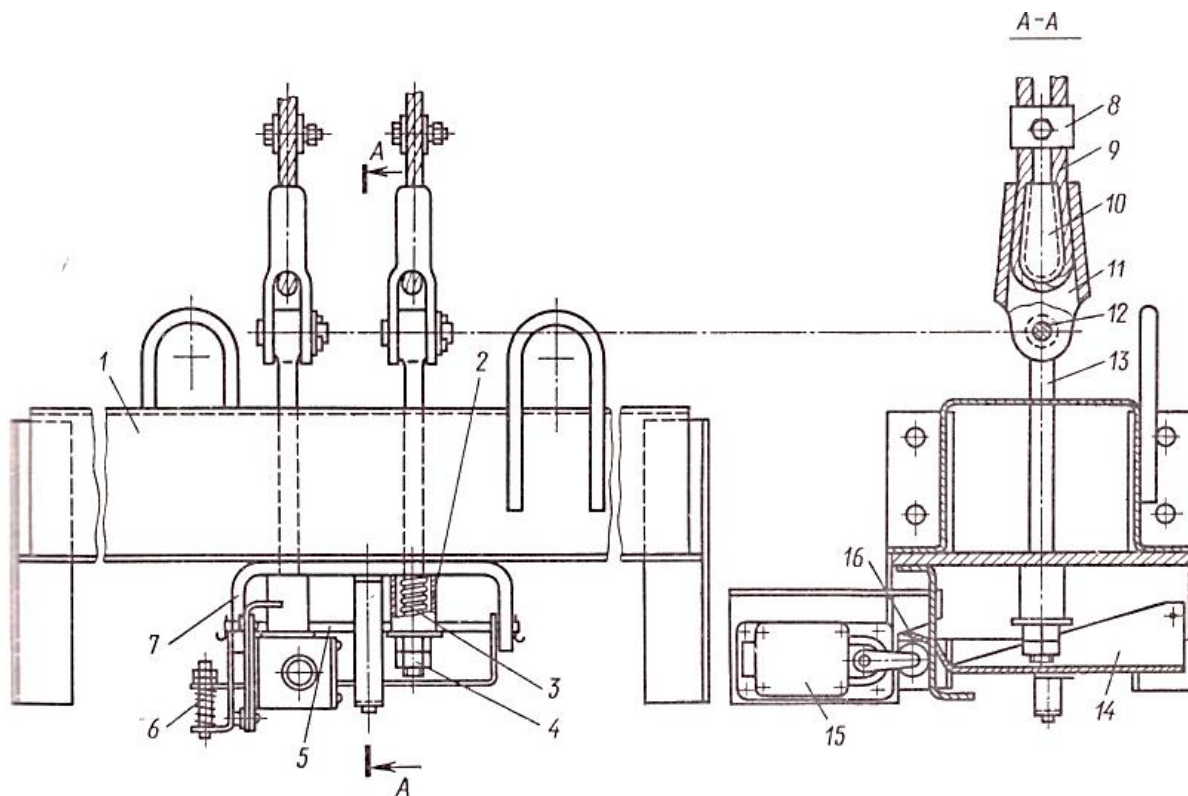


Рисунок 27 – Жесткая канатная подвеска кабины

1 – балка; 2 – стакан; 3, 6 – пружина; 4 – гайка; 5, 12 – оси; 7 – основание; 8 – прижим; 9 – канат; 10 – клин; 11 – клиновидная обойма; 13 – тяга; 14 – рычаг; 15 – выключатель; 16 – отводка

Основание 7 несёт на себе неподвижно закреплённый выключатель 15 и шарнирно подвешенный рычаг 14. Выключатель 15 отключает электропитание лебёдки в случае ослабления или обрыва тягового каната 9. Рычаг 14 представляет собой горизонтальную площадку с отогнутыми бортами, которая охватывает пространство под тягами 13. На конце рычага 14 выполнена отводка 16, расположенная над роликом выключателя 15, а на боковой части рычага предусмотрен кронштейн, опирающийся на пружину 6.

Подвеска работает следующим образом: сила тяжести кабины и полезной нагрузки со стороны балки 1 и основания 7 подвески передаётся на концевую часть тяги 13 и соответственно на канат 9 через стакан 2 и пружину 3, однако в силу недостаточной жёсткости пружины основная часть усилия передаётся стакану, в результате чего пружина 3 амортизирующих свойств в данной подвеске не

проявляет. При ослаблении или обрыве каната усилие, воспринимаемое тягой 13 уменьшается и в определённый момент стакан от сжимающего усилия полностью освобождается. При дальнейшем уменьшении усилия в тяговом канате пружина 3 начинает разжиматься, увеличивая свою длину и одновременно опуская тягу 13 относительно основания 7 подвески. После того, как выберется зазор между торцом тяги 13 и поверхностью рычага 14 он под действием тяги 13 начнёт поворачиваться относительно оси 5, сжимая при этом пружину 6. В результате поворота рычага 14 отводка 16 воздействует на ролик выключателя 15, который отключает лебёдку от электропитания.

В жёсткой подвеске, в отличие от рычажной, натяжение тяговых канатов не выравнивается, т.к. на концах тяговых канатов со стороны противовеса установлена прижимная подвеска, аналогичная той, которая показана на рис. 26 (за исключением рычажной системы 3 и контактного устройства 4), то это способствует равномерному распределению усилий по канатам.

### **15. Направляющие башмаки кабин и противовеса**

Направляющими башмаками называют устройства, устройства с помощью которых каждая направляющая, проложенная по всей высоте шахты, охватывается с трех сторон, чем обеспечивается четкая фиксация кабины и противовеса в горизонтальном направлении. Башмаки жестко крепят по углам вертикальных рам каркасов кабины и противовеса с наибольшим возможным удалением по вертикали одного башмака от другого.

При центральном расположении центров тяжести кабины с грузом и противовеса их направляющие башмаки никаких нагрузок не воспринимают, передавая их на канатные подвески. Такого идеального положения масс почти не бывает. Смещение нагрузки от центра кабины по ширине или глубине вызывает соответствующие нагрузки на башмаки кабины и направляющие.

Различают два типа башмаков: скользящие и роликовые. Простейшая конструкция скользящего башмака представлена на рис. 28, а. Такие башмаки можно применять только на грузовых лифтах с малыми скоростями при небольшой высоте обслуживаемого помещения. В пассажирских лифтах со скоростью до 1.6 м/с применяют башмаки с капроновыми вкладышами (рис. 28, б, в). Для крепления башмаков к каркасу кабины или противовеса в основании 1 предусмотрены четыре продолговатые отверстия, позволяющих при установке башмаков регулировать их положение относительно каркаса, а следовательно, и положение каркаса относительно направляющих в шахте. Рабочей частью башмака, охватывающей направляющую с трех сторон, служат капроновые вкладыши 4 и 8.

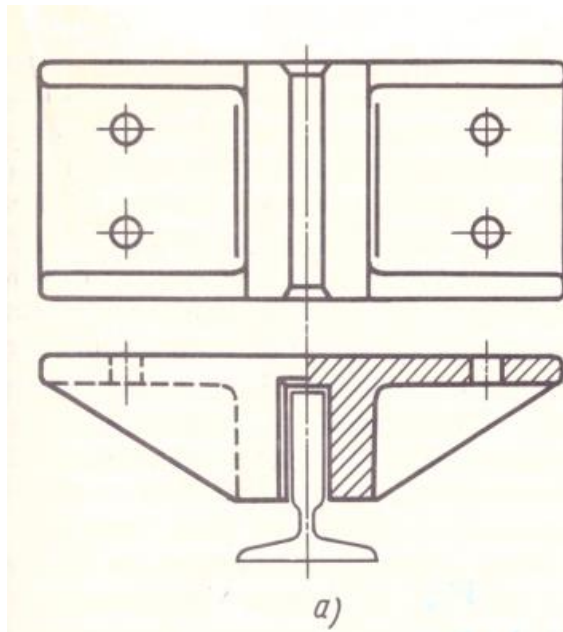
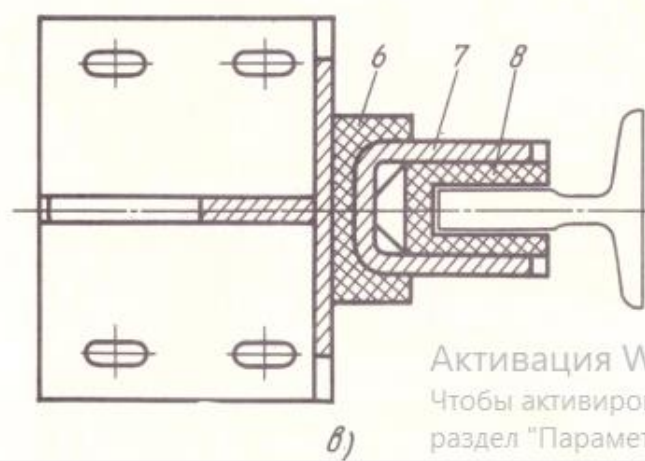
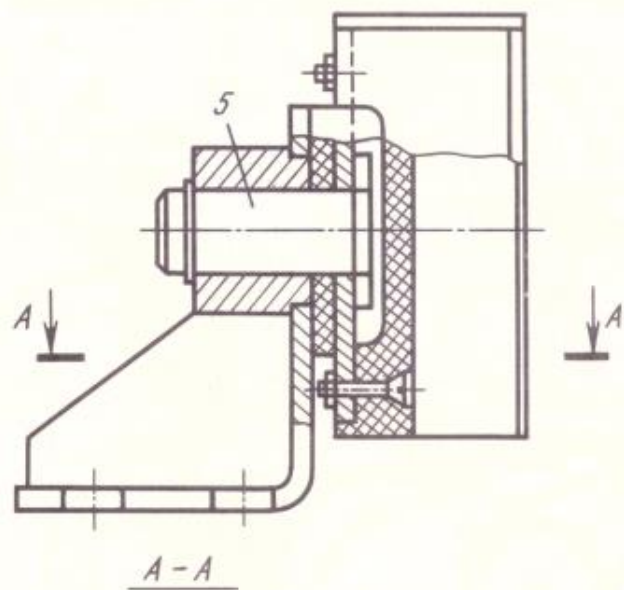
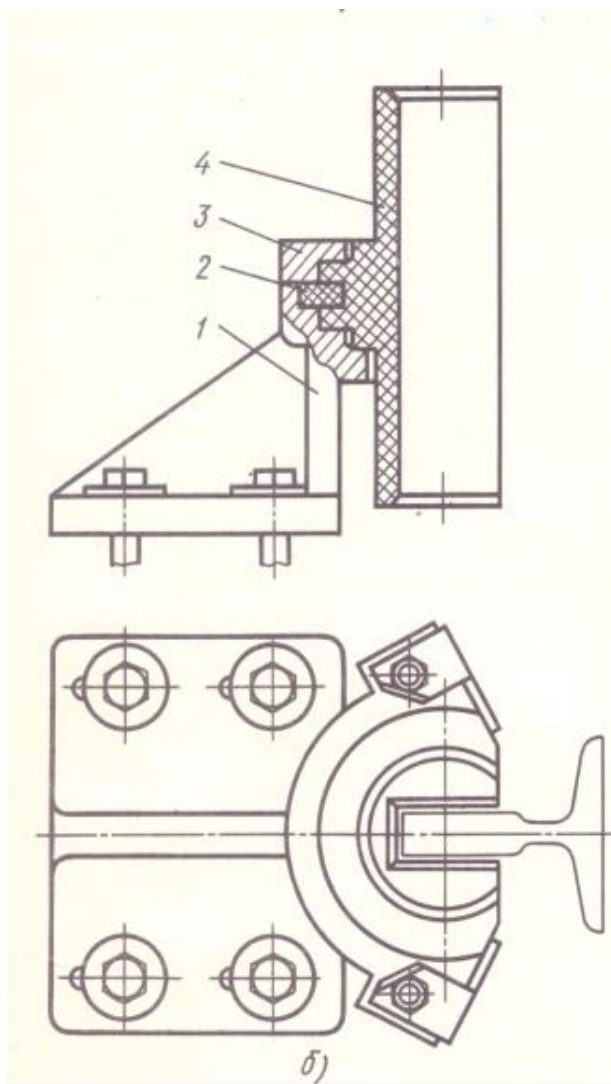


Рис. 28. Скользящие башмаки лифтов:  
*a*—жесткий, *б, в*—с капроновыми вкладышами;  
 1—основание, 2—полукольцо, 3—крышка, 4, 8—  
 вкладыши, 5—ось, 6—амортизатор, 7—обойма



Активация Win  
 Чтобы активировать  
 раздел "Параметры"

Рисунок 28 – Скользящие башмаки лифтов

Вкладыш 4 установлен в кольцевом пазу основания 1 с крышкой 3. Аналогичным образом между уступом основания 1 и крышкой 3 зафиксирована

одна часть упругого резинового полукольца 2. Другая его часть заделана в проточке вкладыша 4. Изменение положения направляющей в вертикальной и горизонтальной плоскостях компенсируется деформацией полукольца 2 с возможным поворотом вкладыша 4 относительно продольной оси направляющей.

Вкладыш 8 болтом впотай закреплен в обойме 7, которая, в свою очередь, фиксирована на корпусе с помощью оси 5. Между обоймой 7 и основанием 1 помещен амортизатор 6. Он не только смягчает работу башмака, но и позволяет капроновому вкладышу 8 перемещаться в горизонтальной плоскости и поворачиваться относительно оси 5. Это исключает заедание башмака на направляющей при ее искривлении в плоскости, параллельной основанию.

В некоторых башмаках после монтажа лифта ставят чугунные вкладыши, которые заменяют после приработки направляющих капроновыми. Чтобы избежать трения скольжения башмаков по направляющим, на что затрачивается значительная энергия, применяют роликовые башмаки. В них наблюдается трение качения роликов по направляющим. Такие башмаки устанавливают на лифтах с высокими скоростями.

Наиболее часто встречающаяся конструкция роликового башмака (рис. 29) представляет собой систему, состоящую из двух боковых роликов 2 и одного торцового ролика 1, охватывающих направляющую с трех сторон. Ролики вращаются на подшипниках качения 3, установленных на осях 4, которые в свою очередь, жестко закреплены в подвижных рычагах 9. В плите 8 башмака, расположенного на каркасе кабины или противовеса, предусмотрены оси 7, на которых могут поворачиваться рычаги 9 вместе с роликами.

Рычаги 9 поворачиваются в сторону сближения ролика с направляющей усилием пружины 6, установленной между одним плечом рычага 9 и фасонной шайбой. Последняя удерживается гайкой 5 на конце шпильки 11, которая, в свою очередь, жестко закреплена в плите 8. Поворот рычагов в противоположную сторону ограничивается регулировочным винтом 10. Предварительное сжатие пружины регулируют гайкой 5; нагрузка ролика на направляющую не должна превышать 100 Н.

Чтобы кабина перемещалась в горизонтальной плоскости относительно направляющих в допустимых пределах, ход ролика не должен превышать 2 мм. Пройдя такой путь, рычаг должен упираться в регулировочный винт. Для устранения шума обод ролика покрывают резиной. Диаметр роликов- 150...200 мм.

Применяют роликовые башмаки, у которых ролики вращаются на осях, жестко закрепленных относительно корпуса. Оси роликов снабжены эксцентриками для регулирования зазора между роликом и направляющей путем поворота этих осей.

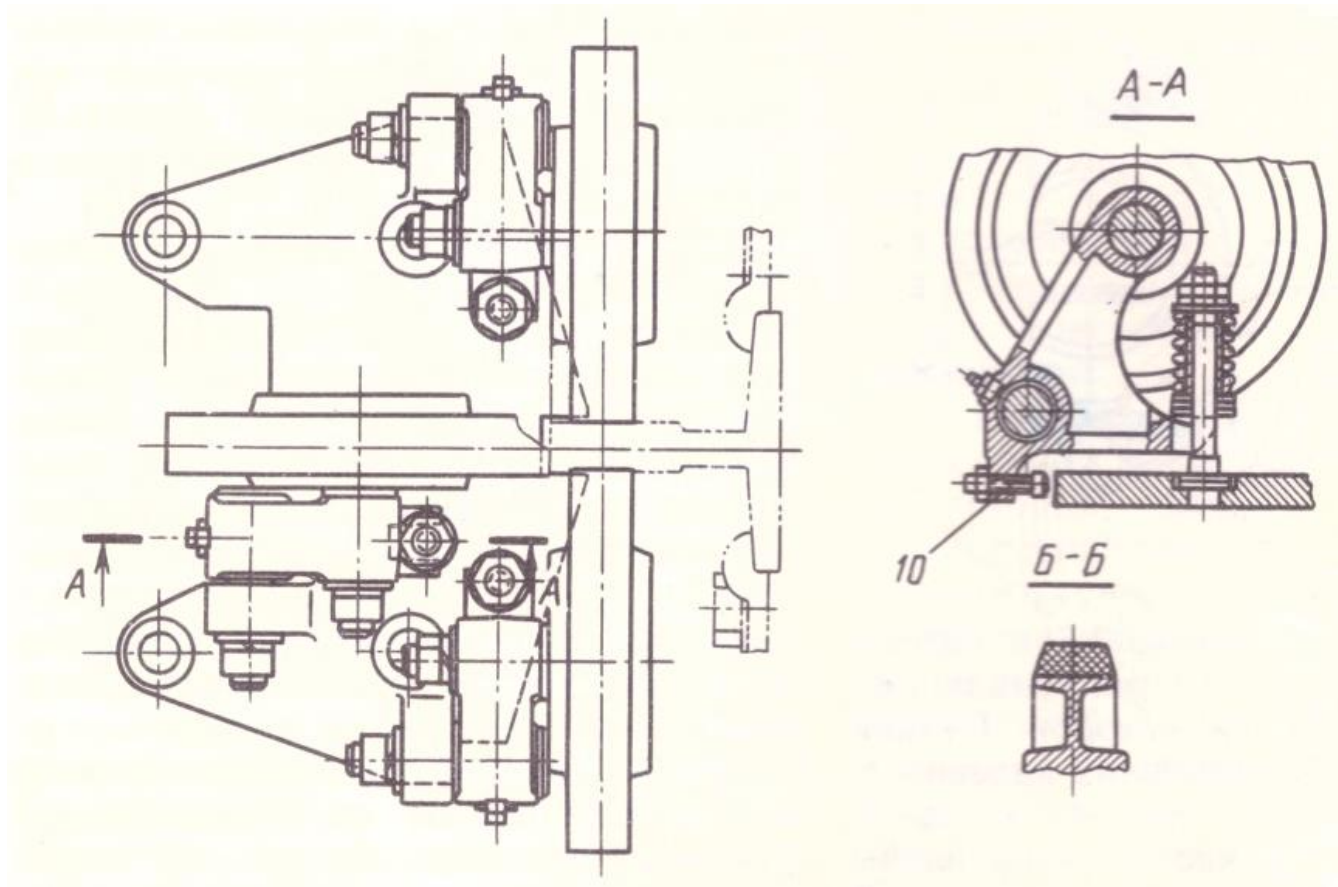
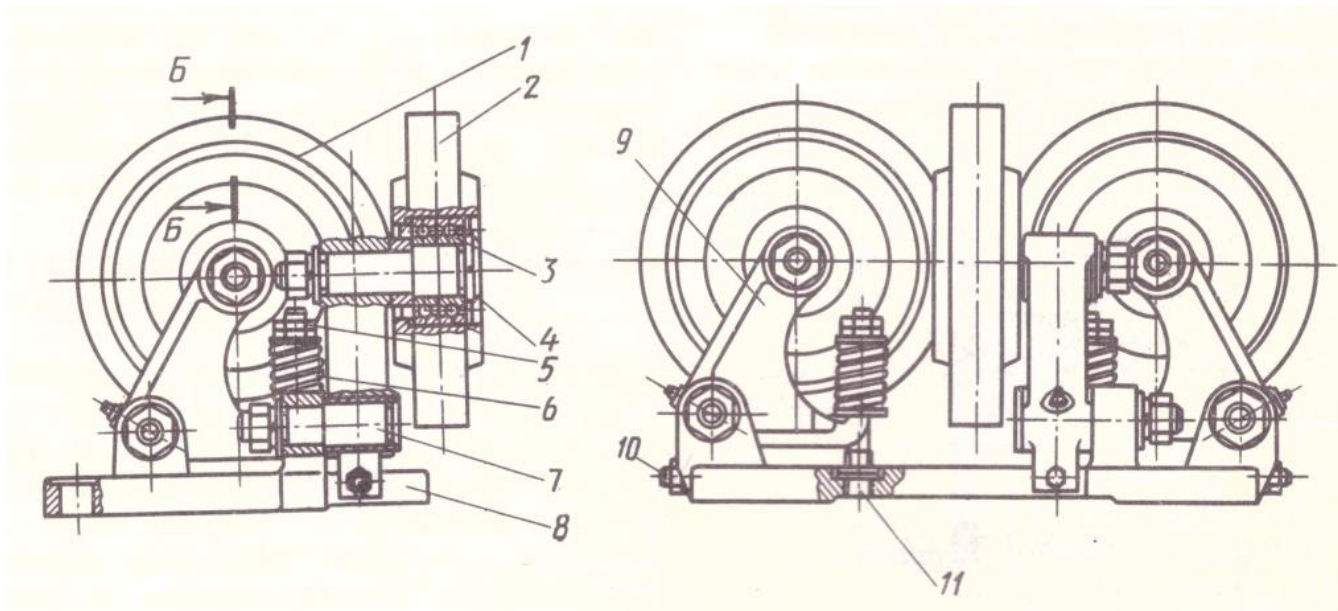


Рис. 29. Роликовый башмак:  
 1, 2 — ролики, 3 — подшипник качения, 4, 7 — оси, 5 — гайка, 6 — пружина, 8 — плита, 9 — рычаг, 10 — винт,  
 11 — шпилька

Рисунок 29 – Роликовый башмак

## 16. Смазывающие аппараты

В лифтах с башмаками скользящего типа при отсутствии смазочного материала резко увеличиваются силы трения вкладышей башмаков по направляющим. Это приводит к быстрому изнашиванию вкладышей, к большой потере энергии на преодоление сил трения.

Аппарат для разового смазывания (рис. 30, а) состоит из бачка 4, который установлен на торцовой поверхности вкладыша башмака. В бачке сделан вырез по форме рабочей части направляющей. Внутри бачка вырез с небольшими зазорами закрывают войлочными или пластмассовыми стенками 3. В бачок укладывают тяжелый диск 2 с прорезью по форме головки направляющей, свободно перемещающейся внутри бачка. Закрывают его крышкой 1.

Система работает следующим образом. Бачок заполняют густым смазочным материалом, который, находясь под давлением диска 2, проходит через зазоры и попадает на направляющие. Поступление масла из бачка увеличивается при движении башмаков относительно направляющих. Перемещая таким образом башмаки по всей длине направляющих, равномерно смазывают их, после чего снимают бачок.



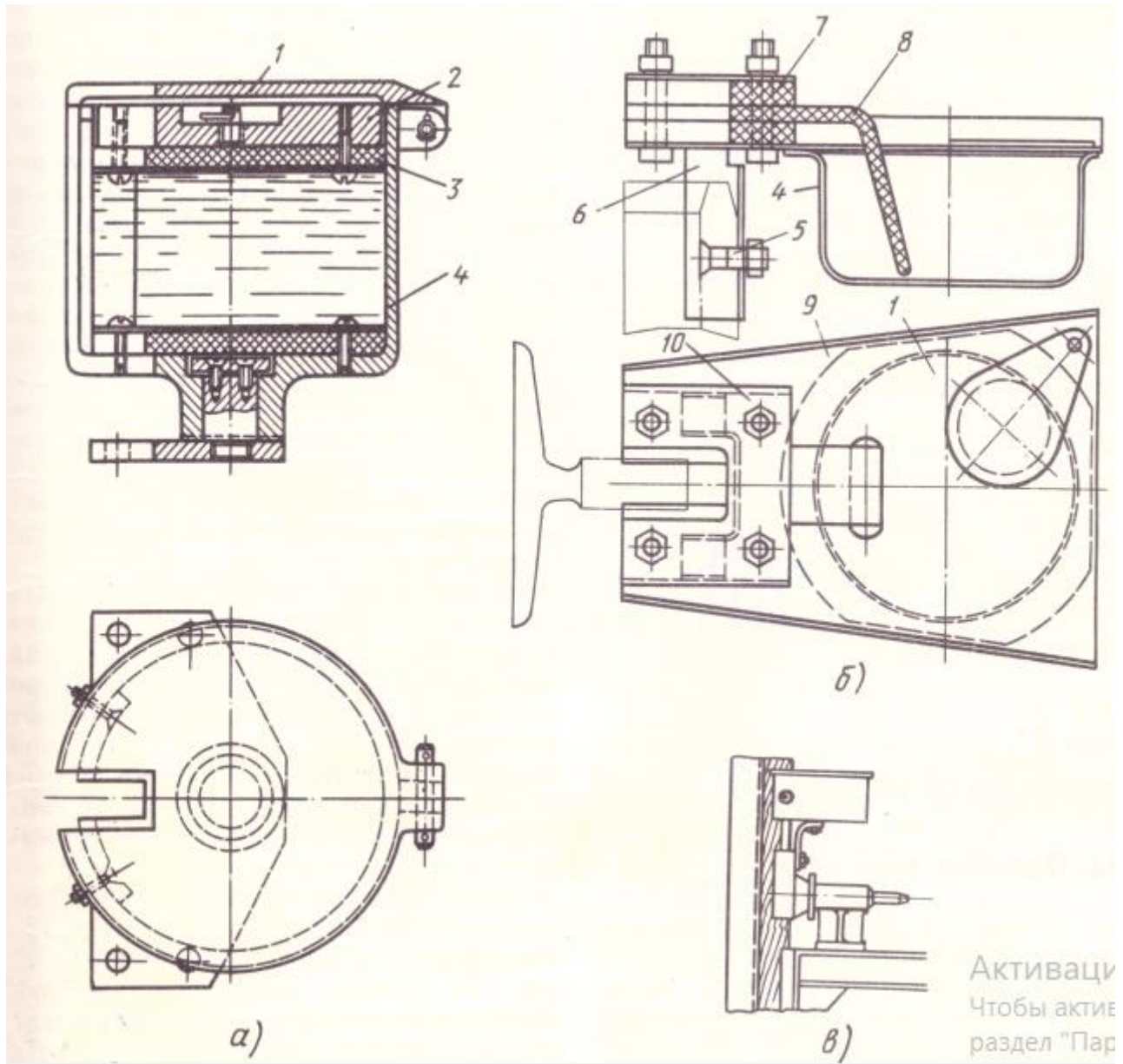


Рис. 30. Смазывающие аппараты:

*а* — разовый (съемный), *б* — фитильный, *в* — схема крепления аппарата; 1 — крышка бачка, 2 — диск, 3 — стенка, 4 — бачок, 5 — болт, 6 — стойка, 7, 8 — прокладки, 9 — кронштейн, 10 — пластина

Рисунок 30 – Смазывающие аппараты

Достаточно простым и надежно действующим устройством является аппарат, показанный на рис.30, б. Бачок 4 приваренный к кронштейну 9, заливают маслом и закрывают крышкой 1. С помощью стойки 6 аппарат 6 болтом 5 крепят к вкладышу башмака. Между верхней плоскостью кронштейна и стальной пластиной 10 болтами крепят войлочные фасонные прокладки 7 и 8. Прокладки 7 выполнены прямоугольной формы с пазом для направляющей, а средняя прокладка 8 с противоположно от паза стороны снабжена хвостовиком, который через отверстие в кронштейне опущен в среднюю полость бачка с маслом. Хвостовик пропитываясь маслом, поднимает его и насыщает все прокладки. При передвижении кабины

войлочные прокладки пазами скользят по рабочим поверхностям, смазывая их маслом.

## **Глава 5. Двери шахт и кабин**

### **17. Основные типы дверей**

Все выходные и погрузочные проёмы в шахте лифта оборудуют шахтными дверями, кабины пассажирских, больничных и грузовых с проводником лифтов – кабинными дверями. Неисправные двери могут служить причиной несчастных случаев и аварий.

Двери шахты, если к ним не предъявляют специальных противопожарных требований по огнестойкости, можно выполнять из металлических листов, сетки, дерева, пластмасс или стекла.

К металлическим листам, сеткам и стеклу предъявляют такие же требования, как и к соответствующим материалам, неиспользуемым при ограждении шахты. Коробчатые двери могут быть выполнены из металлических листов толщиной не менее 0,5 мм. Сетчатые или стеклянные двери кабин и шахт должны быть обшиты металлическими листами толщиной не менее 1,4 мм до высоты не менее 1000 мм над уровнем пола кабины и этажной площадки.

Высоту двери шахты намеряют от уровня порога до верхней обвязки дверного проема, причем выступающие части (упоры и детали и замков) размером не более 50 мм у порога и верхней обвязки в расчет не принимают.

В лифтах, где рельсовые пути пропущены к кабине сквозь дверной проем, для перекрытия зазоров под дверью все внутреннее пространство между рельсами, а также наружное между рельсами и вертикальными стойками обвязки дверей должно быть закрыто перегородкой до уровня головки рельса с учетом возможности прохода реборд колес. Это предотвращает попадание в шахту посторонних предметов.

В не автоматических шахтных дверях оставляют смотровые отверстия, ширина которых не должна быть более 120 мм. При площади остекления до 300 см<sup>2</sup> применяют стекло толщиной не менее 4 мм, при большей – не менее 8 мм. В жилых зданиях стекло со стороны шахты ограждают сеткой или решеткой.

Двери шахты лифтов оборудуют автоматическими замками, запирающими дверь, прежде чем кабина отойдет от уровня этажной площадки на расстояние 150 мм. Автоматические замки должны исключать возможность открывания их снаружи. Допускается установка устройств для отпирания автоматических замков снаружи персоналом, обслуживающим лифт.

Двери шахты, открываемые и закрываемые вручную, кроме автоматических замков оборудуют неавтоматическими замками или устройствами, удерживающими двери в закрытом положении. Дверь шахты этажа, на котором кабину останавливают на длительное время или ремонт (кроме лифтов с автоматическими дверями), снабжают дополнительным замком.

Усилие статического сжатия створками автоматических и полуавтоматических дверей не должно превышать 120 Н.

По способу открывания и закрывания двери подразделяют на распашные, полураспашные, которые при открывании и закрывании поворачиваются на шарнирах (распахиваются), и раздвижные, которые при открывании раздвигаются, перемещаясь по направляющим, постоянно оставаясь в плоскости исходного положения.

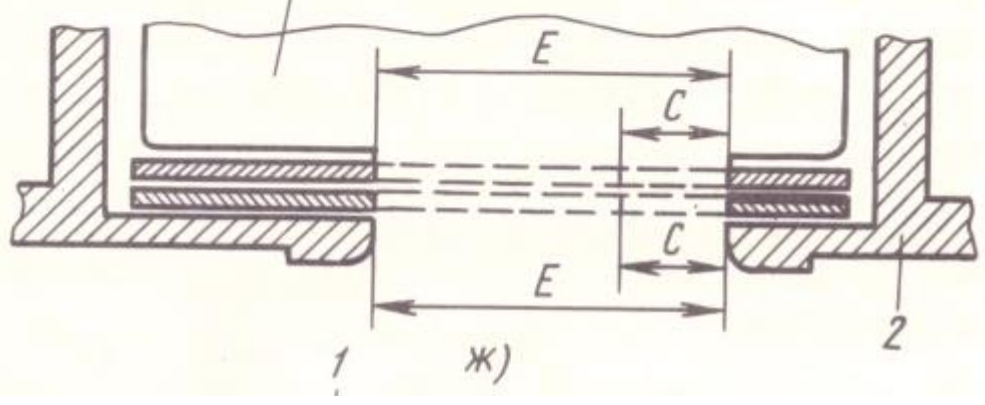
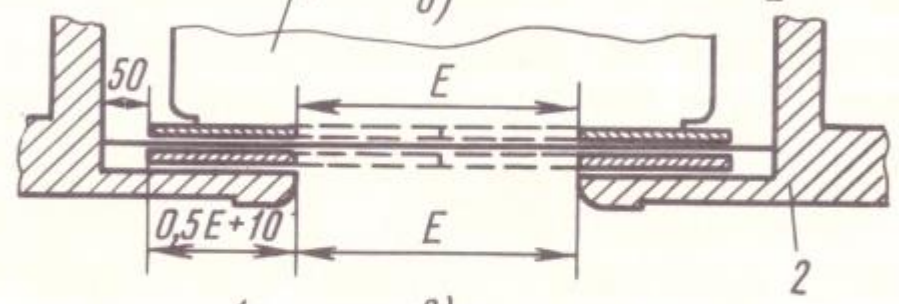
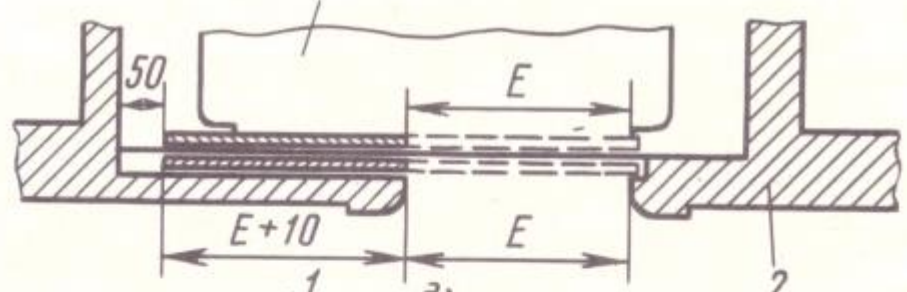
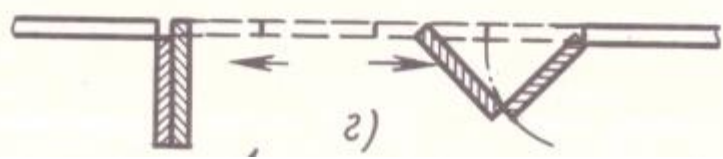
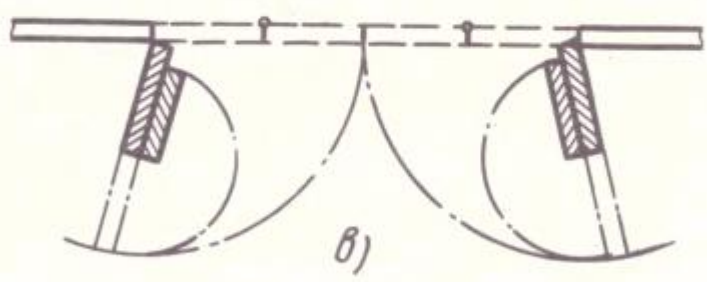
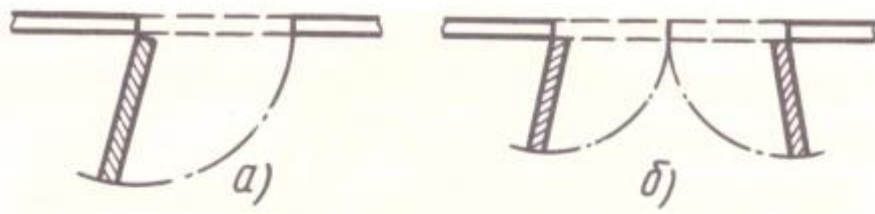
По числу створок двери подразделяют на одно-, двух- и многостворчатые.

По конструкции двери могут быть щитовые, решетчатые и шторные.

По скорости перемещения створок дверей различают одно-, двух- и более скоростные двери. Двух-, трех- и более скоростными называют двери, створки которых перемещаются с различными скоростями. При этом каждая створка проходит свой путь для открывания и закрывания дверного проема за одинаковый промежуток времени.

По способу дверей в действие их подразделяют на автоматические, открывающиеся и закрывающиеся с помощью механизма; полуавтоматические, открываемые вручную, а закрываемые автоматически от пружин или грузов, и ручные, открываемые и закрываемые вручную.

Распашную одностворчатую дверь (рис. 31, а) часто принимают как дверь шахты, распашную двустворчатую дверь (рис. 31, б) – в кабинах, так как при открывании двери створки занимают сравнительно небольшое пространство кабины.



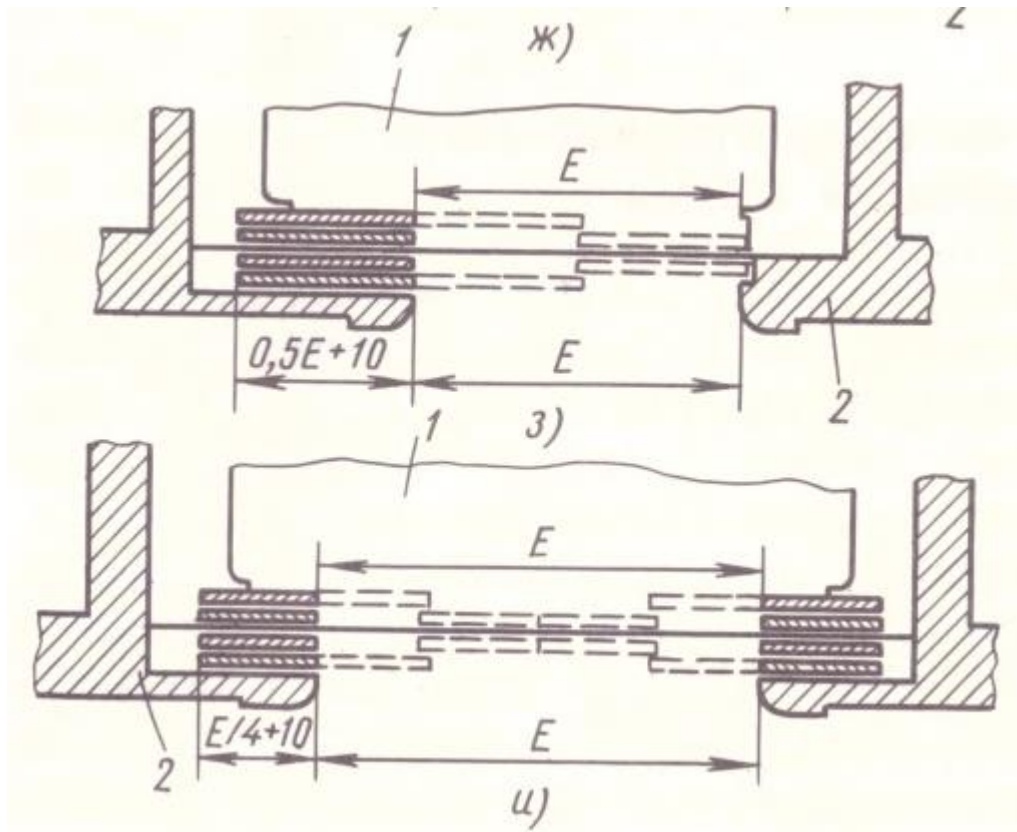


Рис. 31. Схемы дверей шахт и кабин:  
*а* — распашная одностворчатая, *б* — то же, двустворчатая, *в* — то же, четырехстворчатая, *г* — полураспашная четырехстворчатая, *д* — раздвижная одностворчатая, *е* — то же, двустворчатая, *ж* — то же, несимметричная двустворчатая, *з* — то же, двустворчатая односторонняя двухскоростная, *и* — то же, четырехстворчатая двусторонняя двухскоростная; *1* — кабина, *2* — шахта

Рисунок 31 – Схема дверей шахт и кабин

Четырехстворчатые распашная и полураспашная двери (рис. 31, в, г) более компактны, чем двустворчатая. Распашные двери открываются только внутрь кабины и не позволяют использовать для пассажиров или грузов всю ее площадь. Такие двери приводятся в действие только вручную.

На рис. 31, д, е, ж, з, и изображены наиболее употребляемые схемы раздвижных дверей кабины 1 и шахты 2 с дверными проемами  $E$ . Схема на рис. 31, ж представляет собой раздвижную двустворчатую дверь, у которой одна широкая створка приводная, а узкая створка шириной  $C$  открывается вручную только в случае, когда пространства дверного проема не хватает для прохода груза большого габарита.

Многостворчатые двери применяют главным образом для экономии места. Чем больше створок, тем меньше места по ширине они занимают при открытой двери. Увеличение числа створок усложняет конструкцию дверей, однако общая стоимость ниже за счет экономии на размерах шахты и кабины.

### **18. Симметричные двери кабины и шахты**

В симметричной двери кабины (рис. 32) несущая балка 21 служит опорной частью всего оборудования раздвижных дверей и закреплена на верхней части купе. На кронштейнах, расположенных по концам и в середине балки, установлена линейка 8, сечение которой несколько напоминает двутавр. Его верхняя полка выполнена в виде вертикального прямоугольника с полукруглой частью сверху, а нижняя полка — прямоугольной формы. По линейке 8 как по рельсу перемещается каретка 3 с подвешенной к ней снизу створкой 22 двери. В корпусе каждой каретки 3 в направлении, перпендикулярном ее плоскости, расположены четыре стержня. На двух верхних из них установлены на шарикоподшипниках ролики 11, а на двух нижних с эксцентриковыми втулками — контролики 9.

Ролики, установленные в верхней части каретки, снабжены ободами полукруглой вогнутой формы подобно блокам для канатов. Опираясь сверху на линейку 8, ролик ободом охватывает верхнюю часть сечения линейки с трех сторон, благодаря чему создается устойчивое положение каретки относительно линейки 8. Контролики с помощью эксцентриковой втулки могут изменять положение своей геометрической оси вращения по высоте каретки, что позволяет регулировать зазор между нижней кромкой линейки 8 и рабочей цилиндрической поверхностью контролика 9. Этим обеспечивается также четкое устойчивое положение каретки и створки двери 22 в вертикальном направлении и в направлении, перпендикулярном плоскости каретки. Кроме того, ролики и контролики каретки удерживают створку двери от поворота ее в плоскости двери.

На нижней торцевой части створок двери жестко закреплены башмачки 23, которые своей консольной частью помещены между неподвижными уголками порога кабины. Таким способом нижние части створок двери фиксируются в направлении, перпендикулярном плоскости створок.

По концам линейки на неподвижных осях установлены блоки 1, между которыми натянут канатик 4. Верхняя ветвь канатика 4 болтом и зажимной шайбой 5 неподвижно установлена на левой каретке 3, а нижняя с двумя концами и коушами закреплена на правой каретке, причем один конец канатика неподвижно, а второй на крюке с резьбой. Это позволяет регулировать натяжение канатика 4. Способ крепления канатика обеспечивает симметричное положение кареток со створками относительно середины дверного проема при открывании и закрывании дверей. На каждой каретке жестко закреплена консольно расположенная отводка 2 карытообразного сечения с раструбами по концам. Отводка 2 взаимодействует с элементами двери шахты при отпирании ее замков, открывании и закрывании двери, когда кабина находится на уровне данного этажа. На верней отогнутой в

горизонтальном направлении части левой каретки установлен кронштейн 6 с горизонтальной осью на верхнем конце.

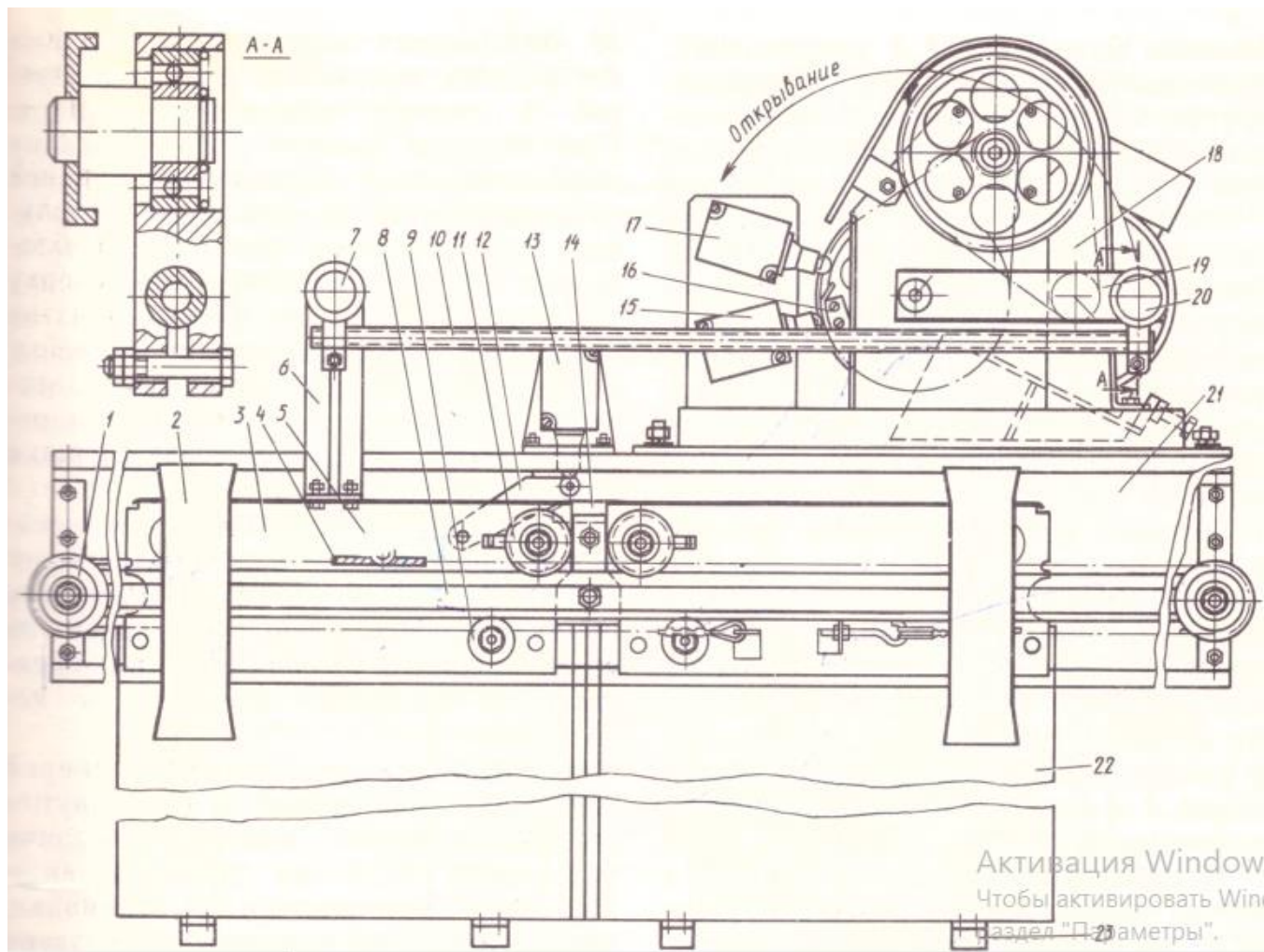


Рис. 32. Симметричная дверь кабины (вид снаружи):

1—канатный блок, 2—отводка, 3—каретка, 4—канатик, 5—шайба, 6, 14—кронштейны, 7, 20—шарниры, 8 — линейка, 9 — контролик, 10 — штанга, 11 — ролик, 12, 19 — рычаги, 13, 15, 17 — контактные устройства, 16 — кулачок, 18 — механизм открывания дверей, 21 — балка двери, 22 — створка, 23 — башмачок

Рисунок 32 - Симметричная дверь кабины (вид снаружи)

На левой каретке со стороны кабины в верхнем углу, обращенном к середине дверного проёма, шарнирно закреплен рычаг 12 с роликом на конце, а в верхнем левом углу правой каретки – кронштейн 14 с верхней плоскостью, наклоненной в сторону противоположной (левой) каретки. При закрывании двери ролик рычага 12 опирается на наклонную плоскость кронштейна 14 и катится по ней, одновременно поворачиваясь относительно оси его крепления. Рычаг 12 воздействует на контактное устройство 13, контролирующее закрытие двери кабины, и восстанавливает цепи управления лифтом для включения механизма подъема.

На несущей балке 21 справа от середины дверного проема над потолком купе расположен механизм 18 открывания дверей, состоящий из электродвигателя, Двухступенчатой цепной передачи и электрического переключателя. На конец выходного вала цепной передачи со шпонкой насажен рычаг (водило) 19, шарнирно соединенный со штангой 10.

На сечении А-А рисунка изображена конструкция шарнирного соединения рычага 19 со штангой 10. Плоскости вращения рычага и штанги смещены между собой в направлении, перпендикулярном плоскости дверей. Другим концом штанга 10 аналогичным образом через шарнир 7 соединена с верхним концом кронштейна 6.

Чтобы открыть дверь кабины, включают электродвигатель механизма 18. При этом приводятся во вращение ведущие звездочки цепной передачи, последовательно уменьшая частоту вращения ведомых звездочек при переходе от одной ступени к другой. Вместе с выходным валом цепной передачи приходит во вращение рычаг 19, увлекая за собой шарнир правого конца штанги 10. По мере увеличения угла поворота рычага 19 горизонтальная составляющая скорости шарнира 20 сначала увеличивается, а затем после прохода вертикального положения начинает уменьшаться. При повороте рычага 19 кронштейн 6 вместе с кареткой 3 и створкой 22 перемещаются, перекачивая ролики 11 по линейке 8.

Поскольку верхняя ветвь канатика 4 жестко зафиксирована на левой каретке 3, то при движении этой каретки, например, налево верхняя ветвь канатика перемещается влево. Так как канатик 4 натянут между блоками 1, то его нижняя ветвь с такой же скоростью перемещается направо, увлекая за собой правую каретку. На ней закреплены концы канатика 4. Таким образом, положение кареток, а соответственно и створок двери симметрично относительно середины дверного проема. При повороте рычага 19 наполовину окружности кулачок 16, установленный на последней звездочке цепной передачи, входит во взаимодействие с контактным устройством 17 и отключает электродвигатель, что соответствует полному открытию двери. Принудительное закрытие двери из крайних положений створок вручную практически невозможно, так как точки шарниров 7, 20 и оси выходного вала цепной передачи находятся практически на прямой линии.

Закрывают двери также включение электродвигателя механизма 18. При этом рычаг 19, вращаясь по часовой стрелке с помощью штанги 10, перемещает каретку со створками из крайних положений открытых дверей в сторону сближения кареток. При подходе рычага 19 к правому горизонтальному положению кулачок 16 воздействует на контактное устройство 15, отключая электродвигатель. Кроме того, что в крайних положениях рычага 19 упор, установленный на последней звездочке цепной передачи, контактирует с амортизаторами, выполненными заодно с корпусом подшипника этой звездочки, ограничивая угол поворота рычага 19.





### Рисунок 33 – Механизм открывания симметричной двери кабины

Симметричная дверь шахты (рис. 34) пассажирского лифта расположена на портале, который служит основой двери. В верхней части портала закреплена балка 1 двери, а в нижней – гнутый профиль порога 6 с факруком 7. На балке двери установлены с наклоном к середине дверного проема две линейки 2 такого же сечения, как и линейка двери кабины. На каждую линейку роликами 11 и контрольными роликами 10 опираются каретки 3 с подвешенными к ним на шпильках створками 5. Ролики и контрольные ролики створок шахтной двери выполняют те же функции, что и в двери кабины. Самостоятельного привода открывания шахтная дверь не имеет и поэтому работает только параллельно с дверью кабины.

В результате уклона линеек 2 под действием силы тяжести каретки со створкой постоянно стремятся переместиться к середине дверного проема, преодолевая сопротивления закрывания двери. Чтобы исключить возможность открывания шахтной двери при отсутствии кабины на этажной площадке, все шахтные двери оборудованы замками. Защелка 20 замка шарнирно закреплена на каретке 3. Неподвижным упором для нее служит основание блока 18 электромеханического контроля запираения двери. В блоке размещены два контактных устройства 14, 17 и два суммирующих рычажка 15, 16. Замок запирает каретку только при достижении створками середины дверного проема.

Защелка 20 представляет собой трехплечий рычаг. На вертикальном плече защелки, направленном вниз, консольно установлен ролик 9, который при движении кабины мимо этажа без остановки остается между перемещающимися по вертикали рабочими полками кабиной отводки 2 (см. рис. 32), не взаимодействуя с этой отводкой. При остановке кабины на данном этаже отводка кабины останавливается напротив ролика 9 (рис. 34), охватывая его своими рабочими полками с двух сторон.

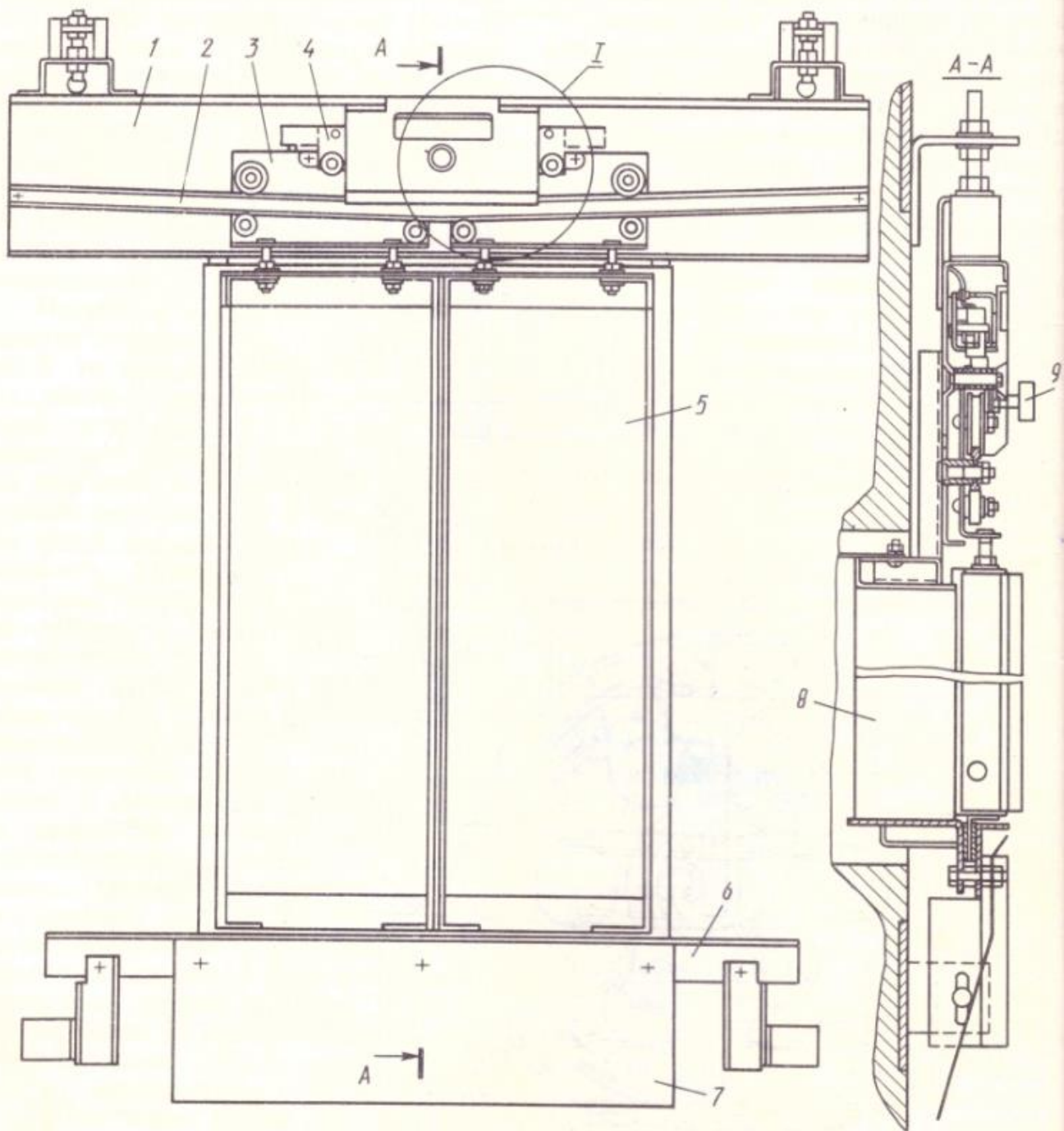


Рис. 34. Симметричная дверь шахты (вид изнутри):

1 — балка, 2 — линейка, 3 — каретка, 4 — замок, 5 — створка, 6 — порог, 7 — фартук, 8 — портал, 9 — ролик

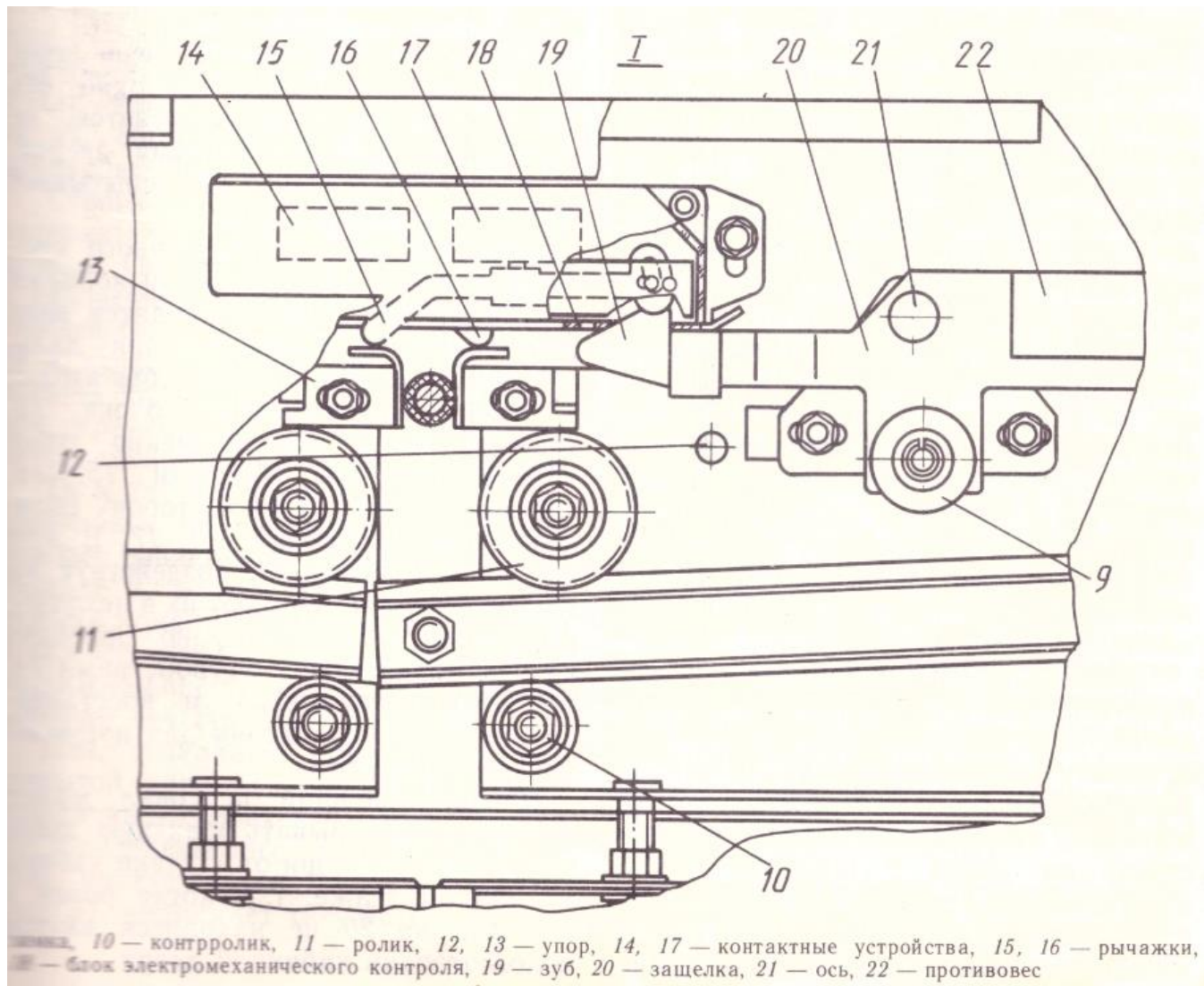


Рисунок 34 – Симметричная дверь шахты (вид изнутри)

Горизонтальное плечо защелки, направленное к середине дверного проема, представляет собой консоль прямоугольного сечения со скосами вверх и вниз на конце и уступом в верхней части консоли. Уступ вместе с верхним скосом образует зуб 19, который в конце закрытия шахтной двери входит в прорезь нижней стенки блока 18 и надежно фиксирует каретку со створкой от движения в сторону открытия двери.

Горизонтальное плечо защелки, направленное от середины дверного проема, служит противовесом массы защелки, который поворачивает консоль с зубом 19 вверх к блоку 18 в сторону запираения двери.

На верхнем углу каждой каретки ближе к середине дверного проема предусмотрен центральный упор 13, с помощью которого каретка фиксирует свое положение вдоль линейки в момент закрытия двери. Упоры воздействуют на плечи суммирующих рычажков 15 и 16, благодаря чему срабатывают контактные устройства 14, 17, контролирующие запираение двери. Эти устройства срабатывают

только после совместного воздействия на суммирующие рычажки упоров 13 и зубьев 19 защелок 20.

В принятом исходном положении шахтная дверь закрыта. В этом случае ее элементы расположены так: створки 5 двери соприкасаются с торцовыми амортизаторами. Каретки 3 находятся на линейке 2 в нижних положениях, упираясь упорами 13 в трубчатый амортизатор, расположенный в середине дверного проема. Защелка 20 под действием противовеса 22 держит зуб 19 в жижнем отверстии блока 18, запирая дверь. На суммирующие рычажки 15, 16 действуют снизу зубья 19 и упоры 13. Поднятые кверху рычажки действуют на контактные устройства 14, 17, которые срабатывают, подготавливая цепь управления для нормальной работы лифта.

Подошедшая к данному этажу кабина отводкой 2 (см. рис. 32) охватывает с двух сторон ролик 9 (рис. 34). В работу включается механизм открывания двери и перемещает створки в сторону открывания. Отводка воздействует на ролик 9 шахтной двери. Горизонтальное усилие на ролик, действующее в сторону открывания двери. Вследствие внецентренного его приложения относительно оси 21 вращения защелки 20 поворачивает ее. Зубья 1 опускаются до упора 12, и двери отпираются. При этом частично опускаются рычажки 15, 16, благодаря чему срабатывают контактные устройства 14, 17 и посылают сигнал в цепи управления лифтом о том, что дверь отперта. Последующее открывание створок кабиной двери вызывает открывание створок шахтной двери, это прекращает воздействие упоров 13 на рычажки 15, 16. Они полностью опускаются и освобождают от своего воздействия устройства 14, 17, контакты которых разрывают цепь управления лифтом. Механизм подъема лифта не может включиться до полного закрытия двери. Створки дверей кабины и шахты доходят до своих крайних открытых положений, механизм открывания дверей кабины выключается. После соответствующего промежутка времени он включается и закрывает двери.

Если каретки шахтной двери перемещаются по линейке свободно без заеданий, то дверь закрывается, не требуя усилий от механизма дверей. В противном случае он испытывает перегрузки.

Дойдя до середины Дверного проема, защелки 20 скошенными концами с зубьями 19 сначала отводятся вниз основанием блока 18, а при дальнейшем движении кареток зубья входят в отверстия основания блока 18, запирая дверь. Одновременно зубья воздействуют на рычажки 15, 16, частично поднимая их в сторону сближения с устройствами 14, 17. В этот же период упоры 13, воздействуя на другие концы, поднимают их в исходное положение и окончательно приводят во взаимодействие с устройствами 14,17. Они срабатывают и восстанавливают цепь управления для нормальной работы лифта.

Обслуживающий персонал может отпирать и открывать шахтную дверь снаружи шахты при отсутствии кабины на данном этаже, т. е. когда ролик 9 на защелке 20 не находится внутри полок отводки кабиной двери.

## 19. Несимметричные двери кабины и шахты

Несимметричными дверями оборудуют пассажирские лифты с широкими кабинами. Такая дверь состоит из двух створок суммарной шириной 1200мм. Широкая (910мм) работает в автоматическом режиме и приводится в действие механизмом открывания и закрывания двери, узкая находится в закрытом и запертом состоянии и открывается вручную только при погрузке в лифт крупногабаритных грузов.

Несущей частью двери кабины (рисунок 35) служит балка 1. На некотором расстоянии от ее поверхности прикреплен линейка 2. Между линейкой 2 и балкой 1 помещены каретки 14, 34, и 22, с роликами 20, 25 и контрроликами 26, 41.

Широкая створка 39 состоит из двух частей, соединённых между собой стяжками 28 в один щит, который подвешен к кареткам 14 и 42. На нижнем торце створки 39 закреплён башмак 37, исключаяющий смещение нижней части створки из плоскости двери. Узкая створка 30 подвешена каретке 24. Нижний торец узкой створки оборудован башмаком 33.

Створка 30 в закрытом положении запирается вручную шпингалетным замком. Он состоит из верхней тяги 36 с наконечником 28, на верхнем конце нижней тяги 32 с упором 31, пружиной 34 и ручкой 35. Тяги соединены коромыслом 39 обеспечивающие их встречное перемещение. Створка запирается одновременно нижней и верхней тягами.

Тяга 36 при подъёме вместе с наконечником 28 перекрывается неподвижными упором 33, закреплённым на линейке 2, а тяга 32 при опускании нижним концом перекрывает отверстие в нижней обвязки створки 30 и в неподвижном пороге кабины, чем надёжно запирает эту створку.

Для отпирания створки 30 при открытой широкой створке 39 ручку 35 поворачивают против часовой стрелки до горизонтального положения при этом выступ ручки 35 действуя на упор 31 поднимают тягу 32 и опускает тягу 36. Поднимаясь тяга 32 сжимает пружину 34 и, выйдя из отверстия в пороге купе, отпирает нижнюю часть створки 30. Тяга 36, перемещаясь вниз, опускает наконечник 28 ниже упора 23, отпирая верхнюю часть створки 30, что позволяет свободно вручную перемещать (открывать) створку, делая дверной проем более широким.

Створки 39 дверей кабины и шахты автоматически закрывается и открывается только при закрытых и запертых створках 30.

Каретка 42 створки 39 несёт на себе отводку, которая взаимодействует с элементами соответствующей каретки шахтной двери и позволяет работать согласовано. Отводка состоит из неподвижной лыжи 40, жёстко закреплённой на каретке 42, и подвижной лыжи 43, шарнирно соединённой с нижним плечом рычага

6, зафиксированного на оси 5. Она жёстко заделана в корпус каретки 42. Лыжи 43 имеет в своем основании вилку 4, в прорезь которой входит неподвижный стержень 44. Вилка в сочетании со стержнем 44 обеспечивает практически вертикальное положение лыжи 43 при повороте рычага 6 относительно оси 5. Между осью 3 лыжи 43 и неподвижным кронштейном на каретке расположена растянутая пружина 10, удерживающая лыжу 43 в вертикальном положении. Рычаг 6 жёстко соединён с защёлкой 7, взаимодействующей с упором 8 на стойке 9. Последние неподвижно закреплены на балке 1.

Верхнее плечо рычага 6 шарнирно связано с тягой 11, которая своим другим концом соединена с рычагом (водителем) 19. На рычаге 19 установлена отводка 16, которая в крайних положениях водителя, соответствующих закрытой и открытой створкам 39 двери, воздействует на контактные устройства 12 или 17 и отключает электродвигатель механизма 15 открывания дверей. Одновременно с этим рычаг 19 в крайних положениях опирается на пружины 13 или 18, которые служат амортизаторами.

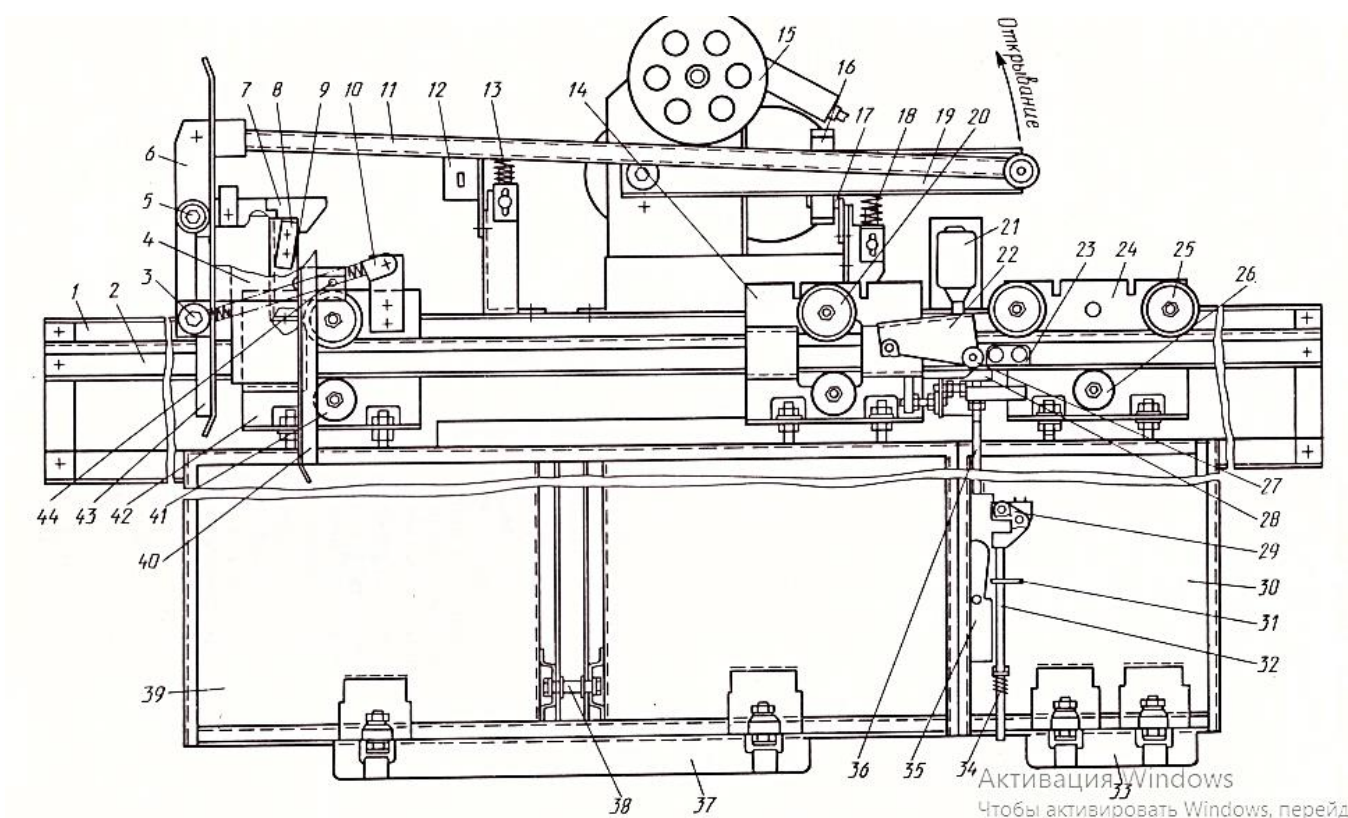


Рис. 35. Несимметричная дверь кабины (вид снаружи):

1—балка, 2—линейка, 3, 5—оси отводки, 4—вилка, 6, 19, 22—рычаги, 7—защелка, 8, 23, 31—упор, 9—стойка, 10, 13, 18, 34—пружины, 11, 32, 36—тяги, 12, 17, 21—контактные устройства, 14, 24, 42—каретки, 15—механизм открывания дверей, 16—отводка, 20, 25, 27—ролики, 26, 41—контролики, 28—наконечник, 29—коромысло, 30, 39—створки, 33, 37—башмаки, 35—ручка, 38—стяжка, 40, 43—лыжи, 44—стержень

Рисунок 35 - Несимметричная дверь кабины (вид снаружи)

Каретка 14 створки 39 несёт на себе шарнирно закреплённый трапецидальный рычаг 22, ролик 27, которого взаимодействует с наконечником 28 тяги 36 шпингалетного замка створки 30. Верхней поверхностью рычаг 22 взаимодействует с контактным устройством 21, которое контролирует положения

(закрыто, открыто) створок двери. Над местом соединения створок двери закреплён кронштейн, на котором четко фиксируются каретки 14 и 24.

Несимметричная дверь шахты (рис. 36) работает также, как несимметричная дверь кабины.

Створки двери шахты аналогичны по конструкции створкам дверей кабины. Узкая створка подвешена на шпильках к каретке 5, а широкая створка 17-к двум кареткам 9 и 12. Портал двери шахты состоит из балки 14, стояков 1 и 16 и порога 18 с фортуксом 19. Несущей частью двери служит балка 14, на которой закреплены две линейки: линейка 2 - в горизонтальном положении, а линейка 10 - с наклоном в сторону стыка этих линеек.

Узкая створка запирается замком с вертикальным шпингалетом 30, который своим нижним концом входит в отверстие порога 18, запирая нижнюю часть створки. Верхний конец шпингалета 30 расположен под защёлкой (аналогичной защёлке 25 на каретке 12), запирающей каретку вместе с верхней частью створки. Шпингалет поднимают и соответственно отпирают створку поворотом ручки 29 в направлении стрелки. Верхнее плечо ручки 29 с помощью пальца, который входит в паз планки 31, поднимет планку 31 со шпингалетом и извлекает его нижний конец из отверстия порога, отпирая нижнюю часть створки.

Одновременно с подъемом шпингалета 30 его верхний конец поднимает защёлку, выводит зуб из зацепления с упором на каретке 5 и отпирает ее. В верхней части каретки 5 по всей ее длине расположен уголок 4, на полку которого опирается ролик защёлки при движении узкой створки. Поднятая защёлка взаимодействует с контактным устройством 3, которое выдает в цепи управления лифтом сигнал о том, что дверь шахты не заперта.

Соответственно при запираии закрытой узкой створки шпингалет 30 опускается, вводя нижний конец в отверстие порога 18. Опускающийся верхний конец шпингалета даёт возможность защёлке опуститься и перекрыть зубом упор на каретке 5, запирая ее. Контактное устройство 3 подает сигнал в цепь управления лифом, что узкая створка двери шахты заперта.

На уголках 4 и 11 закреплены соответственно рычажок 7 и ролик 8. Скошенная поверхность рычажка 7 при сближении кареток катится по ролику 8, который поворачивает рычажок против часовой стрелки и воздействует на контактное устройство 6 подающее сигнал о том, что дверь закрыта. Обе створки фиксируются в закрытом положении с помощью кронштейна.

Запорное устройство створки 17 шахтной двери расположено в основном на каретке 12 и включает в себя защёлку 25 и упор 28. Зуб защёлки 25 в закрытом положении двери перекрывает упор 28, запирая каретку 12.

Чтобы открыть дверь, необходимо отпереть каретку 12. Для этого на ролик 23, расположенный на верхнем плече рычага 20, действует отводка двери кабины и



поворачивает его против часовой стрелки. Пальцем 27, закрепленным на другом плече рычага 20, защёлку 25 поднимают над упором 28. При этом срабатывает контактное устройство 13, подавая сигнал в цепь управления лифтом о том, что широкая створка отперта. К моменту выхода пальца 27 из-под защёлки 25 уголок 11 перемещается под ролик 26 и удерживает защёлку в поднятом положении на всем пути широкой створки.

При закрывании шахтной двери к моменту достижения кареткой 12 исходного положения уголок 11 выходит из-под ролика 26, защёлка 25 опускается и перекрывает зубом упор 28. Одновременно с надёжным запираем каретки 12 контактное устройство 13 подаёт в цепь управления лифтом сигнал о том, что широкая створка закрыта и заперта.

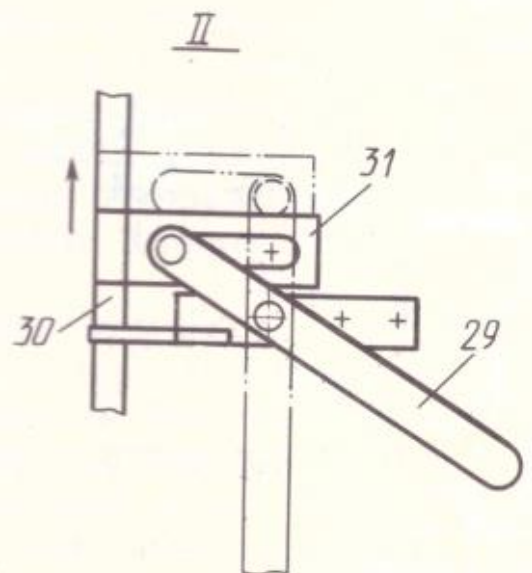
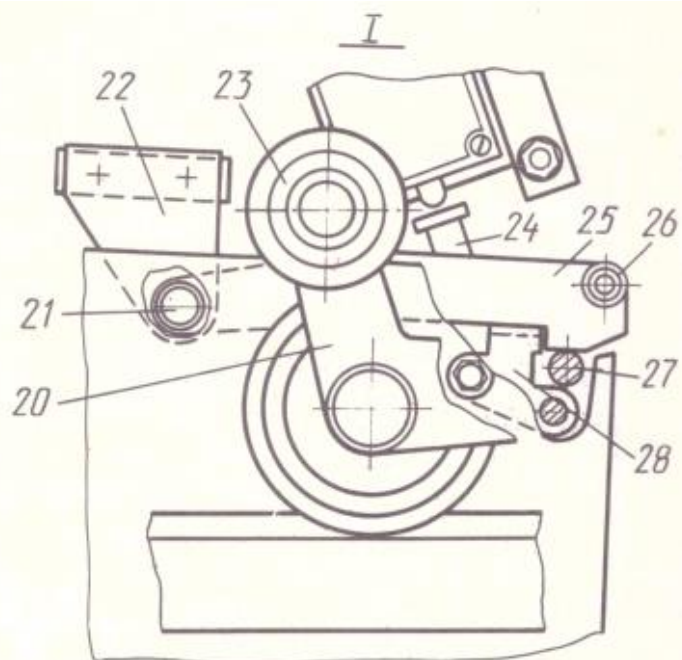
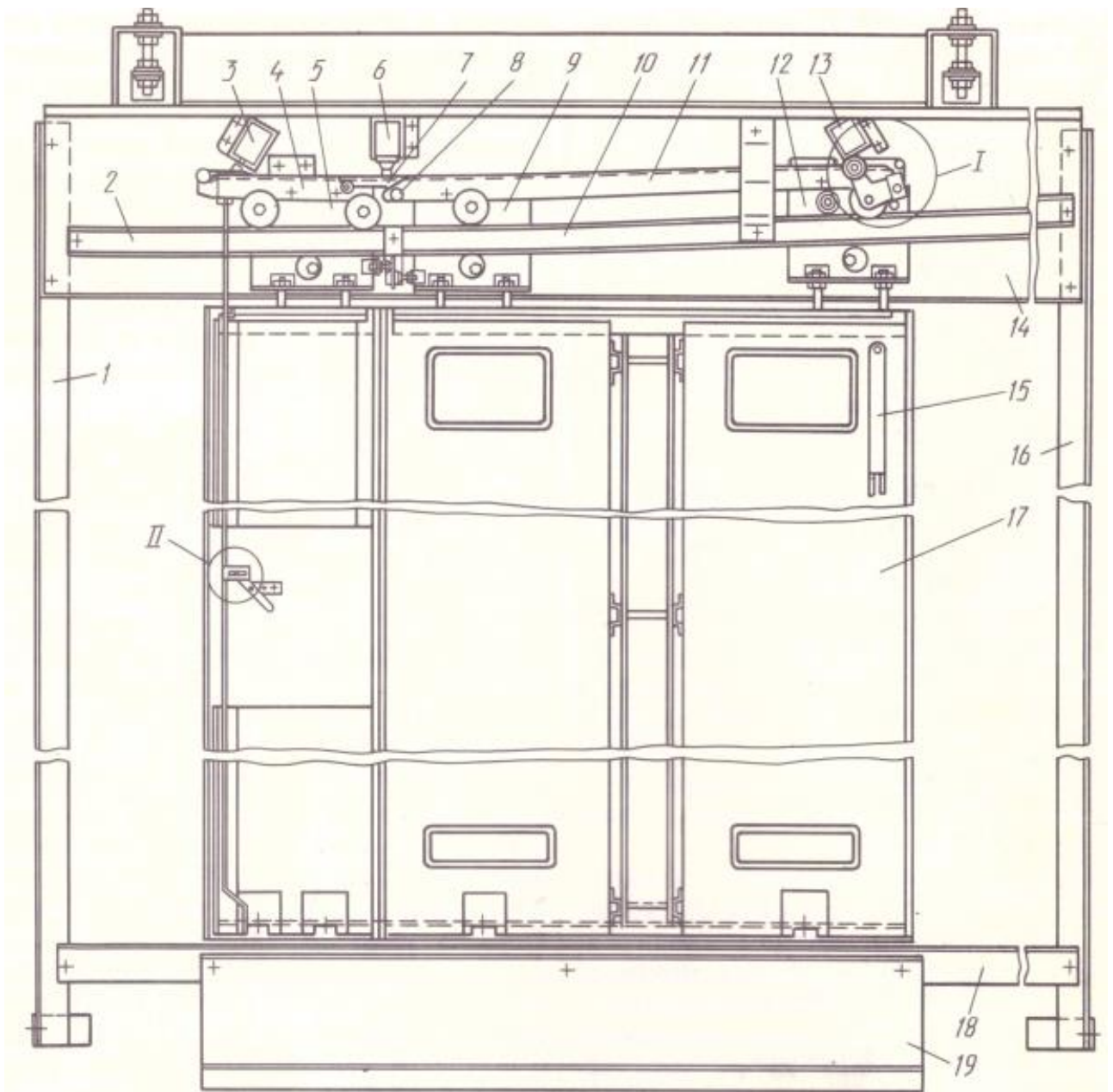


Рис. 36. Несимметричная дверь шахты (вид изнутри шахты):

1, 16 — стояки, 2, 10 — линейки, 3, 6, 13 — контактные устройства, 4, 11 — уголки, 5, 9, 12 — каретки, 7 — рычажок, 8, 23, 26 — ролики, 14 — балка, 15 — поводок, 17 — створки, 18 — порог, 19 — фартук, 20 — двуплечий рычаг, 21 — ось защелки, 22 — кронштейн, 24 — площадка, 25 — защелка, 27 — палец, 28 — упор, 29 — ручка, 30 — шпингалет, 31 — планка

### Рисунок 36 - Несимметричная дверь шахты (вид изнутри шахты)

В верхней части широкой створки 17 со стороны, обращённой в шахту установлен поводок 15, который отпирает замок шахтной двери при отсутствии кабины на этаже. Поворотом поводка 15, который действует на ролик 23, поворачивают рычаг 20 и поднимают защёлку 25, отпирая дверь. Для этого обслуживающий персонал используют специальный ключ. Широкие створки дверей кабины и шахты должны действовать совместно. При дальнейшем описании за исходное положение приняты закрытые двери кабины и шахты.

С включением электродвигателя механизма открывания дверей вращения от ротора передается через две ступени цепной передачи на вал 12 (рисунок 33), заставляя вращаться рычаг 19 (рисунок 35) против часовой стрелки. Шарнир, соединяющий рычаг 19 и тягу 11, перемещаясь по окружности, вызывает движение другого конца тяги 11 налево. Некоторый период каретка 42 остаётся на месте, так как защёлка 7, перекрывая упор 8, удерживает каретку от перемещения влево. Рычаг 6 под действием тяги 11 сначала начинает поворачиваться относительно оси 5, поднимая защёлку 7, над неподвижными упором 8 и отпирая каретку 42. Одновременно с поворотом рычага 6 лыжа 43 перемещается в сторону лыжи 40. Выбрав зазор между лыжей 43 и роликом 23 (рисунок 26) перемещает ролик 23 влево. При этом рычаг 20 поворачивается против часовой стрелки. Палец 27 поднимает зуб защёлки 25 выше уровня упора 28 и отпирает каретку.

Движение двери кабины через отводку и ролик передается на шахтную дверь и открывает ее. Через определенный промежуток времени двери закрываются.

Элементы кабиной и шахтной двери срабатывают, как было описано выше.

## Глава 6. Канаты и уравновешивающие устройства

### 20. Конструкции канатов и их браковка

Канаты – один из наиболее ответственных элементов лифта.

В соответствии с назначением в лифтах применяют подъемные канаты, на которых подвешивают кабину и противовес, канаты ограничителя скорости и уравновешивающие канаты. По назначению канаты разделяют так же на грузовые (Г) и грузопассажирские (ГЛ).

По характеру свивки различают одинарной и двойной свивки.

Канаты одинарной свивки получают путем навивки нескольких слоев проволок вокруг стержня. При этом каждый последующий слой проволок навивают в противоположную сторону относительно предыдущего. Такие канаты довольно просты в изготовлении, но обладают большой жёсткостью и поэтому их применяют главным образом в качестве оттяжек и на блоках больших диаметров. При использовании их на блоках обычных диаметров канат быстро выходит из строя.

При двойной свивке проволочки предварительно свивают в пряди (стренги) и затем навивают их вокруг органического, асбестового или стального (из стальных проволок) сердечника. На лифтах применяют канаты двойной свивки с органическим (пеньковым) сердечником пропитанным маслом (рисунок 37). Это даёт возможность продолжительное время сохранять смазочный материал внутри проволок канатов во время работы. Канат такой конструкции достаточно прочен и в тоже время эластичен, что позволяет применять блоки и шкивы сравнительно небольших диаметров.

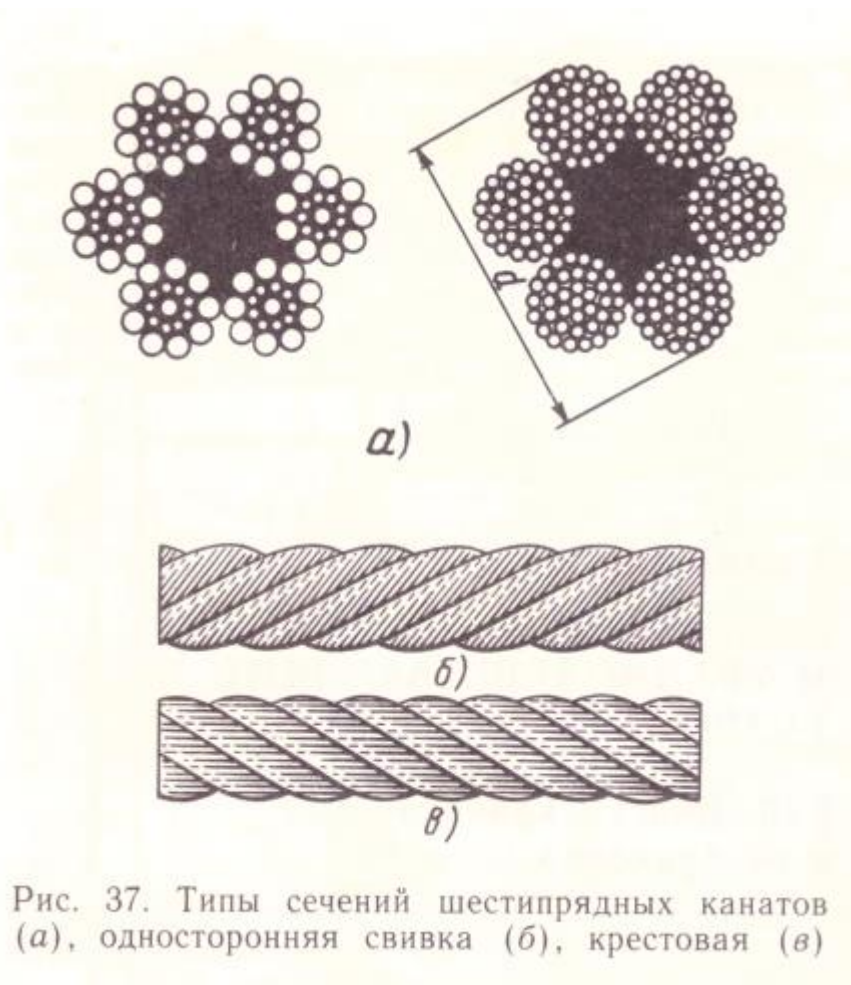


Рис. 37. Типы сечений шестипрядных канатов (а), односторонняя свивка (б), крестовая (в)

Рисунок 37 - Типы сечений шестипрядных канатов (а), односторонняя свивка (б), крестовая (в)

По направлению свивки прядей и канатов в целом различают канаты односторонней О, крестовой и комбинированной К свивки. При односторонней свивки проволоки в пряди и сами пряди в канат свиты в одну (правую или левую) сторону. При крестовой свивке пряди свивают из проволок в одну сторону, а канат из прядей - в противоположную сторону. Если канат из прядей свит в правую сторону, а проволоки в прядях в левую, то это канат правой крестовой свивки. Если канат из прядей свит в левую сторону, а пряди из проволок свиты в правую, то это канат левой крестовой свивки.

При комбинированной свивки используют оба вида свивки.

По углу наклона проволок в соседних слоях пряди различают канаты с точечным касанием (ТК) и линейным касанием ЛК. В первом случае соседние слои проволок в пряди имеют одинаковые углы наклона, но различные шаги свивки. Поэтому проволоки соседних рядов соприкасаются в точках. Во втором случае проволоки соседних слоев пряди имеют одинаковые шаги свивки при различных углах наклона и образуют линейный контакт, что обеспечивает большую долговечность канатов.

Канаты также различают по диаметрам проволок в различных рядах и в одном ряду прядей.

Раскручивающиеся Р канаты выполнены из проволок в прядях и прядей, которые находятся под напряжением. Поэтому при освобождении концов такого каната от обвязки проволоки в прядях и сами пряди раскручиваются.

Нераскручивающиеся Н канаты, в которых сняты внутренние напряжения при их изготовлении, не раскручиваются при отсутствии обвязки. Этим канатам отдают предпочтение перед раскручивающимися.

По механическим свойствам проволоки канаты бывают высшей (В), первой I, второй II. В лифтах применяют канаты только первых двух марок. Пример обозначения тягового каната: 10.5-ГЛ-В-Н-1568.ГОСТ 3077-80. Это означает: канат диаметром 10.5 мм, грузоподъемной (ГЛ), из проволок высшей (В) марки, нераскручивающимся (Н) с временным сопротивлением проволок 1568 МПа.

Вследствии исключительно ответственной роли канатов к ним предъявляют особые требования. Канаты должны соответствовать ГОСТам и быть снабжены сертификатом завода-изготовителя со сведениями об их испытании в соответствии с ГОСТ 3241 – 80 «Канаты стальные. Технические требования». В случае получения канатов без сертификата их испытывают в соответствии с ГОСТом.

Испытание каната сводится к нагружению, доводимому до разрыва. Таким образом определяют разрывное усилие канатов. Оно равно сумме усилий разрыва отдельных проволок уменьшенной на 17% вследствие неравномерной загрузки проволок в канате:

$$S_{разр} = 0,83 \sum P_p,$$

Где  $P_p$  - разрывное усилие отдельных проволок;  $\sum P_p$  - суммарное усилие разрыва проволок.

Если лаборатория не может определить разрывное усилие канатов в целом, то разрешается проводить отдельные испытания отдельных проволок.

Канаты, применяемые для подвешивания кабины и противовеса, должны быть одинаковыми по диаметру и конструкции. Диаметр каната считается наибольший размер его сечения  $d$ .

В пассажирских, больничных и грузовых лифтах с проводником подъемные канаты диаметром менее 9.5мм не применяют. Для приведения в действие ограничителя скорости используют канат диаметром не менее 7мм. Сопряжение двух концов каната допускается в той части, которая не находит на барабан, блоки, канатопроводящий шкив. Сопряжение выполняют двумя коушами по концам канатов с заплеткой или установкой зажимов. Сращивание (счаливание) канатов не разрешается. Крепление канатов к кабине и противовесу должно быть надёжным и создавать одинаковое натяжение всех канатов.

На прочность канатов влияет их перегибы на блоках, шкивах, барабанах, поэтому количество перегибов каната должно быть наименьшим, а диаметры отклоняющих элементов - возможно большими. Для лифтов выбирают (насколько это допустимо) менее жёсткие канаты - канаты с органическим сердечником.

В перегибе каната на канатопроводящем элементе участвуют все проволоки каната (как внутреннее, так и внешнее). Внешние проволоки изнашиваются сильнее вследствие дополнительного трения по ручью канатопроводящего элемента. Поэтому предпочтение отдают канатам, у которого наружные проволоки большей толщины, чем внутреннее.

Для более равномерного изнашивания наружных и внутренних проволок рекомендуется использовать наружные жёсткие с меньшим разрывным усилием проволоки, а внутреннее - с большим разрывным усилием.

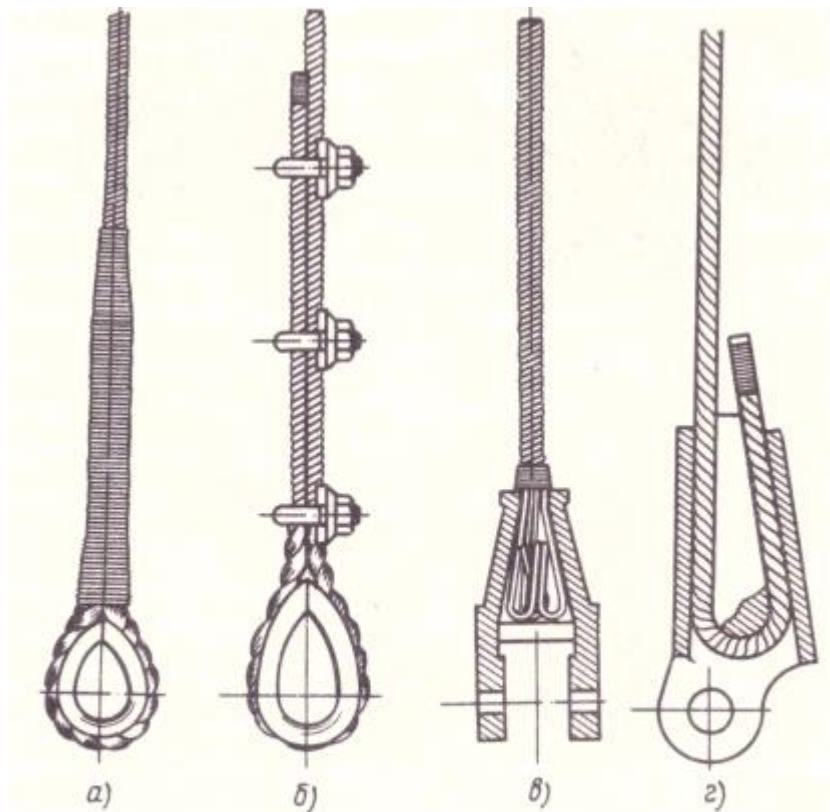


Рис. 38. Заделка концов канатов для крепления к подвесным устройствам:  
 а — заплеткой, б — зажимами, в — заливкой во втулке, г — клином во втулке

Рисунок 38 - Заделка концов канатов для крепления к подвесным устройствам

У лифтов с дополнительным противовесом, уравнивающим часть массы кабины, минуя лебёдку, дополнительный противовес подвешивают не менее чем на двух канатах.

Канаты можно крепить к подвесным устройствам кабины и противовеса несколькими способами. Наиболее распространенные способы заделки каната пояснены на рис. 38.

На конце каната должны быть петля с коушем, закреплённым заплёткой или зажимами, причем в первом случае регламентировано число пробивок каната прядями, а во втором - число зажимов, определяемой при проектировании. Наиболее употребляемые зажимы состоят из скобы с резьбой на обоих концах, фигурной планки с двумя отверстиями и двух гаек. Чтобы скоба не пережимала рабочую часть каната, планка должна прилегать только к ее рабочей ветви. Расстояние между зажимами и длина свободного конца каната от последнего зажима должны быть равны не менее шести диаметрам каната. Заделка конца каната в стальной конусной втулке путем заливки легкоплавким сплавом или закрепления с помощью клина -

также достаточно надёжные способы. Применение чугунных конусных втулок не разрешается.

При работе лифта канат изнашивается, что выражается в виде обрыва отдельных проволок. Это вызывается перегибами канатов на блоках, шкивах и барабанах под нагрузкой, а также уменьшением сечения наружных проволок вследствие их трения по рабочим поверхностям блоков, шкивов и барабанов или коррозии. В зависимости от типа канатопроводящего органа (барабан, канатопроводящий шкив) лифтовой лебедки. Правилами предусмотрено количество канатов, на которых подвешивают кабину соответствующего лифта. Так в пассажирских лифтах и грузовых с проводником кабину подвешивают при барабанной лебедке не менее чем на двух отдельных канатах, а при лебедке с канатопроводящим шкивом - на трех. В грузовых лифтах без проводника и грузовых малых кабин можно подвешивать при барабанной лебедке на одном канате, а при лебедке с канатопроводящим шкивом - не менее чем на двух канатах.

Оценка степени износа каната и определение его пригодности для дальнейшей эксплуатации называется браковкой каната. Она регламентирована правилами Госпромнадзора. Находящиеся в работе стальные канаты бракуют по числу видимых обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, которая соответствует одному обороту пряди, относительно продольной оси каната.

Шаг свивки определяют следующим образом (рисунок 39). На поверхности какой-либо пряди контролируемого участка каната наносят метку (точку А), от которой отсчитывают в продольном направлении включая прядь отмеченную этой точкой столько прядей, сколько их имеется в наружном слое каната (например, шесть в шестипрядном канате), и на следующей после отсчета пряди (в данном случае на седьмой) наносят вторую метку (точку Б). Расстояние между метками соответствует шагу свивки каната.



Рис. 39. Пример определения шага свивки шестипрядного каната

Рисунок 39 - Пример определения шага свивки шестипрядного каната

Канаты, изготовленные из проволок одинакового диаметра, бракуют согласно данным табл. 3, где приведено число обрывов проволок в зависимости от конструкции каната, от принятого для данного лифта отношения диаметров



канатоведущего органа и каната ( $D/d$ ), и коэффициента запаса прочности при установленном Правилами Госпромнадзора отношении.

Канат, изготовленный из проволок различного диаметра, конструкции  $6 \times 19 = 114$  проволок с одним органическим сердечником бракуют согласно данным, приведенным в первой графе табл. 3, причем число обрывов как норма браковки принимается за условное. При подсчете обрыв тонкой проволоки принимается за 1, обрыв толстой - за 1.7.

Канаты, конструкция которых указаны в табл. 3, бракуют по ближайшему числу прядей и проволок в сечении, учитывая соотношения количества проволок в наружных слоях прядей одного и другого каната.

При поверхностном изнашивании каната или коррозии проволок, число обрывов проволок на шаге свивки уменьшают, если износ или коррозия составляет 40 процентов и более первоначального диаметра проволок, то канат бракуют, в случаях, когда кабина лифта подвешена на двух отдельных канатах и бракуют в отдельности, причем допускается замена одного более изношенного канатов.

Таблица 3. Число обрывов проволок на длине одного шага свивки каната, при котором канат должен быть забракован

Первоначальный коэффициент запаса прочности при отношении $D:d$	Конструкция канатов			
	$6 \times 19 = 114$ и один органический сердечник		$6 \times 37 = 222$ и один органический сердечник	
	Вид свивки каната			
	крестовая	односторонняя	крестовая	односторонняя
До 9	14	7	23	12
Свыше 9 до 10	16	8	26	13
» 10 » 12	18	9	29	14
» 12 » 14	20	10	32	16
» 14 » 16	22	11	35	18
» 16	24	12	38	19

При поверхностном изнашивании каната или коррозии проволок на шаге свивки уменьшают. Если износ или коррозия составляет 40% и более первоначального диаметра проволок, то канат бракуют. В случае, когда кабина

лифта подвешена на двух отдельных канатах, их бракуют в отдельности, причем допускается замена одного, более изношенного каната.

Если кабина лифта подвешена на трех канатах и более, их бракуют по среднему арифметическому значению. При этом у одного из канатов допускается повышенное число обрывов проволок, но не более чем на 50 процентов против норм, указанных в табл. 3. Канат с оборванной прядью к дальнейшей работе не допускается.

При эксплуатации канаты регулярно очищают от грязи и смазывают. Пыль и другие частицы, попадая в смазочный материал, составляют абразив, ускоряющий изнашивание канатов. Очищают, осматривают и смазывают канаты при неподвижной кабине. Во время этих работ кабину можно перемещать только по указанию лица, выполняющего эти операции. Своевременный уход за канатами и их браковка позволяют лифту работать без аварий.

## 21. Противовесы

Противовесы предназначены для уравнивания веса кабины и части полезного груза для уменьшения расхода энергии и мощности двигателя. Кроме того, на лебедках с канатоведущими шкивами противовесы создают нужное соотношение усилий в ветвях каната со стороны кабины и противовеса. Это необходимо для получения надлежащих сил трения между канатами и ручьями канатоведущего шкива удерживающих кабину от самопроизвольного перемещения в ее вертикальном направлении.

Если вес кабины с грузом равен весу противовесу, то система без учёта веса подъемных канатов считается полностью уравновешенной. При установившемся движении кабины электродвигатель затрачивает энергию только на преодоление сил трения в системе, что составляет незначительную величину. Однако в таком лифте при отсутствии полезной нагрузки электродвигатель преодолевает избыточный вес противовеса, что требует большой затраты энергии. Таким образом, вес противовеса  $G_{np}$  подбирают для уравнивания веса кабины  $G_k$  и части полезной нагрузки  $Q$  по соотношению

$$G_{np} = G_k + KQ,$$

где  $K$  – коэффициент уравнивания полезной нагрузки противовесом.

Целесообразно коэффициент  $K$  принимать в пределах  $0,3...0,5$ , причем верхний предел  $,5$  – в случае постоянной работы лифта в одном направлении с полной нагрузкой, а в пассажирских лифтах жилых домов –  $0,35...0,4$ .

Для уменьшения усилий, действующих на лебедку, иногда применяют дополнительный противовес, который уравнивает часть веса кабины с помощью канатов, соединяющих противовес непосредственно с кабиной минуя лебедку (см. схему на рис. 3, к). В этом случае об уравновешенности системы судят,

сопоставляя вес кабины с грузом и суммарный вес основного и дополнительного противовесов. Нагрузку лебедки рассчитывают в зависимости от веса основного противовеса и веса кабины, уменьшенного за счёт силы тяжести вспомогательного противовеса.

Противовес выполняют в виде прямоугольной вертикальной рамы (каркаса), в которую закладывают чугунную или железобетонные плиты. Размеры противовеса в горизонтальном сечении делают такими, чтобы он размещался в узком пространстве между кабины и стенкой шахты. Конструкция противовеса не должна допускать смещение груза (плит) относительно каркаса для сохранения зазоров между элементами лифта.

Противовес пассажирского лифта (рис. 40) состоит из каркаса представляющего собой жёсткую сварную раму из двух вертикальных стояков 1 гнутого швеллерного профиля, соединённых между собой верхней балкой 3 и нижней балкой 8. По углам каркаса установлены башмаки 2 противовеса.

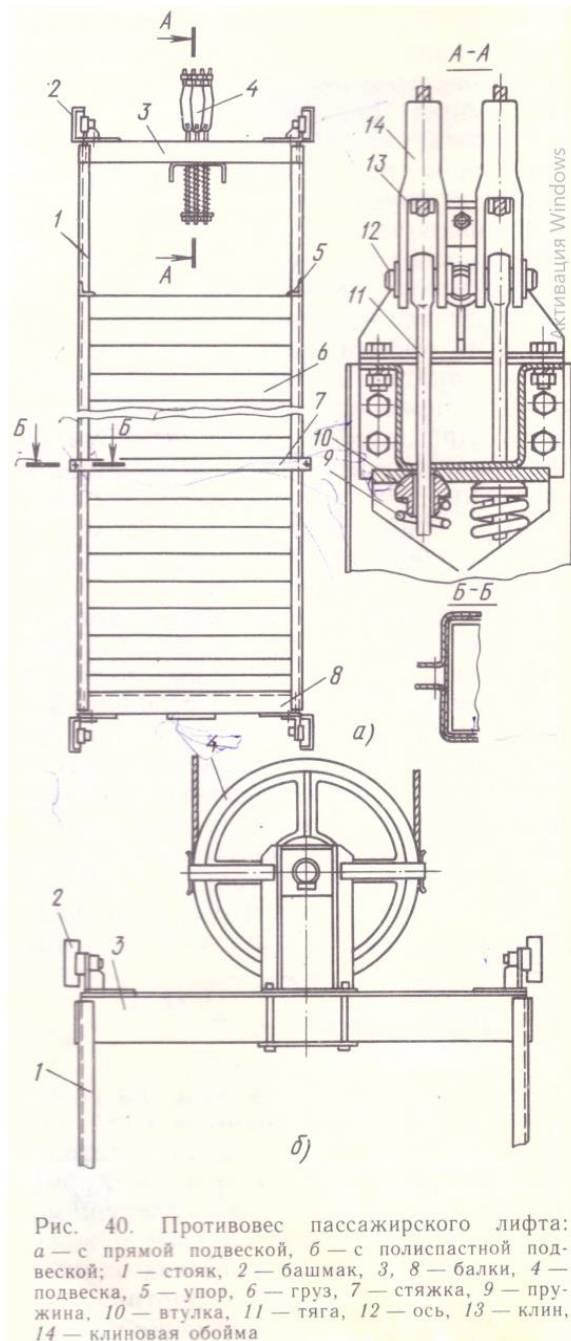


Рисунок 40 - Противовес пассажирского лифта

Башмаки противовеса не отличаются от башмаков кабины. Их вкладыши различаются в зависимости от профиля направляющих. В середине балки 3 установлена подвеска 4 противовеса к тяговым канатам.

В зависимости от грузоподъёмности лифта выполняют подвески двух типов: прямую и полиспадную. В прямой подвеске балка 3 опирается пластиной с отверстиями на сферические втулки 10 с пружинами 9. Втулки компенсируют неточности изготовления торцевой части пружины для более четкой ее работы на сжатие. Нижней торцевой части пружины опираются на пластину и гайки, передавая вес противовеса на тяги 11. К проушине тяги 11 с помощью оси 12 присоединена клиновья обойма 14, в которой клином 13 надёжно фиксирует тяговый канат.

В лифтах большой грузоподъемности часто применяют полиспастные подвески, предоставляющие собой отклоняющий блок с ручьями на ободке по числу тяговых канатов. Со стороны противовеса они огибают отклоняющий блок, а затем из закрепляют в верхней части шахты.

На балке 8 каркаса приварена плита для посадки противовеса на буфер, расположенный в приемке лифта.

На нижнюю балку 8 в пространство между стояками 1 укладывают чугунные или бетонные блоки (груз 6) концы которых перекрываются. Этим обеспечивается четкое положение грузов относительно каркаса в горизонтальном направлении.

В средней части набора грузов устанавливают стяжку 7, которая удерживает блоки между стояками и образует своими концами контрольный башмак перекрывающий работающую часть направляющих. Грузы фиксируют в вертикальном направлении упорами 5.

Для облегчения сборки и разборки противовеса вес каждого груза не должен превышать 600 Н.

## **22. Уравновешивающие канаты**

При перемещении кабины вверх вес подъемных канатов со стороны кабины уменьшается, а со стороны противовеса увеличивается. При опускании кабины происходит обратное явление. Так, например, у лифта, обслуживающего здание высотой 70 м, шесть ветвей каната диаметром 16,5 мм составляют общий вес 4300 Н, который попеременно прибавляется то к весу кабины, то противовеса в зависимости от их положения по высоте. В результате такого перераспределения усилий на канатопроводящий орган привод лифта испытывает значительные перепады нагрузок, что ухудшает характеристику лифта.

Чтобы исключить это, применяют уравновешивающие канаты (цепи), которые запасывают несколькими способами.

Схема на рис. 41, а позволяет уравновешивать вес рабочих канатов во всех положениях кабины по высоте при условии, что суммарный вес единицы длины рабочих канатов  $q$  равен суммарному весу единицы длины уравновешивающих канатов  $p$ , т. е.  $q=p$ .

Под схеме на рис. 41, б суммарный вес единицы для уравновешивающих канатов 3 должен быть в четыре раза больше суммарного веса единицы длины подъемных канатов 1, т.е.  $p=4q$ .

Для расчета веса единицы длины уравновешивающих канатов в различных схемах сопоставляют суммарные моменты относительно центра вращения канатопроводящего шкива 2 от веса ветвей тяговых и уравновешивающих канатов и электрического кабеля в различных положениях кабины по высоте. За исходную

степень уравнивания подвижных частей лифта принимают положение кабин в середине шахты.

Для здания небольшой высоты частично уравнивающим устройством служит электрический кабель, подвешиваемый по схеме на рис. 41, б.

В качестве уравнивающих элементов принимают дешёвые канаты простой конструкции, поскольку, кроме силы тяжести, на них никакие нагрузки не действуют, и сварные цепи, которые подбирают только по весу их единицы длины и общей длине.

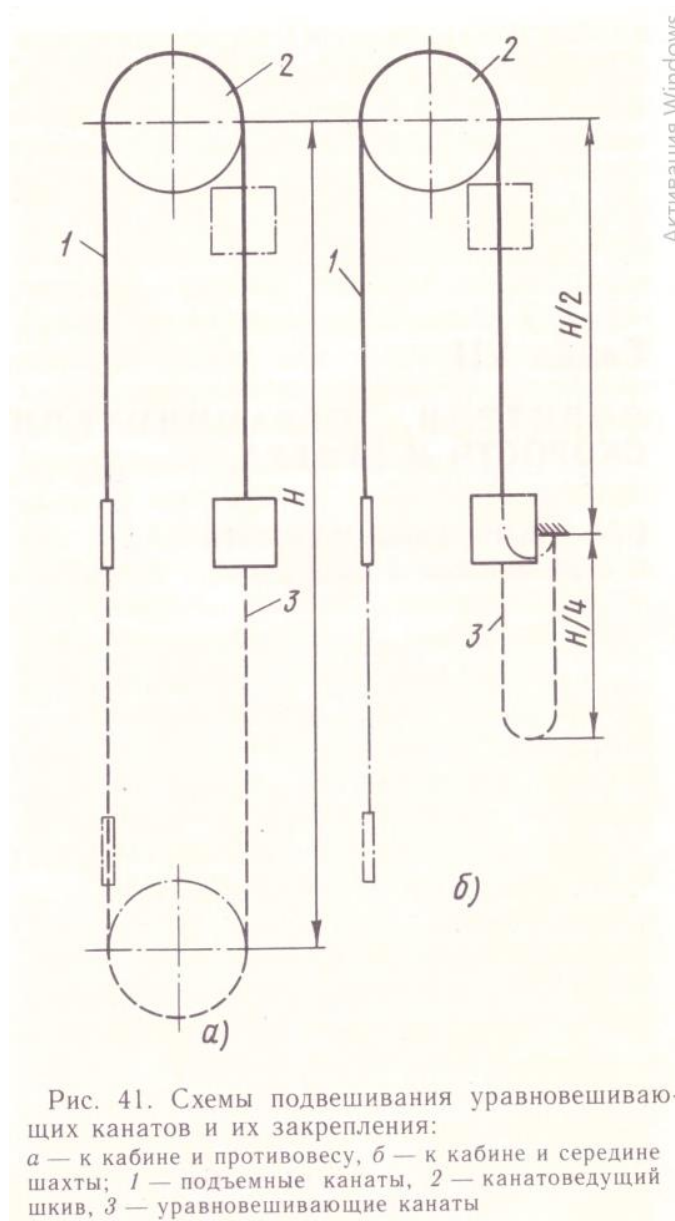


Рисунок 41 - Схемы подвешивания уравнивающих канатов и их закрепления

Чтобы уравнивающие канаты не раскачивались и не переплетались между собой во время работы лифта, в нижней части шахты для некоторых схем, например, показанной на рис. 41, а, устанавливают блоки с натяжным устройством.

Помимо фиксации уравнивающих канатов натяжное устройство увеличивает суммарную силу трения между подъёмными канатами и канатоведущим шкивом, что улучшает условия работы лифта.

### 23. Назначение ловителей и ограничителей скорости

Ловителями называются устройства, устанавливаемые на кабине и иногда на противовесе, которые при аварийной ситуации захватывают направляющие и останавливают, и прочно удерживают на них подвижные части лифта на любой высоте шахты.

Ограничителем скорости называется аппарат, контролирующий скорость движения кабины и противовеса. Ограничитель скорости должен срабатывать и приводить в действие ловители при достижении предельной скорости опускания, превышающей номинальную скорость не менее чем на 15 % и не более чем на 40 % для лифтов с номинальной скоростью до 1,4 м/с включительно, на 33 % для лифтов с номинальной скоростью более 1,4 до 4 м/с включительно и на 25 % для лифтов с номинальной скоростью более 4 м/с.

У лифтов номинальной скоростью до 0,5 м/с допускается приводить в действие ловители при скорости 0,7 м/с.

включительно и на 25% для лифтов с номинальной скоростью более 4 м/с.

У лифтов с номинальной скоростью до 0,5 м/с допускается приводить в действие ловители при скорости не более 0,7 м/с.

Рис. 42. Принципиальная схема работы ограничителя скорости и клиновых ловителей:

1 — клин, 2 — направляющая, 3, 10, 14 — рычаги, 4 — кулачок, 5, 16 — контактные устройства, 6, 11 — канаты, 7 — муфта, 8 — шкив, 9 — валик шкива, 12 — ограничитель скорости, 13 — груз, 15 — натяжной блок

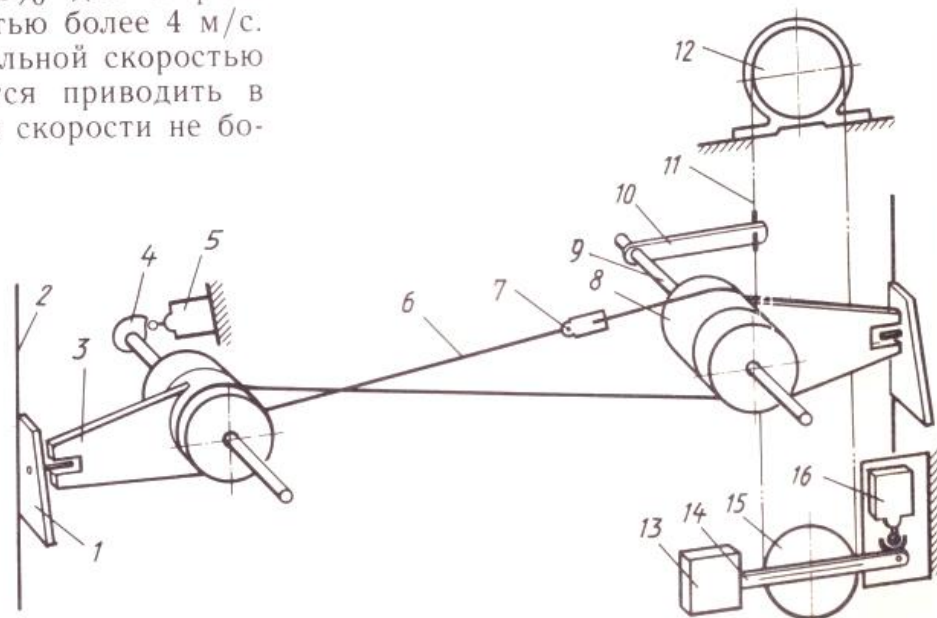


Рисунок 42 - Принципиальная схема работы ограничителя скорости и клиновых ловителей

Ловителями оборудуют кабины всех лифтов, а также противовесы у лифтов, шахты которых расположены над проходами и помещениями, где могут находиться люди, если перекрытия под шахтой недостаточно прочны.

Так как надежность срабатывания ограничителя скорости определяет безаварийность работы лифта в целом, конструкция ограничителя скорости должна предусматривать возможность проверки и регулирования его параметров.

Наибольшее замедление при посадке кабины (противовеса) на ловители не должно превышать  $25 \text{ м/с}^2$ . Лифт со скоростью движения  $1 \text{ м/с}$  и более, а так же больничные и лифты для зданий лечебно-профилактических учреждений оборудуют ловителями плавного торможения.

Путь торможения этих ловителей, т. е. расстояние, проходимое кабинами от момента соприкосновения рабочих поверхностей ловителей с направляющими до полной остановки кабины, регламентирован Правилами. В их таблицах указаны номинальная скорость движения, наибольшая скорость, при которой срабатывает ограничитель скорости, минимальный путь торможения порожней кабины и максимальный путь торможения кабины с грузом или противовесом. По данным таблиц можно отрегулировать эти устройства, обеспечив ускорение в пределах допускаемых величин.

На рис. 42 изображена принципиальная схема совместной работы ограничителя скорости и клиновых подпружиненных ловителей. Схема содержит ограничитель скорости 12, представляющий собой центробежный регулятор, внешне расположенные массы которого при достижении определенной частоты их вращения зацепляются за неподвижный башмак и останавливаются вместе с диском. В ручей диска уложен канат 11 ограничителя скорости, концы которого соединены с концом рычага 10. Предварительное натяжение каната 11 обеспечивается натяжным устройством, размещенным в приемке. Устройство состоит из блока 15, расположенного на рычаге 14 с грузом 13 на конце. На рычаге 14 установлена отводка, которая при его повороте на угол более допускаемого воздействует на 16, отключающее лебедку и останавливающее лифт до устранения причины, вызвавшей этот поворот рычага.

Кинематическая цепь ловителей включает в себя два валика 9 закреплёнными на них шкивами 8 и рычагами 3. Концы рычагов выполнены в виде вилок, охватывающих пальцы, установленные в клиньях. На шкивах 8 прижимными планками крепят канат 6, концы которого соединены между собой стяжной муфтой 7. Система запасовки каната 6 обеспечивает синхронный поворот шкивов 8 в противоположных направлениях. На одном валике 9 закреплён кулачок 4, который при повороте валика воздействует на контактное устройство 5, отключая лебедку.

В целом система работает следующим образом. При движении кабины рычаг 10 вместе закреплёнными на нем концами каната 11 ограничителя скорости увлекает за собой ветвь этого каната, вызывая вращение диска ограничителя скорости. При достижении частоты вращения диска, соответствующей более  $1,15$  номинальной скорости опускания кабины, ограничитель скорости срабатывает, останавливая вращения диска. Опускающаяся кабина натягивает остановившийся в месте с



диском канат, вызывая в нем натяжение, равное силы трения между канатом и ручьем диска.

Под действием силы натяжения каната рычаг 10 поворачивается против часовой стрелки, увлекая за собой во вращение закреплённый шкив 8. С помощью вилки на конце рычага 3 клин ловителя поднимается, захватывая направляющую и останавливая подвижные части лифта.

Так как шкивы работают синхронно, то клин 1 другого ловителя срабатывает одновременно с первым, захватывая другую направляющую. При этом срабатывает контактное устройство 5, отключающее лебедку.

Таким образом, в результате срабатывания ограничителя скорости лебедка обесточивается, а ловители порно захватывают направляющие, надёжно удерживая на них кабину.

Ловители и ограничители скорости снабжают табличкой с указанием завода изготовителя, типа устройства, номинальной скорости лифта для которого они предназначены, заводского номера и даты выпуска.

По характеру нарастания усилия в элементах ловителей в период остановок кабины или противовеса различают ловители жёсткого (мгновенного) действия и плавного торможения.

#### **24. Ловители жёсткого действия**

Различают клиновые, эксцентриковые и роликовые ловители жёсткого действия, в состав которых не входят пружинные (амортизирующие) устройства. Основная особенность-жесткость срабатывания, которая объясняется быстрым ростом усилий до величины, определяющейся запасом кинетической энергии падающей кабины (противовеса) и прочностью ловителя. Они характеризуются короткими путями торможения (5-15мм) и соответственно большим отрицательным ускорением (замедлением). По этой причине ловители жёсткого действия допускаются у лифтов с номинальной скоростью до 0,75 м/с. Ловители устанавливают на верхнем или на нижнем ригеле каркаса кабины по одному с каждой стороны.

На рисунке 43, а, б. изображены схемы клиновых ловителей несимметричного (одностороннего) и симметричного типов. При движении клиньев относительно ригеля каркаса кабины вверх (как показано стрелками) направляющие (заштрихованная полоса) зажимаются между клином и упорной колодкой ригеля (рис. 43, а) или между двумя клиньями (рис. 43, б). Угол клина рассчитывают так, чтобы система самозаклинивалась при незначительной силе, поднимающей клин. Для увеличения сцепления рабочих поверхностей клина и направляющей на нем сделаны зубья, которые при расчете сил трения не учитываются (идёт в запас сцепления). При срабатывании ловителей на направляющих остаются следы от зубьев клина. После каждого срабатывания направляющие осматривают и зачищают рабочие поверхности.

При срабатывании односторонних ловителей кабина перемещается в сторону клина, выбирая зазоры между направляющими и упорной колодкой ригеля. Это вызывает дополнительные нагрузки на башмаки и направляющие. Снимать кабину с односторонних ловителей сложнее, чем с симметричных.

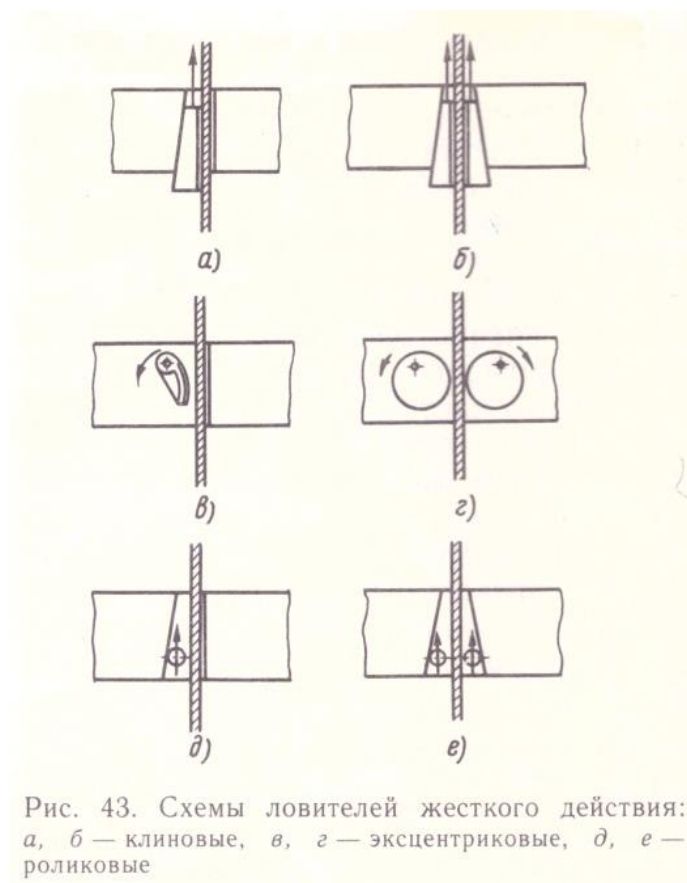


Рис. 43. Схемы ловителей жесткого действия: а, б — клиновые, в, г — эксцентриковые, д, е — роликовые

#### Рисунок 43 - Схемы ловителей жесткого действия

На рис. 43 в, г изображены схемы эксцентриковых ловителей одностороннего и симметричного действия. Эксцентрики двух ловителей попарно закреплены по концам вала со шпонками. На вал действует пружина, стремящаяся повернуть его вместе с эксцентриками в сторону сближения с направляющей. Однако вал удерживается от поворота системой рычагов или канатов, соединённых с канатом ограничителя скорости. При аварийной ситуации вал, на котором насажены эксцентрики, освобождается, пружина поворачивает вал, рабочие поверхности эксцентриков входят в контакт с направляющими, между ними возникают силы трения, благодаря чему направляющие заклиниваются в ловителях. Пружина в эксцентриковых ловителях не должна быть сильной, так как от не требуется только довести до соприкосновения эксцентрик с направляющей.

Положение центра вращения эксцентрика относительно его рабочей поверхности рассчитывают так, чтобы эксцентрики на направляющих самозаклинивались.

В симметричных эксцентриковых ловителях эксцентрики размещены на двух параллельных валах. Для согласованной работы в симметричных эксцентриковых ловителях только один вал делают приводным (с пружиной), а второй вал с первым

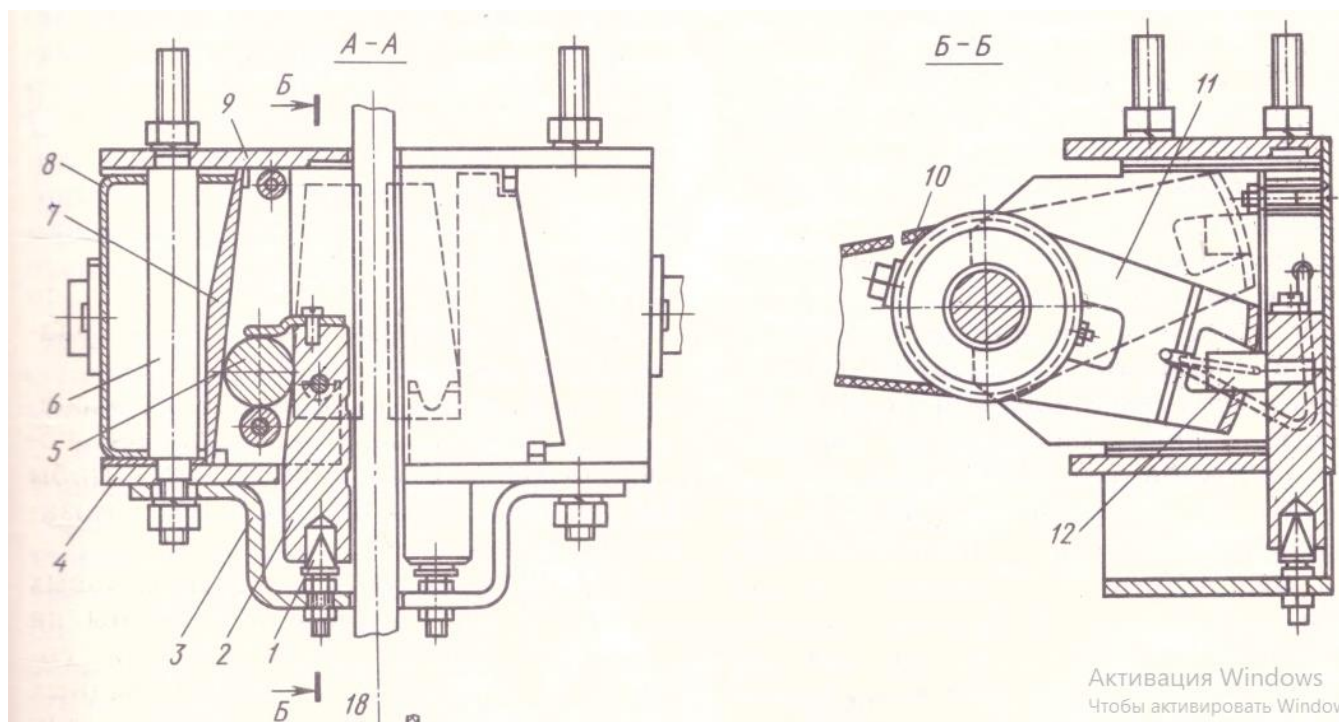
соединён зубчатыми секторами обеспечивающими симметричное вращение обоих валов.

Роликовые ловители изображены на рис. 43, д, е. Принцип действия этих ловителей основан на самозаклинивании системы, когда ролик входит в соприкосновение с наклонной поверхностью упорной колодкой ригеля и направляющей. Самозаклинивание обеспечивается соответствующим углом наклона рабочей поверхности упорной колодки к продольной оси направляющей.

### 25. Ловители плавного торможения

У ловителей плавного торможения усилие сжатия направляющих рабочими элементами контролируются пружинами и по достижении определенного значения эти усилия не изменяются до полной остановки кабины. При посадке кабины на ловители она останавливается, пройдя путь, соответствующий запасу кинетической энергии подвижных частей лифта и усилия сжатия направляющих рабочими элементами ловителей.

В лифтостроении в качестве ловителей плавного торможения применяют, клещевые, клиновые подпружиненные, комбинированные и др. На кабине (а иногда и на противовесе) устанавливают по одному ловителю на каждом конце нижней или верхней балке каркаса в непосредственной близости от рабочих поверхностей направляющих. В действие приводится один ловитель, а другой связанный с приводным ловителем жёсткой канатной или рычажной кинематической связью, срабатывает практически одновременно практически с первым.



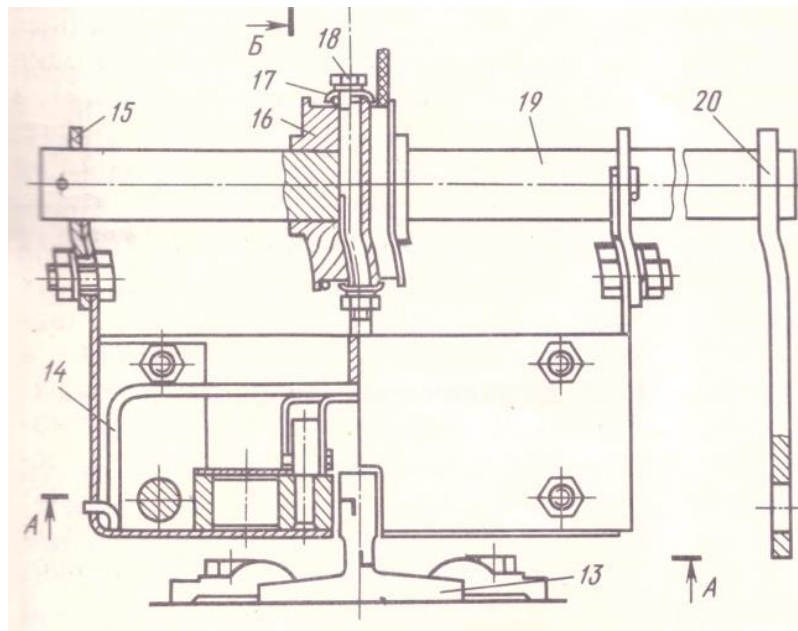


Рис. 44. Клиновой подпружиненный ловитель:  
 1 — фиксатор, 2 — клин, 3 — скоба, 4, 9 — плиты, 5 — ролик, 6 — шпилька, 7, 14 — пружины, 8 — корпус, 10 — канатик, 11, 20 — рычаги, 12 — упор, 13 — направляющая, 15 — пластина, 16 — шкив, 17 — планка, 18 — болт, 19 — ось

Рисунок 44 - Клиновой подпружиненный ловитель

На рис. 44 представлен клиновой подпружиненный ловитель плавного торможения. Ловитель состоит из корпуса 8, который фасонными шпильками 6 фиксирован на конце верхней или нижней балки каркаса кабины (противовеса). В корпусе 8 с зазором относительно боковых рабочих поверхностей направляющих расположены два клина 2, опирающихся на фиксаторы 1, представляющие собой фасонные болты с коническими головками. В створе с клиньями 2 наклонно закреплены пластинчатые пружины 7 переменного сечения, опирающиеся по концам на корпусе 8. Между клиньями 2 и пружинами 7 помещены стальные ролики 5, которые до срабатывания ловителей опираются на нижние распорные трубки с болтами. Произвольное перемещение ролика вверх при неподвижном клине ограничивается консольной пластинкой на верхнем торце клина.

На боковых вертикальных стенках корпуса 8 с помощью пластин 15 установлена ось 19 со шкивом 16 в средней части. Шкив 16 фиксируется на оси 19 сквозным болтом 18, под головкой и гайкой которого находятся прижимные планки 17, удерживающие витки канатика 10 от проскальзывания по поверхности шкива. Канатик 10, закреплённых на шкивах, позволяет синхронно работать двум ловителям, если в качестве приводного использован только один. На конце оси 19 приводного ловителя приварен рычаг 20, на конце которого коушами закреплены оба конца каната ограничителя скорости, растянутого между ограничителя скорости над шахтой и натяжными устройством в прямке. У другого ловителя на конце оси 19 закреплён кулачок, который при его повороте воздействует на контактное устройство. В результате лебедка лифта обесточивается.

Ловители работают следующим образом. При срабатывании ограничителя скорости 12 (см. рис. 42) его шкиф останавливается, в то время как кабина продолжает опускаться. Канат ограничителя скорости за счет сил трения между

канатом и ручьем шкифа также останавливается, поворачивая рычаг 20 (рис. 44). Вместе с ним поворачивается шкиф 16 с рычагом 11, поднимая при этом клин 2 относительно корпуса ловителя. В начале подъема клин 2 отжимается роликом 5 в сторону направляющей 13, а после их соприкосновения между ними возникают силы трения, которые останавливают клин. Перемещение вместе с кабиной корпуса 8 ловителя сжимает ролик 5 между клином 2 и пружиной 7. Ролик перекачивается вверх по пружине и вниз по клину, увеличивая нагрузку на него. Корпус 8 вместе с кабиной опускается относительно стоящего на направляющей клина до того момента, когда он упрется в верхнюю плиту 9. Сила нажатия пружины 7 на клин и направляющую прекращает увеличиваться, и он вместе с корпусом 8 и кабиной начинает опускаться, преодолевая силу трения клина по направляющей до полной остановки кабины.

Для более четкой фиксации рычага 11 в крайних (до и после срабатывания) положения предусмотрено предварительно напряженная коленчатая пружина 14, отжимающая рычаг 11 вниз в период до срабатывания и ловителя и вверх – после его срабатывания. Это обеспечивается положением опорных точек пружины 14 на корпусе 8 и рычаге 11.

Кабину снимают с ловителей, перемещая ее вверх, что выполняет вручную при вращении шкива лебедки в сторону подъема кабины. При этом клин 2 за счет сил трения его с направляющей остается вначале неподвижным. Перемещение вверх корпуса 8 вызывает вращения ролика 5 и перекачивание его вниз по пружине 7 и вверх по клину 2, уменьшая при этом усилие сжатия клиньями направляющей до нуля. Затем клин по действием силы тяжести опускается на фиксатор 1 до нижнего положения, а ролик 5 укладывается на нижнюю распорную трубку, занимая исходное положение. После зачистки направляющих от следов зубьев на клине лифт может нормально работать.

## **Глава 7. Ограничители скорости и буфера**

### **26. Ограничитель скорости**

Принцип работы ограничителя скорости основан на использовании центробежных сил внецентренно расположенных вращающихся грузов, которые приводятся в движение канатом ограничителя скорости, связанным с кабиной или противовесом. Таким образом, ограничитель скорости срабатывает только в зависимости от скорости опускания кабины или противовеса, даже в случае обрыва подъемных канатов и при отсутствии электропитания лебедки.

Ограничители скорости, как правило, установлены в машинном помещении и редко на крыше кабины. При установке ограничителя скорости в машинном помещении он приводится в действие канатом ограничителя скорости, расположенным по всей высоте шахты до натяжного устройства, размещенного в приямке. Одна ветвь каната ограничителя скорости связана с рычагом кинематической цепи ловителей кабины.

При установке ограничителя скорости на крыше кабины он приводится в действие роликом, который катится по направляющей, или с помощью запасованного особым образом каната ограничителя скорости.

В зависимости от положения оси, относительно которой делят на вертикальные и горизонтальные. Более широко распространены последние (плоские) ограничители (рис. 45), у которых ось вращения грузов расположено горизонтально.

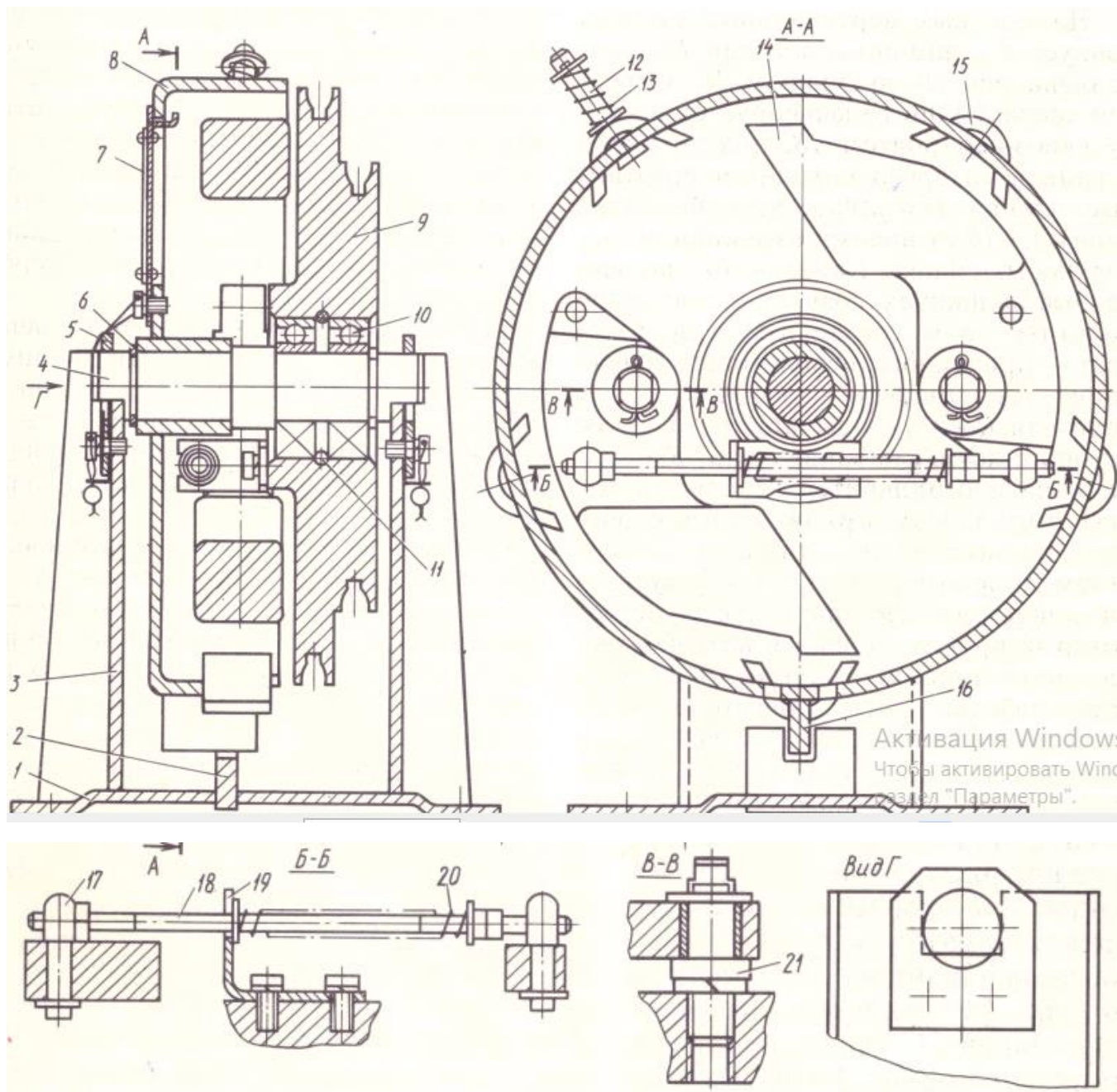


Рис. 45. Ограничитель скорости:

1 — пластина, 2 — ребро, 3 — стойка, 4, 21 — оси, 5 — планка, 6, 11 — кольца, 7 — крышка, 8 — корпус, 9 — шкив, 10 — шарикоподшипник, 12 — стержень, 13, 20 — пружины, 14 — груз, 15 — упор, 16 — пластина, 17 — стойка, 18 — тяга, 19 — кронштейн

Рисунок 45 - Ограничитель скорости

Основание ограничителя скорости сварено из листовой стали и состоит из прямоугольной опорной пластины 1 и приваренных к ней двух вертикальных стоек 3 П-образного сечения с прямоугольными пазами в верхней части. В пластину 1 между стойками 3 вварено прямоугольное ребро 2 с поперечным пазом в верхнем торце.

В прямоугольные пазы вертикальных стоек 3 устанавливаются ось 4 с лысками по концам. В продольном направлении ось 4 фиксирована буртами, а в поперечном направлении – боковыми поверхностями пазов и планками 5, прикрепленными к вертикальным листам стоек 3.

С одного конца оси 4 между буртом и пружинным разрезным кольцом 6 помещена ступица корпуса 8, по внешней обечайке которого вварены пять неподвижных упоров 15. В плоскости симметрии нижнего упора к внешним поверхностям обечайки корпуса 8 и упора приварена фасонная пластина 16, которая входит в поперечный паз прямоугольного ребра 2 и удерживает корпус 8 от вращения относительно оси 4.

В одном верхнем упоре сделано радиальное отверстие, в котором установлен стержень 12 с башмачком на конце, удерживаемые в верхнем положении предварительно сжатой пружиной 13 с шайбами и шплинтом.

С другого конца оси 4 между буртом и пружинным разрезным кольцом насажены два шарикоподшипника 10 с защитными шайбами. На этих подшипниках установлен шкив 9 с двумя ручьями различных диаметров для укладки в них каната. В осевом направлении шкив 9 фиксирован относительно внешних колец подшипников 10 разрезным пружинным кольцом 11, установленным между наружными кольцами этих подшипников.

В диаметральной плоскости шкива 9 на одинаковых расстояниях от его центра выполнены два отверстия с резьбой, в которые со стороны корпуса 8 ввернуты оси 21 с буртом в середины два отверстия с резьбой в которых болтами жестко закреплен кронштейн 19.

На консолях осей 21 шарнирно установлены грузы 14. На равных расстояниях от центральных отверстий в грузах выполнены два отверстия, в которых крепятся стойки 17.

Две стойки 17, одна из которых установлена в хвостовой части правого груза, а другая в средней части левого груза, соединены между собой тягой 18 с резьбой по концам. На среднюю часть тяги надета пружина 2, упирающаяся одним концом в неподвижный кронштейн 19, а другим - в шайбу с гайкой и контргайкой на этой тяге. От поворота относительно своей продольной оси тягу 18 фиксирует контргайкой, установленной у одной из стоек 17.

Горизонтальный (плоский) ограничитель скорости действует следующим образом. При нормальной работе лифта канат ограничителя скорости уложен в

ручке шкива 9 большего диаметра. Концы каната соединены с рычагом кинематической цепи ловителей кабины (противовеса). Обе ветви каната нагружены натяжным устройством, расположенным в приемке лифта.

Ветвь каната ограничителя скорости, соединенная с рычагом ловителя, перемещается вместе с кабиной, приводя с вращение шкив 9 за счет сил трения между канатом и рабочей поверхностью ручья.

Центробежные силы стремятся повернуть грузы в сторону от оси вращения шкива. Однако поворот грузов ограничивается пружиной 2, которая, действуя на тягу 18, удерживает грузы от соприкосновения с упорами 15. В этот период грузы вращаются вместе со шкивом, не задевая упоры.

На рис. 46 изображена схема сил, действующих на грузы ограничителя скорости. Центробежные силы условно изображены в виде равнодействующих сил  $C$ , а силы  $P/2$  в точках  $A$  и  $B$  представляют собой реактивные силы, вызванные действием центробежных сил  $C$  в опорных точках грузов. Силы  $P/2$  передаются тягой 8 (см. рис. 45) от грузов на пружину 20, сжимая ее и позволяя при этом грузам 14 при их вращении несколько удаляться от оси вращения шкива.

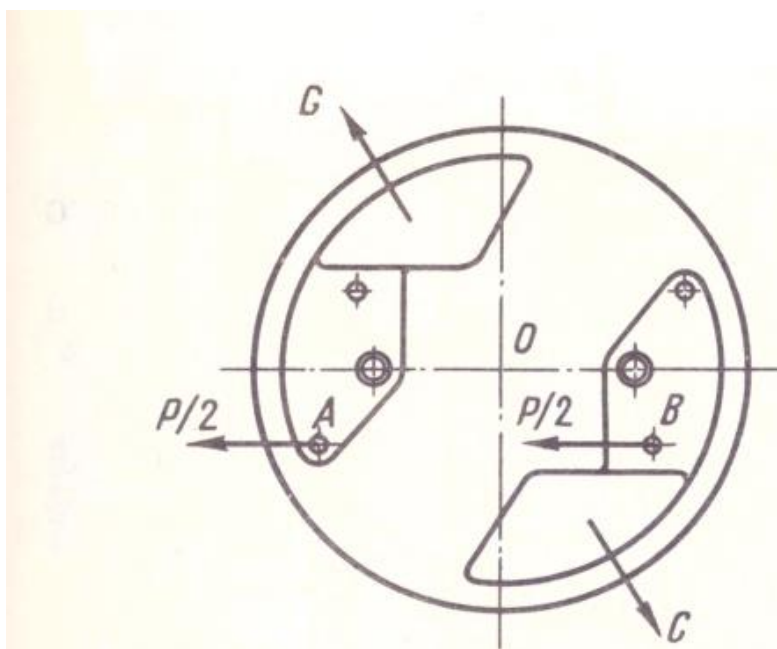


Рис. 46. Схемы сил, действующих на грузы в ограничителе скорости

Рисунок 46 - Схемы сил, действующих на грузы в ограничителе скорости

При опускании кабины со скоростью превышающей номинальную скорость лифта более чем на 15%, частота вращения шкива с грузами повышается настолько, что грузы 14 отходят от оси вращения, зацепляют упор 15 и останавливают шкив. За счет сил трения каната ограничителя скорости по шкиву 9 возрастает натяжение ветви каната между кабиной и ограничителем скорости и срабатывают ловители.



Работу ограничителя скорости проверяют по моменту его срабатывания в зависимости от скорости движения кабины и по силам трения между канатом ограничителя скорости и ручьем шкива.

В лебедках лифтов, работающих на постоянном токе, момент срабатывания ограничителя скорости можно проверить, искусственно повышая частоту вращения электродвигателя, например, путем изменения напряжения питания. Если такая возможность отсутствует, то срабатывание ограничителя скорости проверяют искусственным повышением частоты вращения шкива путем перевода каната ограничителя скорости с рабочего ручья шкива на ручей меньшего диаметра, специально предусмотренного для ревизии.

Окружная скорость  $v_{шк}$  шкива, м/с, связана с частотой его вращения следующей зависимостью:

$$v_{шк} = \pi D n / 60 \text{ и } n = 60 * v_{шк} / (\pi D),$$

где  $D$  – диаметр шкива по оси каната, м;  $n$  – частота вращения шкива, об/мин.

Из этой зависимости видно, что скорость вращения шкива при заданной окружной скорости тем больше, чем меньше диаметр ручья шкива, на котором находится канат. Следовательно, если перевести канат со шкива большего диаметра на шкив меньшего диаметра, то при тех же скоростях кабины и каната получается большая частота вращения шкива. Меньший диаметр шкива определяется с таким расчётом, чтобы при переводе на него каната частота вращения ограничителя увеличивалась бы примерно на 25%, но не выше регламентированных пределов.

Проверка срабатывания ловителей при ревизии лифта на предельной скорости опускания кабины неминуемо вызывает значительные динамические нагрузки в элементах лифта и повреждение рабочих поверхностей, направляющих насечкой или зубьями ловителей. Чтобы избежать этого, ловители целесообразно проверять на меньших скоростях.

Силу трения между канатом ограничителя скорости и ручьем шкива проверяют, искусственно останавливая подвижные части ограничителя при малой скорости. Для этого в ограничителе скорости предусмотрено устройство, позволяющее ограничителю скорости искусственно срабатывать (останавливать шкив) при опускании кабины на любой малой скорости. Этим устройством является стержень 12 с башмачком на конце. Нажатием на стержень в осевом направлении сжимают пружину 13 и башмачок входит в корпус 8, застопоривая грузы 14 со шкивом 9, что соответствует срабатыванию ограничителя скорости. Канат ограничителя скорости натягивается и таким образом проверяется работоспособность ловителей. Для осмотра вращающихся частей ограничителя скорости в корпусе 8 предусмотрен люк с крышкой 7. Чтобы проверить срабатывание ловителей от ограничителей скорости, регулируют силу трения канатоведущему шкиву. Для этого измеряют вес груза натяжного устройства.

Помимо рычажной системы некоторые натяжные устройства выполняют в виде груза, подвешенного к блоку и перемещающегося по вертикальным направляющим. Перемещение груза обязательно контролирует контактным устройством, которое отключает механизм подъема лифта при чрезмерном опускании или подъеме груза.

## 27. Буфера и упоры

Буфера и упоры представляют собой устройства, ограничивающее ход кабины и противовеса при опускании их ниже уровня первой рабочей площадки лифта. Устройства устанавливают в нижней части шахты на дне прямка или на направляющих и рассчитывают на посадку кабины с наибольшей возможной скоростью и с полезной нагрузкой, превышающей номинальную грузоподъемность лифта на 10%, или на большую нагрузку, соответствующую свободному заполнению кабины, если её полезная площадь пола превышает нормативную.

Посадка кабины или противовеса на буфер в условиях эксплуатации может быть только в случае нарушения нормальной работы элементов лифта. Так как у лифтов наибольшая возможная скорость определяется ограничителями, то буфера для лифтов с номинальной скоростью  $v_{ном} \leq 1,4$  м/с рассчитывают на посадку кабины или противовеса со скоростью  $v_{расч} = 1,4 * v_{ном}$  ; при  $v_{ном}$  от 1,4 до 4 м/с  $v_{расч} = 1,33 * v_{ном}$  ; при  $v_{ном} > 4$  м/с  $v_{расч} = 1,25 * v_{ном}$  .

Буфера при посадке на них кабины с грузом или без груза должны обеспечивать замедление кабины не более  $25$  м/с<sup>2</sup>. Исходя из этих условий на лифтах со скоростью до 1 м/ с применяют пружины буфера, а со скоростью превышающей 1 м/с - гидравлические буфера.

Пружинные буфера выполняют в двух вариантах в зависимости от места установки - на дне прямка или на направляющих кабинах.

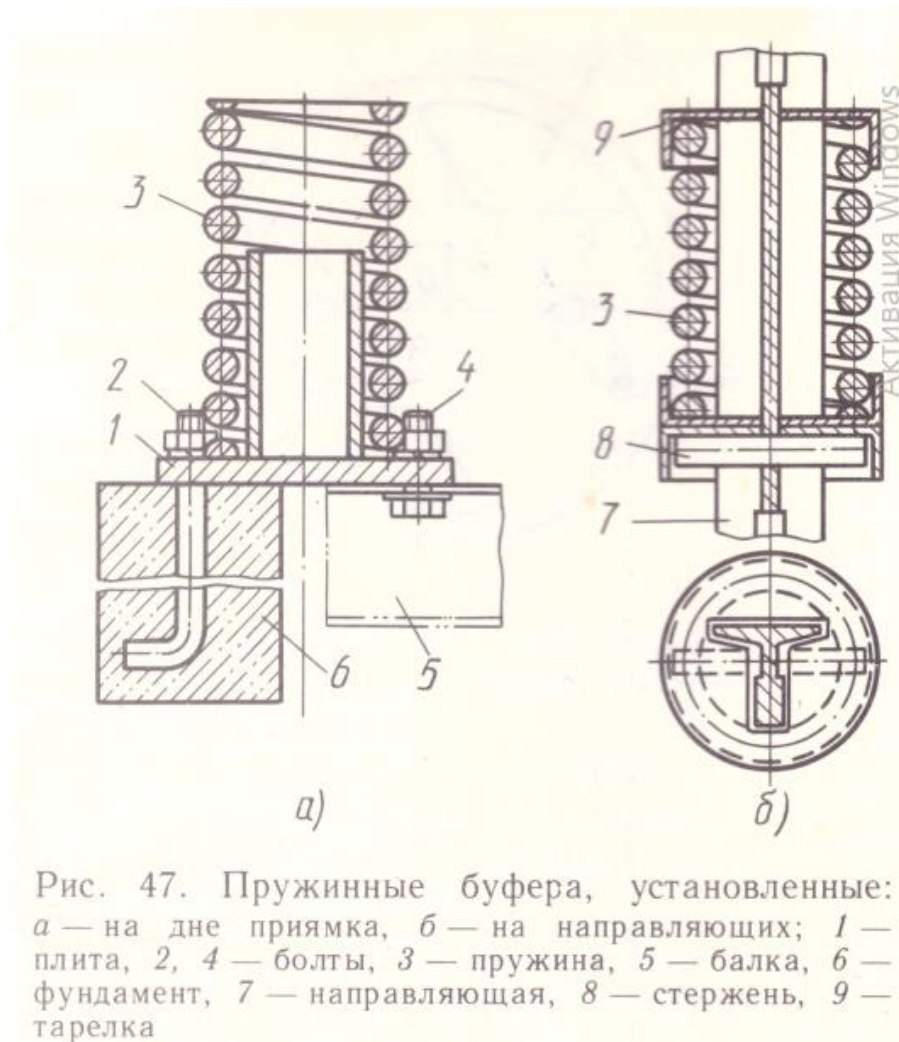


Рис. 47. Пружинные буфера, установленные: а — на дне приямка, б — на направляющих; 1 — плита, 2, 4 — болты, 3 — пружина, 5 — балка, 6 — фундамент, 7 — направляющая, 8 — стержень, 9 — тарелка

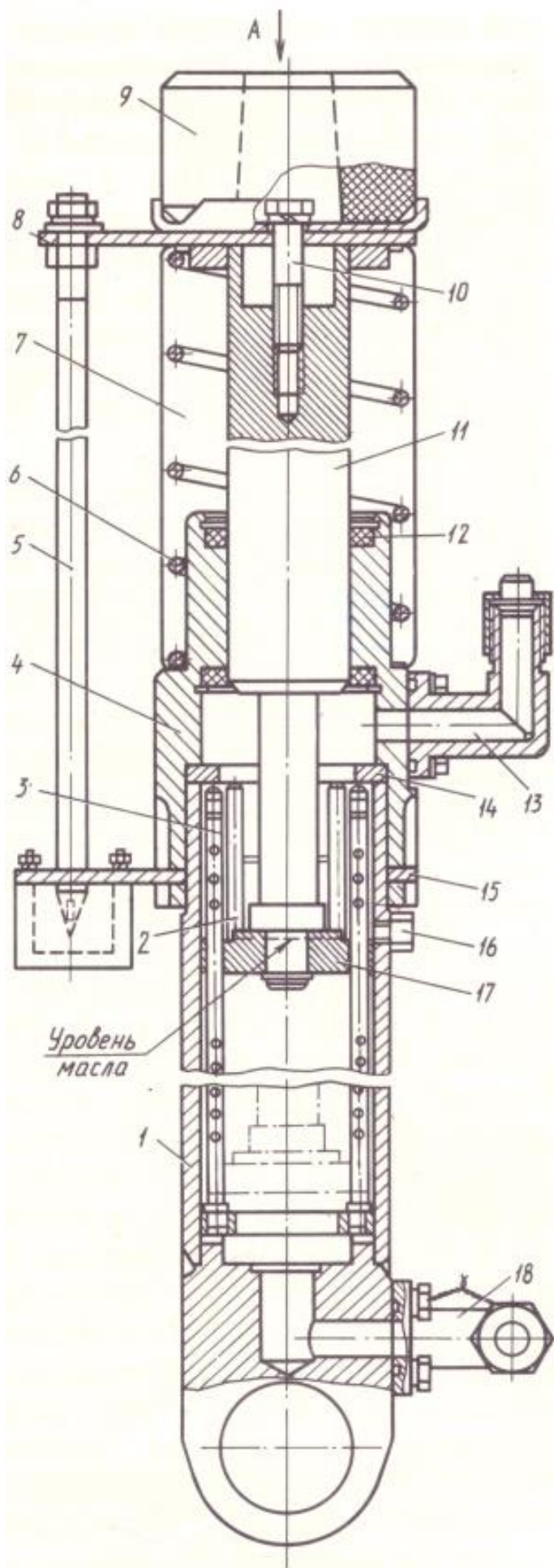
Рисунок 47 - Пружинные буфера, установленные

Пружинный буфер, устанавливаемый на дне приямка (рис. 47, а), представляет собой цилиндрическую пружину 3, установленную на плите 1 и центрирующуюся относительно основания пустотелым цилиндром, приваренным к плите. Плита жёстко укреплена на фундаменте 6 анкерными болтами 2 или на металлических балках 5 основания приямка болтами в противовес или кабина при посадке на буфер сжимает пружину, снижая скорость.

Пружинный буфер, устанавливаемый на направляющий кабины (рис. 47, б), состоит из пружины 3, помещенной между круглыми тарелками 9 с отбортованными краями и с фасонным отверстием тавровой формы в середине. Через фасонное отверстие тарелки с небольшим зазором проходят направляющие 7 кабины, чем обеспечивается четкое положение тарелок 9 относительно направляющей в горизонтальной плоскости. От перемещения вниз по направляющей нижние тарелки 9 удерживаются стержнем 8, установленным в отверстие, просветленном в средней части тавровой направляющей.

От выпадения из отверстия стержень удерживается вертикальными отбортованными краями нижней тарелки. Чёткое положение пружины 3 в

горизонтальной плоскости создаётся краями двух тарелок 9, установленных по торцам пружины 3. На пружинные буфера кабина садится с помощью опорной плиты, укрепленной на кронштейне на некотором расстоянии под нижним башмаком кабины.



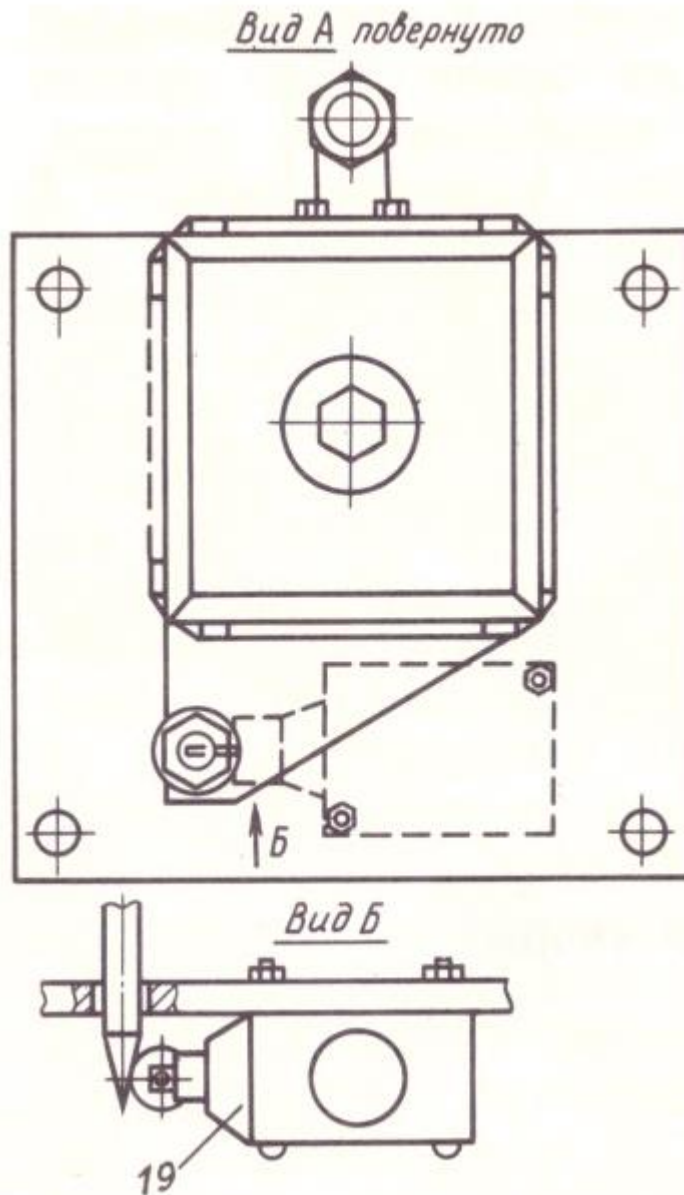


Рис. 48. Гидравлический буфер:

1 — гидроцилиндр, 2 — упор,  
 3 — трубка, 4 — гайка, 5 —  
 штырь, 6 — пружина, 7 — че-  
 хол, 8, 15 — кронштейны, 9 —  
 амортизатор, 10 — болт, 11 —  
 шток, 12 — манжета, 13, 18 —  
 штуцера, 14 — кольцо, 16 —  
 пробка, 17 — поршень, 19 —  
 контактное устройство

Рисунок 48 - Гидравлический буфер

На лифтах с номинальными скоростями выше 1 м/с для остановки опускающиеся кабины с замедлением, не превышающим 25 м /с<sup>2</sup>, применяют гидравлические (масляные) буфера.

Гидравлический буфер (рис. 48) включает в себя гидроцилиндр 1, укрепленный в вертикальном положении на металлическом каркасе на дне приямка. Внутри гидроцилиндра по окружности с определенным шагом расположены трубки 3 с радиальными отверстиями по длине и с прочно заделанными пробками по концам. Нижние пробки зафиксированы т- в стальном кольце.

На резьбу верхней части гидроцилиндра навинчена фасонная гайка 4 с центральным отверстием, в котором помещен шток 11. В гайке 4 с помощью пружинных колец зафиксированы уплотнительные манжеты 12, изолирующие внутреннюю полость гидроцилиндра от внешней среды. На нижний конец штока 11 насажен поршень 17 с вертикальными отверстиями по окружности, через которые проходят трубки 3. Между отверстиями расположена упоры 2, запрессованный в поршень.

Между верхней торцовой поверхностью гидроцилиндра 1 и внутренним буртом гайки 4 зажато кольцо 14, которое ограничивает ход штока с поршнем вверх. Снизу между гайкой 4 и корончатой гайкой неподвижно зажат центрирующийся на внешней поверхности гидроцилиндра нижний кронштейн 15, на котором установлено контактное устройство (выключатель) 19. Кроме того, к нижнему кронштейну 15, болтами прикреплена балка, соединяющая два буфера (кабины и противовеса) в один блок и обеспечивающая вертикальное положение обоих гидроцилиндров.

На верхнем конце штока 11 болтом 10 укреплены верхний кронштейн 8 и резиновый амортизатор 9, привулканизированный к металлической пластине. В отверстии верхнего кронштейна 8 неподвижно установлен штырь 5, который нижним концом проходит через отверстие в кронштейне 15 и расположен против ролика контактного устройства 19.

Между внешним буртом фасонной гайки 4 и нижней поверхностью кронштейна 8 помещена пружина 6, удерживающая подвижные части буфера в исходном верхнем положении и возвращающая подвижные части буферов в исходное положение после освобождения его от внешней нагрузки. Чтобы пыль не попадала на зеркальную поверхность штока 11, он вместе с пружиной закрыт защитным чехлом 7. Сбоку фасонной гайки 4 предусмотрен штуцер 13 с накидной гайкой и заглушкой для заливки масла. В боковой стенке гидроцилиндра 1 ниже гайки 4 выполнено отверстие с резьбой, куда ввертывают пробку 16 с прокладкой для контроля верхнего уровня масла. К нижней части гидроцилиндра болтами прикреплен штуцер 18, сливное отверстие которого перекрыто пробкой с резьбой.

Буфер работает следующим образом. При нормальной работе лифта подвижные части буфера находятся в верхнем положении и удерживаются

пружиной 6. Масло заливают в гидроцилиндр через штуцер 13 до уровня пробки 16. Кабина (противовес), садящаяся на буфер, сначала соприкасается с амортизатором 9, который не допускает жесткого удара. Затем под действием силы тяжести и кинетической энергии кабины подвижные части буфера вместе с кабиной начинают опускаться со скоростью движения кабины. Вместе с кронштейном 8 опускается штырь 5, который конической поверхностью нижнего конца поворачивает рычаг контактного устройства 19, отключающего лебёдку от электрического питания. С началом движения штока 11 в жидкости под поршнем 17 повышается давление, в результате чего она через радиальные отверстия в трубках 3 попадает во внутренние полости трубок, а затем через радиальные отверстия в трубках перетекает в верхнюю полость гидроцилиндра над поршнем. Скорость протекания жидкости по трубкам 3 зависит от массы кабины и скорости её посадки на буфер, от количества радиальных отверстий в трубках ниже поршня и над ним, а также от вязкости жидкости в гидроцилиндре. Повышенное давление жидкости на поршень снизу создает силу, которая через шток 11 и амортизатор 9 воздействует на кабину и замедляет её движение до полной остановки.

После снятия кабины с буфера подвижные части его занимают исходное верхнее положение, при котором штырь 5 перестаёт воздействовать на контактное устройство 19. Таким образом цепи управления лифтом готовы к нормальной работе. При подъёме штока в жидкости под поршнем создаётся небольшое раздражение, соответствующее усилию возвратной пружины 6, в результате чего жидкость из зоны над поршнем 17 через отверстия в трубках 3 перетекает обратно в зону под поршнем, возвращая все подвижные части буфера в исходное положение. Шток должен перемещаться без заеданий.

Так как скорость опускания штока 11 и кабины зависит от вязкости масла в гидроцилиндре, то при эксплуатации строго следят за тем, чтобы залитая в буфер жидкость соответствовала паспортным данным. Применение в буферах стеклянных указателей уровня масла не допускается.



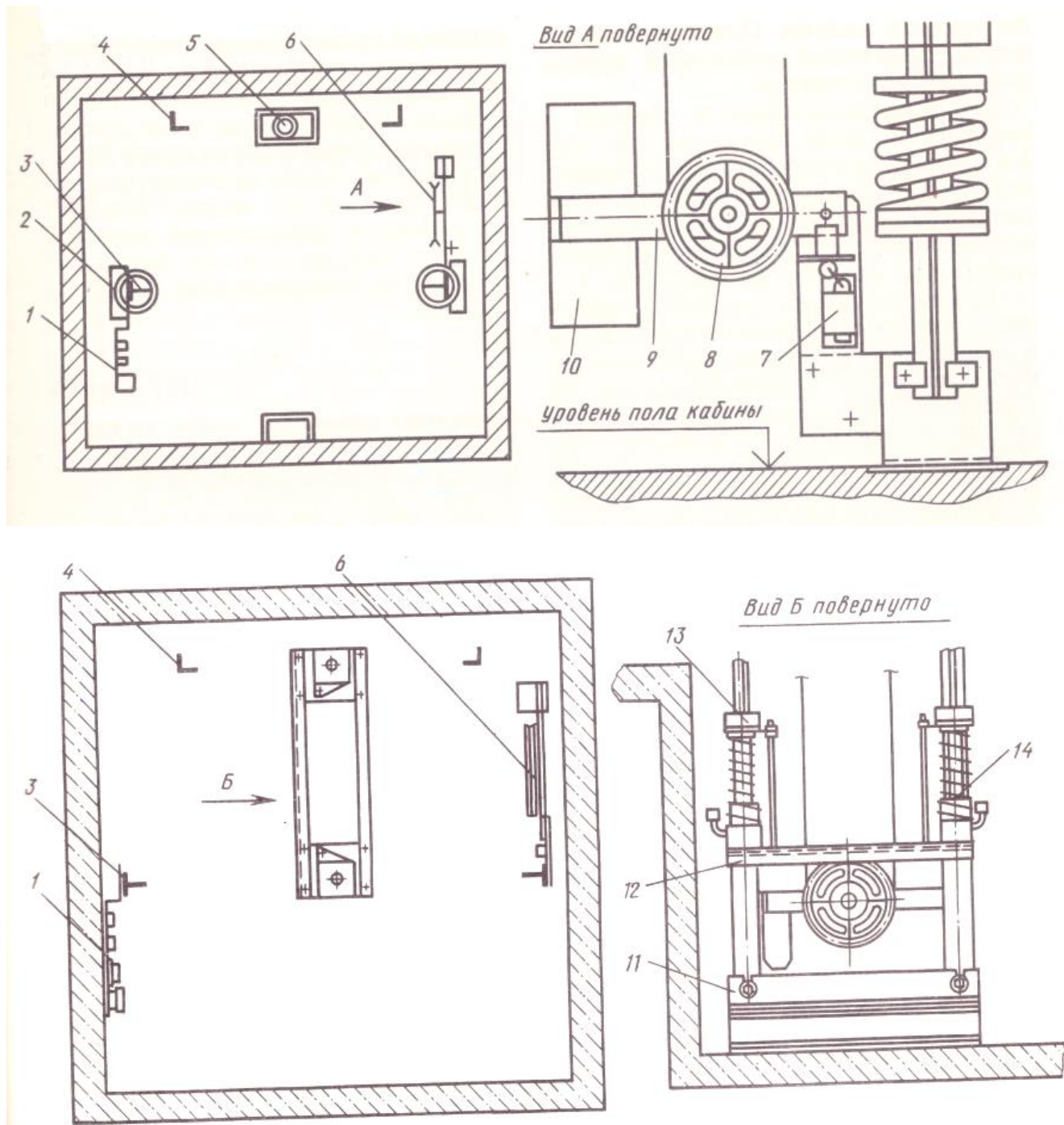


Рис. 49. Установка буферов в прямке:  
 1 — коммутационный блок, 2, 14 — буфера кабины, 3 — направляющая кабины, 4 — направляющая противовеса, 5, 13 — буфера противовеса, 6 — натяжное устройство каната ограничителя скорости, 7 — контактное устройство, 8 — отклоняющий блок, 9 — рычаг, 10 — груз, 11 — основание гидравлических буферов, 12 — уголок, связывающий гидравлические буфера

Рисунок 49 - Установка буферов в прямке

Буфера располагают в прямке в зависимости от их типа (рис. 49). Буфера 2 кабины размещены на кабинных направляющих 3, а буфер 5 противовеса - на бетонной тумбе, расположенной на полу прямка между направляющими 4 противовеса.

Буфер 14 кабины помещен в створе между кабинными направляющими 3, а буфер 13 противовеса - между направляющими 4 противовеса. Оба буфера

шарнирно зафиксированы на основании 11, выполненном из металлических балок. Устойчивое положение буферов обеспечивается уголками 12, которые жестко закреплены на нижних кронштейнах (см. рис. 48).

Упоры представляют собой металлические тумбы, как правило, с амортизатором сверху в виде резинового или деревянного бруска. Высоту упоров, исходя из правил техники безопасности, принимают такой, чтобы от выступающих частей кабины (не считая направляющих башмаков) до пола приямка оставалось расстояние не менее 750 мм. Упоры очень слабо смягчают удары кабины. Поэтому их можно применять на лифтах с номинальной скоростью не более 0,5 м/с, а на больничных лифтах их использования не допускается.

## **ТЕМА 3 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ЛИФТОВОМУ ХОЗЯЙСТВУ, СОГЛАСНО «ПРАВИЛАМ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ ПРОМЫШЛЕННОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИФТОВ И СТРОИТЕЛЬНЫХ ГРУЗОПАССАЖИРСКИХ ПОДЪЕМНИКОВ»**

### **Глава 3.1 Общие требования к машинному помещению, согласно «Правил»**

Машинное помещение лифта предназначено для размещения механизмов и верхних отводных блоков. В нем установлены лебедки, ограничители скорости, станции управления, электромеханические преобразователи, трансформаторы и другая аппаратура. План машинного помещения лифта приведен на рис. 25. Машинное помещение может быть расположено в нижней или верхней части лифта (над шахтой). Помещения для механизмов лифта и верхних отводных блоков должны быть сухими и иметь электрическое освещение. При установке лебедки и панели управления в разных помещениях между этими помещениями должна быть обеспечена телефонная связь. В машинном помещении лифтов устанавливают балку (крюк) для подвески грузоподъемных средств. Правилами установлены размеры машинного и блочного помещения лифтов, которые должны иметь высоту не менее 3200 мм, считая от пола до самых низких частей перекрытия. Для удобства обслуживания механизмов и электрооборудования машинное помещение лифтов (кроме малых грузовых) должно иметь такие размеры, чтобы обеспечивался с двух сторон подход к лебедке и к генератору при ширине прохода у передней стороны станции управления не менее 750 мм. Проход к машинному и блочному помещениям по наклонным крышам и пожарным лестницам, а также через люки не допускается. Подход к чердаку должен быть снабжен трапами, а к балке и коробке — переходами. Высота дверей машинного и блочного помещений должна быть не менее 1800 мм. Двери должны открываться наружу, быть обиты железом, запираться на замок и иметь табличку «Машинное помещение. Посторонним вход воспрещен». При установке в машинном помещении нескольких подъемных механизмов расстояние от панели управления одного лифта до лебедки другого лифта должно быть не менее 1500 мм. Отверстия для канатов в полу машинного и блочного помещений должны иметь бортики высотой не менее 75 мм, а расстояние между канатами и кромками отверстия должно быть в пределах 25—50 мм.

### **Глава 3.2 Общие требования к шахте лифта, согласно «Правил»**

В соответствии с требованиями Правилами шахта лифта должна быть ограждена со всех сторон на всю высоту и иметь верхнее перекрытие и пол. Строительная часть шахты и ее основание должны быть рассчитаны на нагрузку от лифтовой установки. Шахты ограждают металлическими листами, металлической сеткой или стеклом. Металлические листы должны иметь толщину не менее 1,4 мм; стекла — толщину не менее 8 мм, а для приставных к зданиям лифтов с двойным остеклением — не менее 4 мм. Сетку выполняют из проволоки диаметром не менее 1,2 мм с отверстиями в сетке размером не более 20 мм. Шахта лифта, огражденная

сеткой или стеклом, должна быть со стороны прилегающих к ней площадок ограждена на высоту не менее 1000 мм от пола металлическими листами толщиной не менее 1,4 мм «ли решеткой». Ограждение шахты всегда должно быть в исправности-так как разбитое стекло или порванная сетка может стать причиной аварии и несчастного случая.

### **Глава 3.3 Общие требования к приемку, согласно «Правил»**

Шахта лифта — это сооружение, в котором движутся кабина и противовес. В шахте размещены направляющие, тяговые и уравнивающие канаты, канат натяжного устройства ограничителя скорости, буфер, аппаратура, подвесной кабель, электропроводка проводов. Часть шахты, находящаяся ниже уровня нижнего этажа, называется приемком. В приемке размещены буфера, натяжное устройство ограничителя скорости, выключатель приемка, лампа освещения и звонок.

### **Глава 3.4 Общие требования к электрооборудованию лифтового хозяйства, согласно «Правил»**

Электрооборудование лифта, подъемника, электропроводка и заземление должны отвечать требованиям НПА, ТНПА.

Все электрические шкафы должны быть закрыты для доступа посторонних лиц. Источник питания и выключатель освещения должны быть защищены от несанкционированного доступа.

На лифтах, подъемниках должен быть обеспечен необходимый уровень молниезащиты, выполненный в соответствии с ТКП 336-2011 (02230) "Молниезащита зданий, сооружений и инженерных коммуникаций", утвержденного приказом Министерства энергетики Республики Беларусь от 12 августа 2011 г. N 184

После монтажа лифта, подъемника организация, проводившая монтаж, должна провести предварительные испытания, при которых осматриваются и проверяются в работе все механизмы, тормоза, приборы и устройства безопасности, гидроустройства и электрооборудование, сигнализация, в том числе:

состояние металлических конструкций и его сварных, резьбовых или клепаных соединений (отсутствие трещин, деформаций, уменьшения толщины стенок вследствие коррозии, ослабления болтовых или клепаных соединений и других дефектов и повреждений), а также кабин, лестниц, посадочных площадок, ограждений, наличие фиксаторов; состояние канатов и их крепление; фиксация разъемных соединений для исключения произвольного развинчивания и разъединения, а также соответствие фиксации руководству по эксплуатации лифта, подъемника; соответствие установки защитных устройств проекту и руководству по эксплуатации лифта, подъемника; наличие необходимых зазоров и безопасных расстояний, регламентированных эксплуатационными документами; состояние

заземления и изоляции токоведущих частей; состояние элементов блоков, осей, деталей их крепления, а также элементов растяжек; состояние грунта и его несущей способности (для подъемников); соблюдение условий монтажа, указанных в инструкции по монтажу, пуску, регулированию и обкатке; устранение повреждений, отказов и замечаний, выявленных в ходе осмотров и проверок функционирования (при наличии); соответствие монтажа всех основных несущих элементов, в том числе растяжек, формы и размеров поперечных сечений несущих элементов, требованиям проектной документации (для подъемников); правильность установки и монтажа гидравлических и пневматических устройств, лестничных пролетов, платформ, ограждений, обшивки, элементов оформления и других деталей и оборудования (для подъемников); крепление съемных частей, в том числе элементов оформления; безопасное расположение электрических проводов и трубопроводов, находящихся под давлением.

При техническом освидетельствовании перед вводом лифта, подъемника в эксплуатацию, а также после их модернизации (реконструкции), осуществляется обязательный визуальный осмотр, испытание изоляции электрических сетей и электрооборудования, измерительный контроль заземления (зануления) оборудования лифта, подъемника.

При техническом диагностировании лифт, подъемник должен подвергаться обязательным испытаниям защитного зануления (заземления), сопротивления изоляции электрических сетей и электрооборудования, проверке срабатывания защиты в сетях с глухозаземленной нейтралью.

## **Тема 4 НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ, ИСПОЛЬЗУЕМЫЕ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ЛИФТОВ, СОГЛАСНО «ПРАВИЛ»**

### **Глава 4.1 Правила по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников**

Правила разработаны в соответствии с Законом Республики Беларусь от 10 января 2000 года "О промышленной безопасности опасных производственных объектов" (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., N 8, 2/138), техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 010/2011 "Безопасность машин и оборудования" (далее - ТР ТС 010/2011), принятого решением комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. N 823, техническим регламентом Таможенного союза ТР ТС 011/2011 "Безопасность лифтов" (далее - ТР ТС 011/2011), принятого решением комиссии Таможенного союза от 18 октября 2011 г. N 824.

Правила обязательны для организаций независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности и индивидуальных предпринимателей, являющихся владельцами лифтов и строительных грузопассажирских подъемников, а также других организаций, выполняющих отдельные виды работ и услуг (проектирование, конструирование, изготовление, монтаж, наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание, ремонт, модернизацию, реконструкцию, техническое диагностирование, техническое освидетельствование, оценку соответствия лифта, обучение персонала и ответственных специалистов), связанные с лифтами и строительными грузопассажирскими подъемниками, на территории Республики Беларусь.

Правила устанавливают требования к проектированию (конструированию), изготовлению, монтажу, наладке, техническому обслуживанию, модернизации, реконструкции, ремонту, техническому освидетельствованию, техническому диагностированию, оценке соответствия, вводу в эксплуатацию, эксплуатации лифтов, подъемников, их узлов и механизмов, включая приборы и устройства безопасности, оборудование диспетчерского контроля.

Правила разработаны с целью обеспечения безопасности, защиты жизни и здоровья пользователей, обслуживающего персонала и лиц, осуществляющих контроль (надзор) за безопасной эксплуатацией лифтов, подъемников, людей, находящихся в непосредственной близости от мачты подъемника, шахты лифта, подъемника, машинного и блочного помещений (при их наличии), при использовании лифтов, подъемников по назначению, их техническом обслуживании и ремонте.

#### **Глава 4.2 Безопасность лифтов ТР ТС 011/2011**

Технический регламент Таможенного союза разработан в соответствии с Соглашением о единых принципах и правилах технического регулирования в

Республике Беларусь, Республике Казахстан и Российской Федерации от 18 ноября 2010 года.

Технический регламент Таможенного союза разработан с целью установления на единой таможенной территории Таможенного союза единых обязательных для применения и исполнения требований к лифтам, обеспечения свободного перемещения лифтов, выпускаемых в обращение на единой таможенной территории Таможенного союза.

Технический регламент Таможенного союза распространяется на лифты и устройства безопасности лифтов, предназначение для использования и используемые на территории государств-членов Таможенного союза.

Действие технического регламента Таможенного союза распространяется на все лифты и устройства безопасности лифтов (буферы, ловители, ограничители скорости, замки дверей шахты, гидроаппараты безопасности).

Технический регламент Таможенного союза устанавливает требования к лифтам и устройствам безопасности лифтов в целях защиты жизни и здоровья человека, имущества, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение приобретателей (пользователей) относительно их назначения и безопасности.

#### **Глава 4.3 Правила устройства электроустановок**

Правила устройства электроустановок (ПУЭ) распространяются на вновь сооружаемые и реконструируемые электроустановки до 500 кВ, в том числе на специальные электроустановки, оговоренные в разд. 7 настоящих Правил.

Отдельные требования настоящих Правил можно применять для действующих электроустановок, если это упрощает электроустановку, если расходы по реконструкции обоснованы технико-экономическим расчетом или если эта реконструкция направлена на обеспечение тех требований безопасности, которые распространяются на действующие электроустановки.

ПУЭ разработаны с учетом обязательности проведения в условиях эксплуатации планово-предупредительных и профилактических испытаний, ремонтов электроустановок и их электрооборудования, а также систематического обучения и проверки обслуживающего персонала в объеме требований действующих правил технической эксплуатации и правил техники безопасности.

Электроустановками называется совокупность машин, аппаратов, линий и вспомогательного оборудования (вместе с сооружениями и помещениями, в которых они установлены), предназначенных для производства, преобразования, трансформации, передачи, распределения электрической энергии и преобразования ее в другой вид энергии.

## **Тема 5 ОБЩИЕ ТРЕБОВАНИЯ К ОТДЕЛЬНЫМ УЗЛАМ ЛИФТОВОГО ХОЗЯЙСТВА, СОГЛАСНО «ПРАВИЛ»**

### **Глава 5.1 Общие требования к ловителям, ограничителям скорости и буферам**

Ловители - устройство, предназначенное для остановки и удержания кабины (противовеса) на направляющих при превышении установленной величины скорости и (или) при обрыве тяговых элементов.

Ограничитель скорости - устройство, предназначенное для приведения в действие механизма ловителей при превышении установленной величины скорости движения кабины, противовеса.

Буфер - устройство, предназначенное для ограничения величины замедления движущейся кабины, противовеса с целью снижения опасности получения травм или поломки оборудования при переходе кабиной, противовесом крайнего рабочего положения.

Ловители и буфера при их срабатывании должны обеспечивать замедление движения кабины с целью снижения опасности получения травм или поломки оборудования.

Ловители, установленные на кабине, должны срабатывать при движении кабины вниз и останавливать кабину с номинальной нагрузкой на скорости срабатывания ограничителя скорости и удерживать кабину на направляющих даже при обрыве подвески.

Ловители кабины, противовеса и уравновешивающего устройства кабины должны приводиться в действие своим ограничителем скорости. Ловители противовеса или уравновешивающего устройства кабины лифта с номинальной скоростью не более 1,0 м/с допускается приводить в действие устройством, срабатывающим от обрыва или слабину тяговых элементов.

Ловители должны автоматически принимать исходное положение и быть готовыми к работе, после подъема кабины, противовеса или уравновешивающего устройства кабины, остановленных ловителями.

Ловитель должен быть снабжен табличкой с указанием: фирмы-производителя данного ловителя; идентификационного номера.

У лифта с номинальной скоростью менее 0,5 м/с ограничитель скорости кабины должен срабатывать, если скорость движения кабины вниз превысит номинальную не менее чем на 15%, но до достижения кабиной скорости 0,7 м/с.

Ограничитель скорости противовеса должен срабатывать, если скорость движения противовеса вниз превысит номинальную не менее чем на 15% и не более чем на величину, превышающую на 10% верхний предел скорости, установленный для срабатывания ограничителя скорости кабины.



Соответствие ограничителя скорости требованиям настоящего пункта должно проверяться при его равномерном вращении с частотой, соответствующей указанным скоростям движения кабины (противовеса).

Срабатывание ограничителя скорости должно приводить в действие ловители.

Ограничитель скорости должен иметь устройство, позволяющее производить проверку его срабатывания при движении кабины (противовеса) с рабочей скоростью.

Ограничитель скорости, у которого усилие для приведения в действие ловителей создается только за счет трения между канатом и рабочим шкивом, должен иметь устройство, позволяющее производить проверку достаточности силы трения между ними для приведения в действие ловителей при движении кабины (противовеса) с рабочей скоростью.

Ограничитель скорости должен снабжаться табличкой с указанием наименования предприятия - изготовителя или его товарного знака, заводского номера и года изготовления, номинальной скорости лифта, скорости срабатывания ограничителя скорости, диаметра каната или шага цепи.

Ограничитель скорости может быть установлен в машинном помещении, в блочном помещении, в шахте, на кабине, на противовесе. При этом должна быть обеспечена возможность его технического обслуживания.

Лифт должен быть оборудован буферами, ограничивающими перемещение кабины и противовеса вниз. Лифт, оборудованный лебедкой барабанной или со звездочкой, дополнительно должен быть оборудован буферами, ограничивающими перемещение кабины вверх.

Лифт с номинальной скоростью, не превышающий 0,3 м/с, допускается оборудовать жесткими упорами.

Применение буферов энергонакопительного типа допускается при номинальных скоростях не более 1 м/с.

Применение буферов энергонакопительного типа с амортизированным обратным ходом допускается при номинальных скоростях не более 1,6 м/с.

Применение буферов энергорассеивающего типа допускается при любых номинальных скоростях лифта.

Буфера энергонакопительного типа с нелинейными характеристиками и/или с амортизированным обратным ходом, а также буфера энергорассеивающего типа должны испытываться в соответствии с Приложением 6.

Должна быть предусмотрена возможность контроля уровня жидкости в гидравлическом буфере.

При оборудовании кабины или противовеса ловителями по п.5.6.4 а) амортизирующее устройство ловителей может использоваться вместо буферов, предусмотренных п.5.8.1. В этом случае в нижней части шахты должны быть установлены жесткие упоры, взаимодействующие с каркасом кабины (противовеса).

Буфера, за исключением буферов энергонакопительного типа, должны быть снабжены табличкой с указанием: фирмы-производителя данного ловителя; идентификационного номера.

Общие требования к ловителям, ограничителям скорости и буферам описаны в главах 6 и 7.

## **Глава 5.2 Общие требования к канатам и уравнивающим устройствам**

Стальные канаты и канаты из синтетических волокон, используемые для монтажа, электрооборудование лифта, подъемника, электропроводка и заземление должны отвечать требованиям НПА, ТНПА.

После монтажа лифта, подъемника организация, проводившая монтаж, должна провести предварительные испытания, при которых осматриваются и проверяются в работе все механизмы, тормоза, приборы и устройства безопасности, гидроустройства и электрооборудование, сигнализация, в том числе состояние канатов и их крепление.

При техническом освидетельствовании перед вводом лифта, подъемника в эксплуатацию, а также после их модернизации (реконструкции), осуществляется испытание сцепления тяговых элементов с канатом ведущим шкивом (барабаном трения) и испытание тормозной системы на лифте, подъемнике с электрическим приводом.

При техническом освидетельствовании лифта, подъемника в течение назначенного срока службы осуществляется испытание сцепления тяговых элементов с канатом ведущим шкивом (барабаном трения) и испытание тормозной системы на лифте, подъемнике с электрическим приводом.

Стальные канаты и тяговые элементы (ремни, тросы и т.д) бракуются на основании критериев, указанных в инструкции по эксплуатации.

Общие требования к канатам и уравнивающим устройствам описаны в главе 6.

## **Глава 5.3 Общие требования к направляющим, башмакам кабин и противовеса**

Направляющие - устройство в шахте, которое обеспечивает направление движения кабины лифта, подъемника, противовеса или уравнивающего груза.

Согласно требованию Правил, направляющие кабины и их крепления должны выдерживать посадку на ловителей кабины с грузом, превышающим на 10 %

номинальную грузоподъемность, при скорости, допускаемой ограничителем скорости. Кабина (противовес) удерживается на направляющих в случае срабатывания ловителей при аварийной ситуации. Направляющие и их стыки необходимо предохранять от смещения. Высота направляющих для кабины и противовеса должна быть такой, чтобы при возможных перемещениях кабины или противовеса за пределы крайних рабочих положений их башмаки не сходили со своих направляющих.

Кабина (противовес) должна быть оборудована башмаками, которые не выходят из направляющих как при рабочем режиме лифта, так и при его испытаниях.

При применении башмаков, у которых рабочие поверхности могут перемещаться относительно кабины (противовеса) за счет деформации упругих элементов, должны быть предусмотрены дополнительные жесткие контрольные башмаки.

В случае применения башмаков с изнашиваемой рабочей поверхностью должно быть исключено самопроизвольное включение ловителей при предельно допустимом износе рабочей поверхности башмака.

При расположении центра тяжести груженой или порожней кабины на одной вертикальной линии с центром ее подвески башмаки не воспринимают никаких нагрузок. Это же происходит при совпадении в вертикальной плоскости центра подвески противовеса с его центром тяжести. Такое идеальное совпадение исключено, поэтому башмаки и направляющие испытывают соответствующие нагрузки.

Башмаки охватывают рабочую часть направляющей с трех сторон. Устанавливаются они с обеих сторон на верхней и нижней балках кабины и противовеса.

Общие требования к направляющим, башмакам кабин и противовеса описаны в главах 3 и 4.

## **ТЕМА 6. КЛАССИФИКАЦИЯ ПОДЪЕМНИКОВ И ЭСКАЛАТОРОВ ПО ИХ НАЗНАЧЕНИЮ**

### **Глава 6.1 Общие сведения о скиповых подъемниках и эскалаторах**

#### **1. Общие сведения о скиповых подъемниках**

Скиповые подъемники служат для перегрузки навалочных грузов (руда, уголь, песок и т. п.) и работают с автоматически разгружающимися ковшами (скипами).

В зависимости от назначения эти подъемники могут быть разделены на три группы: 1) промышленные подъемники общего назначения для подъема разного рода навалочных грузов (зола, песок, силос и т. п.), 2) подъемники доменных цехов для подачи кокса, руды и флюсов в доменные печи, 3) шахтные подъемники для обслуживания главных подъемов шахт, по выдаче на поверхность угля, руды и т. и.

Промышленные подъемники обычно имеют ковши емкостью 0,5—5 м<sup>3</sup>, незначительные (порядка 30—40 м и менее) высоты подъема и номинальные скорости порядка 0,5—1,5 м/сек.

Доменные и шахтные подъемники имеют ковши емкостью от 3,5 до 14 м<sup>3</sup> и высоту подъема от 50 до 500 и более метров. Оба типа подъемников работают в очень напряженном режиме при скоростях от 3 до 7 и выше м/сек.

На рис. 50 приведены схемы скиповых подъемников.

Основной частью такого подъемника (рис. 50, а) является скип 2, передвигающийся по рельсам или направляющим, прикрепленным к специальной металлической конструкции (мосту) 1, растреллам шахты (в шахтных подъемниках) и т. п. Ковш загружается вручную (малые подъемники) или через специальное загрузочное устройство 3.

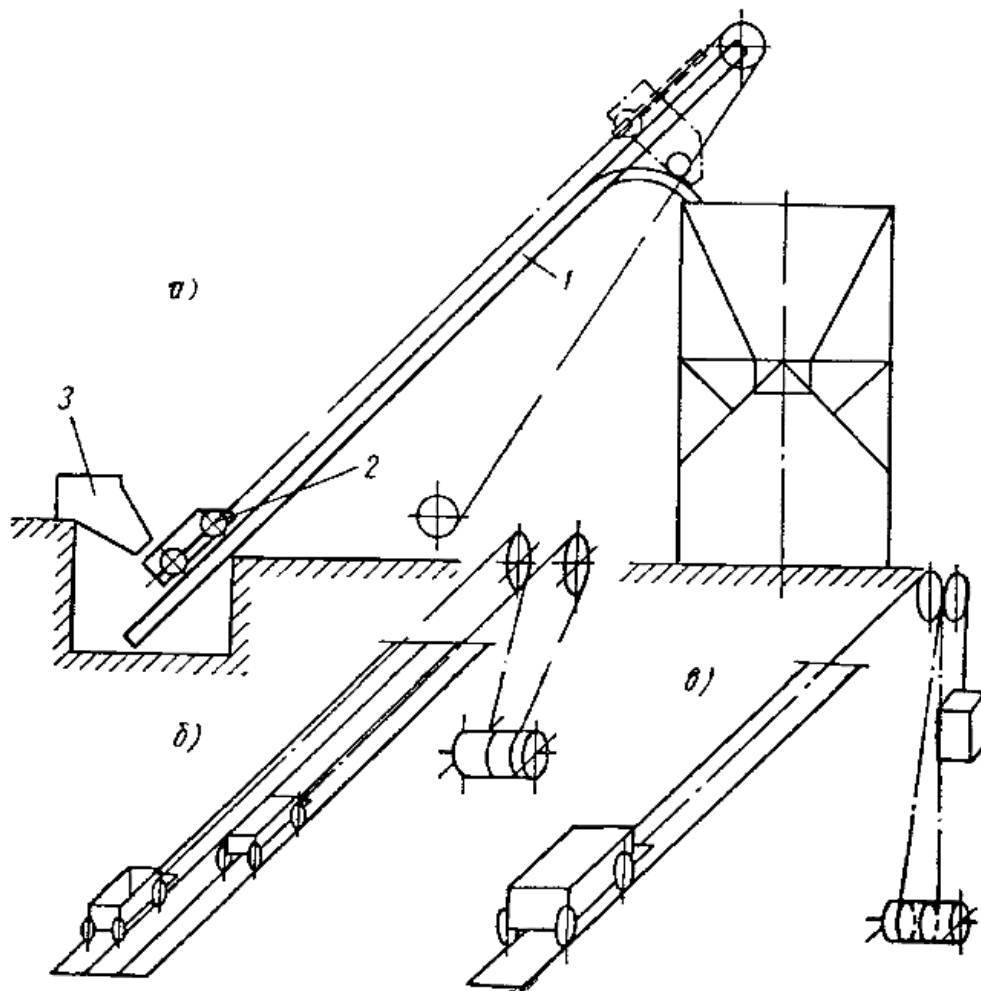


Рис. 107. Схемы скиповых подъемников:  
*a* — принципиальная схема; *в* и *б* — подъемники с одним и двумя скипами

### Рисунок 50 – Схемы скиповых подъемников

В верхнем положении ковш автоматически разгружается. Разгрузка производится или опрокидыванием ковша (опрокидные скипы), или через отверстие его стенке или днище (скипы с донной разгрузкой), перекрываемое на время загрузки и подъема затвором. При малой производительности подъемника устанавливается один скип; его вес уравнивается противовесом, который подвешивается к концу каната, сбегаящего с барабана (рис. 50, в). При большой производительности (шахтные и доменные подъемники) взамен противовеса устанавливают второй скип (рис. 50 б), в этом случае веса ковшей взаимно уравниваются.

В малых редко работающих подъемниках противовес иногда не устанавливается, что упрощает конструкцию подъемника, но при этом возрастает установочная мощность двигателя.

В зависимости от местных условий направляющие скипов устанавливаются вертикально (например, в шахтах) или наклонно, в связи с этим различают вертикальные и наклонные подъемники. В некоторых вертикальных подъемниках для облегчения загрузки и выгрузки скипа концевые участки пути делают наклонными. В зоне загрузки угол наклона обычно принимают порядка  $60^\circ$ , в зоне выгрузки (для облегчения опораживания ковша) — порядка  $50^\circ$ .

В малых редко работающих подъемниках противовес иногда не устанавливается, что упрощает конструкцию подъемника, но при этом возрастает установочная мощность двигателя.

В зависимости от местных условий направляющие скипов устанавливаются вертикально (например, в шахтах) или наклонно, в связи с этим различают вертикальные и наклонные подъемники. В некоторых вертикальных подъемниках для облегчения загрузки и выгрузки скипа концевые участки пути делают наклонными. В зоне загрузки угол наклона обычно принимают порядка  $60^\circ$ , в зоне выгрузки (для облегчения опораживания ковша) — порядка  $50^\circ$ .

Такая же конфигурация направляющих принимается и для некоторых наклонных подъемников (подъемники доменных цехов).

## **2. Скипы и направляющие**

В качестве направляющих скипов вертикальных промышленных подъемников применяют прокатные профили из угловой или тавровой стали. Для шахтных подъемников направляющими служат деревянные брусья или железнодорожные рельсы, аналогичные принятым для клетевых подъемников. При этих направляющих в большинстве случаев применяют скользящие или роликовые башмаки. В наклонных подъемниках применяют рельсы: железнодорожные, прямоугольного или квадратного сечения, укладываемые на опорные конструкции (балки, пояса ферм и т. п.). В качестве опор скипов в этом случае служат ходовые колеса (бегунки), которые во избежание схода их с рельс снабжают ребордами. При углах наклона пути более  $40^\circ$  в этих подъемниках над бегунками обычно устанавливают дополнительный контррельс.

Основными частями скипа являются рама, кузов (ковш), опорные устройства (ролики или башмаки) и детали подвески подъемного каната. Конструкция этих деталей зависит от типа скипа (опрокидной или с донной разгрузкой). На рис. 51 приведены основные схемы опрокидных скипов.

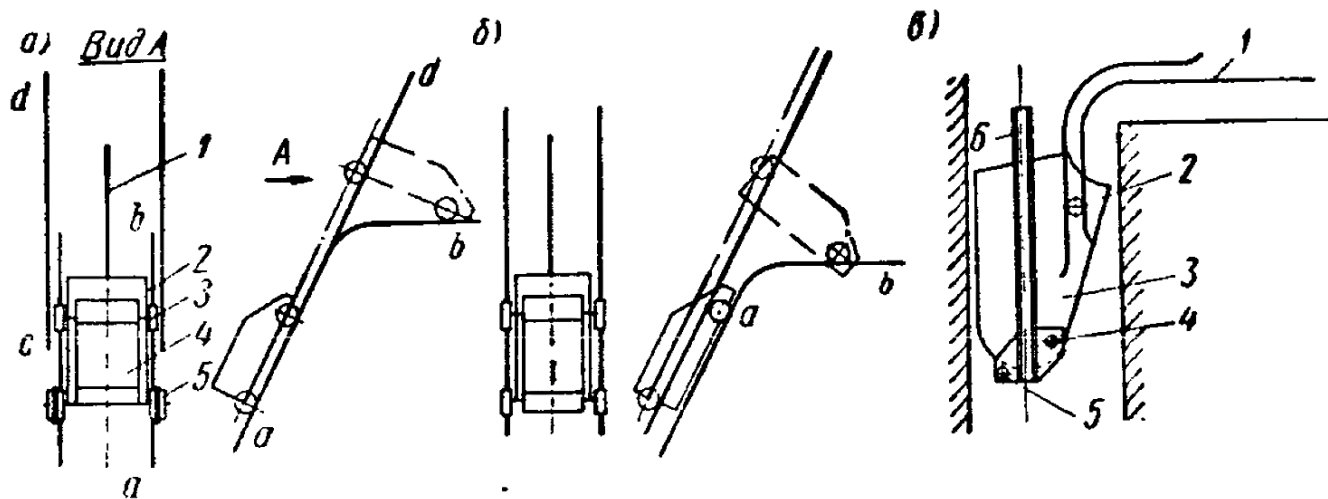


Рис. 108. Схемы опрокидных скипов:  
*a* и *б* — наклонных подъемников; *в* — вертикального подъемника

Рисунок 51 – Схемы опрокидных скипов

В схеме на рис. 51, а скип состоит из кузова (ковша) 4, шарнирно прикрепленного к раме 2 из профильной (или круглой) стали, к которой крепится и подъемный канат 1. Передние ролики 3 выполнены одинарными, задние 5 — сдвоенными. Передний ролик и левая половина заднего ролика 5 передвигаются по одному и тому же рельсовому пути, изогнутому в зоне разгрузки (участок *ab*). В этой зоне установлен дополнительный рельсовый путь *cd*, на который при опрокидывании скипа въезжает правая половина заднего ролика; передние ролики при этом продолжают двигаться по криволинейному участку главного пути.

В схеме на рис. 51, б оба бегунка расположены в одной плоскости, но на разных уровнях и передвигаются по двум самостоятельным рельсам. В зоне разгрузки нижний рельс переднего бегунка изогнут (участок *ab*), а второй оставлен прямым.

По этим схемам выполняются скипы промышленных и доменных подъемников.

На рис. 51, в приведена третья схема, принятая при вертикальных направляющих, в частности, в шахтном подъеме. В этой схеме ковш 3 укреплен шарнирно в вертикальной раме 6, на нем укреплены ролики 2, которые на разгрузочном участке пути входят в криволинейные направляющие 1. При подъеме рамы ролик движется по направляющей и опрокидывает скип; около оси 4; при опускании скип возвращается в исходное положение.

Центр тяжести кузова скипа располагается относительно оси его вращения таким образом, чтобы момент от собственного веса скипа удерживал его от опрокидывания при загрузке и подъеме. От опрокидывания этим моментом ковш предохраняет упор 5, укрепленный на раме.

Опрокидные скипы хорошо опораживаются при разгрузке, что особенно необходимо при налипающих материалах. Существенными их недостатками является большая длина разгрузочного пути, которая необходима для того, чтобы поднять раму скипа в положение, требуемое для опораживания ковша. Кроме того, при проходе этих скипов по криволинейным направляющим возникают большие силы инерции и, в связи с этим, резко возрастают нагрузки на направляющие и механизмы подъемника. Чтобы избежать этого, скорости движения опрокидных скипов в зоне разгрузки назначают не более 0,5—0,7 м/сек. В более быстходных подъемниках необходима установка специальных устройств, снижающих скорость скипа при подходе его к разгрузочной кривой. Помимо удорожания установки такое снижение скорости уменьшает производительность подъемника.

Опрокидные скипы, в основном, применяются в промышленных и доменных подъемниках, в шахтных подъемных установках, где от подъемника требуется особо высокая производительность, они встречаются редко, главным образом при работе на мокрых глинистых углях; в остальных случаях в шахтном подъеме применяют скипы с донной разгрузкой. Схема такого скипа приведена на рис. 52, а. Кузов 2 этого скипа неподвижно прикреплен в раме 1, подвешенной на подъемных канатах, разгрузочное отверстие расположено в передней стенке кузова и закрывается секторным затвором 7. Затвор может быть открыт рычагом 4, на котором установлен упорный ролик. В зоне разгрузки ролик упирается в направляющую планку и при дальнейшем подъеме скипа поворачивает рычаг, открывая связанный с ним затвор. Материал высыпается через лоток 6, один конец которого присоединен к концу рычага 4, а второй опорой служит ролик 5. При повороте рычага около точки 3 лоток выдвигается и одновременно принимает наклонное положение, перекрывая зазор между днищем скипа и стенкой шахты.

При работе на крупнокусковых материалах возникает опасность заклинивания рычажных и особенно секторных затворов.

Для этих материалов были предложены скипы с качающимся кузовом по рис. 52, б. Кузов 1 такого скипа шарнирно укреплен в раме 5 и может поворачиваться на некоторый угол (порядка 15) относительно точки А. При подъеме скип занимает вертикальное положение и его выпускное отверстие перекрывается выпускным лотком 3. Один конец этого лотка шарнирно прикреплен к кузову, а другой лежит на опорном ролике 4. Кузов поворачивается роликами 2, которые в зоне разгрузки наезжают на наклонную направляющую шину 6. При повороте кузова выдвигается нижний лоток 3, который устанавливается в рабочее положение под требуемым углом для разгрузки. При опускании скипа его кузов вновь принимает вертикальное, а лоток горизонтальное положения.

Скипы с донной разгрузкой не требуют указанного выше снижения скорости в зоне разгрузки, что является их существенным преимуществом. В шахтном подъеме их скорость в этой зоне принимается также, как и для клетевых подъемников, по правилам безопасности. Недостатком этих скипов является их



неполное опоражнивание при работе на слипающихся материалах; при особо тяжелых материалах возникает также опасность повреждения затвора скипа при загрузке.

Большинство скипов имеет прямоугольное сечение. Однако при ком сечении часто происходит налипание материала в углах кузова, удаление которого из этих углов затруднительно. В связи с этим были предложены скипы круглого сечения, которые иногда применяют в шахтном подъеме.

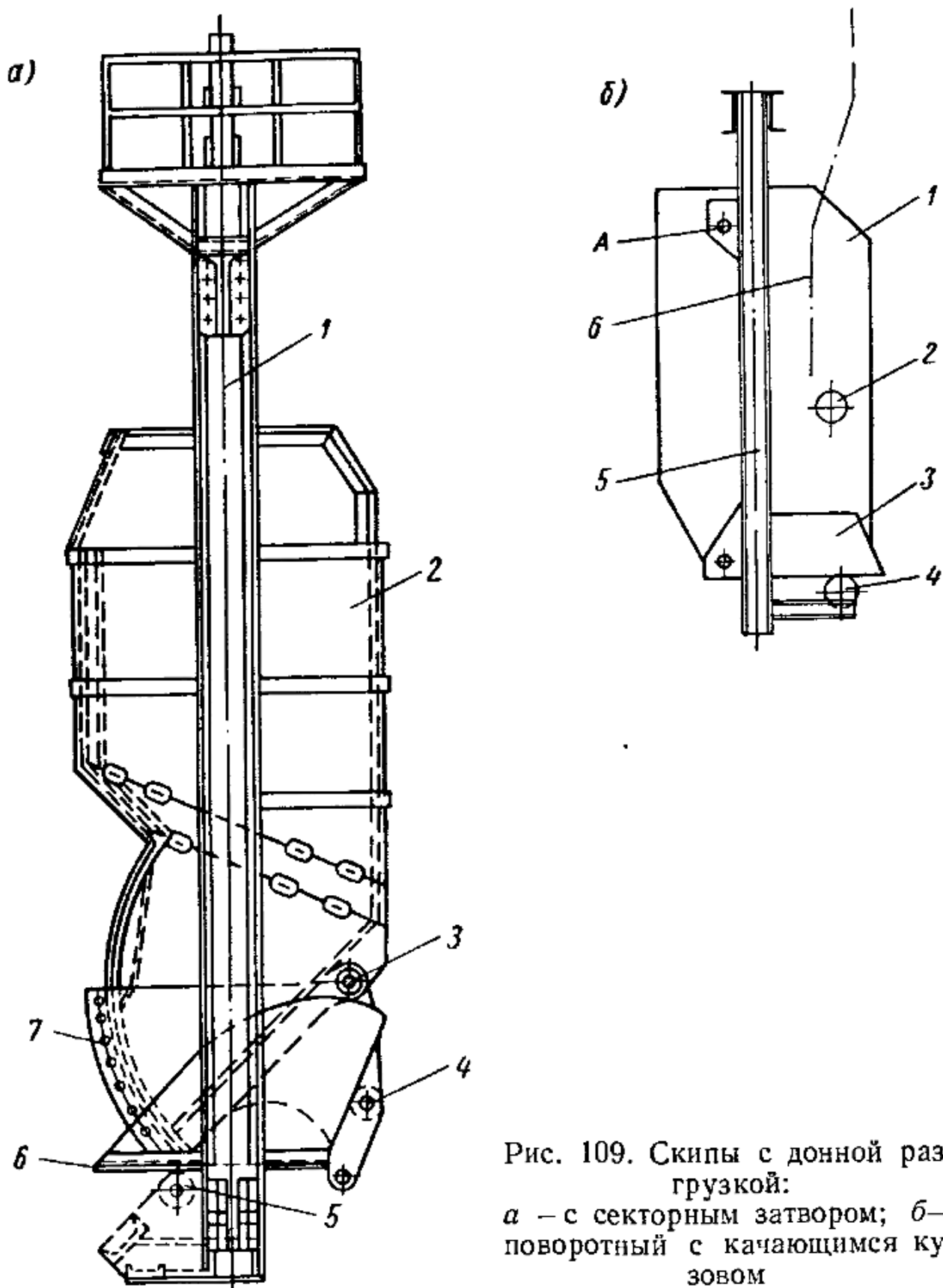


Рис. 109. Скипы с донной разгрузкой:  
 а — с секторным затвором; б — поворотный с качающимся кузовом

Рисунок 52 – Скипы с данной разгрузкой

На рис. 53 приведены наиболее употребительные профили ковшей скиповых подъемников. Профили 1—4 обычно принимают для опрокидных скипов. Профиль 1 принят для мелких промышленных и профиль 2 для доменных подъемников. Скипы этих подъемников обычно имеют вытянутую форму, чтобы не увеличивать размеры металлической конструкции (моста), по которой передвигается скип. Профили 3—4 применяются для шахтных подъемников при опрокидных скипах. Профили 5 и 7 применяются в шахтных скипах с неподвижными кузовами и донной разгрузкой и профиль 6 — в качающихся скипах.

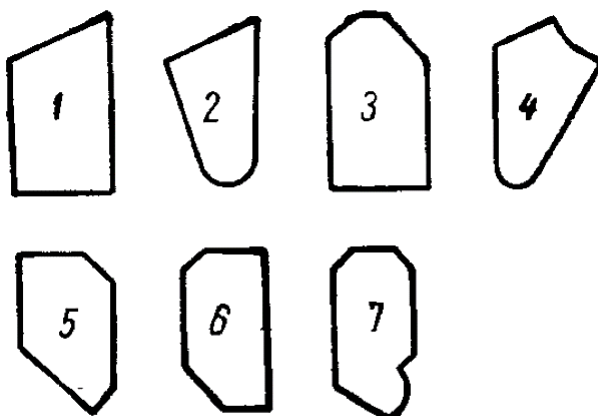


Рис. 110. Профили ковшей скипов

Рисунок 53 – Профили ковшей скипов

Конфигурации и размеры разгрузочных отверстий скипов с донной разгрузкой назначаются в зависимости от принятого типа затвора.

Для лучшего направления материалов при загрузке задняя стенка скипа делается несколько большей высоты, чем передняя.

Кузова (ковши) скипов изготавливаются обычно сварными из листовой стали толщиной 7—10 мм, в скипах доменных цехов — до 10—12 мм.

Боковые стенки и днище доменных скипов покрываются плитами из марганцовистой стали толщиной порядка 20 мм.

Рамы скипов изготавливаются из профильной или круглой стали. Бегунки скипов обычно отливают из стали; во избежание схода с рельс на них делают реборды. Оси бегунков располагают под кузовом скипа; в некоторых случаях они выполняются в виде шипов, привертываемых на фланцах к боковым стенкам кузова. Обычно бегунки устанавливаются на подшипниках качения.

В большинстве случаев скип подвешивается на одном конце каната, реже — на двух концах (скипы доменных цехов) через балансир. Для компенсации вытяжки каната в скипах промышленных установок и скипах доменных цехов канаты присоединяются к раме винтовыми стяжками или серьгами. Серьги имеют ряд

отверстий, в которые по мере вытяжки каната и переставляется штырь, служащий для его крепления к скипу.

Размеры скипов шахтных подъемных машин в данное время стандартизованы, при этом за основной тип принят скип с неподвижным кузовом и секторным или рычажным затворами. Емкость таких скипов по ГОСТу находится в пределах 3,5 — 14 м<sup>3</sup>. Скипы с опрокидным кузовом (в ГОСТе указан только один размер на 2,6 м<sup>3</sup>) предусматриваются только для работы на особо слипающихся материалах.

### **3. Механизмы подъема скиповых подъемников**

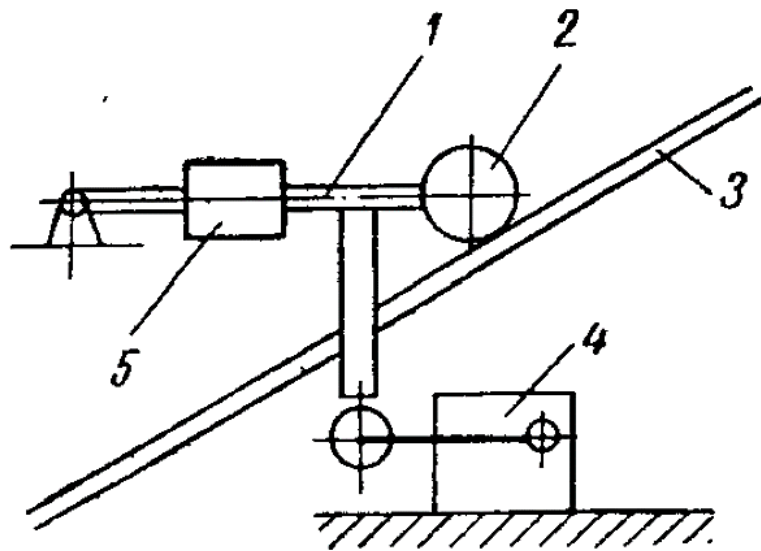
В большинстве случаев скиповые подъемники небольшой мощности имеют барабанные лебедки с цилиндрическими зубчатыми передачами.

Главное преимущество червячных передач — бесшумность в работе — в скиповых подъемниках не играет большой роли, поэтому они встречаются редко. Основными узлами скиповой лебедки являются двигатель, цилиндрический редуктор, тормоз и барабан, на который навивается канат. Навивка каната, как правило, производится в один слой.

Привод лебедки небольших скиповых подъемников обычно осуществляется от асинхронных двигателей с контактными кольцами или короткозамкнутым якорем. При скорости скипа более 0,5 м/сек применяют двухскоростные двигатели по типу лифтовых; эти двигатели позволяют наиболее удобно снизить число оборотов двигателя при проходе скипа по разгрузочным кривым.

Торможение лебедок обычно производится колодочными тормозами, которые помещаются между валом двигателя и редуктором.

В наклонных подъемниках, скипы которых оборудуются бегунками, при заедании скипа или сходе его с рельс канат может продолжать сматываться с барабана, что связано с опасностью обрыва каната. Во избежание этого в лебедках скиповых подъемников устанавливаются специальные выключатели слабину каната, работающие по схеме, приведенной на рис. 111. Выключатель состоит из рычага 1, на конце которого укреплен труба или длинный ролик 2, прижимаемый к подъемному канату 3 нажимным грузом 5. При ослаблении каната рычаг поворачивается, нажимает на рычаг концевого выключателя 4 и выключает двигатель.



**Рис. 111. Схема выключателя  
слабины канатов**

Рисунок 54 – Схема выключателя слабины канатов

По принципу работы подъемные механизмы скиповых подъемников доменных цехов близки к механизмам клетьевых подъемников. Они также оборудуются центробежным ограничителем скорости, концевыми выключателями и двумя тормозами — рабочим и аварийным. Рабочий тормоз в этих механизмах часто устанавливается на валу двигателя, аварийный — на барабане.

Эти механизмы выполняются с приводом от одного и двух двигателей. Схема первого механизма приведена на рис. 55, а. Он состоит из двигателя 1, редуктора 3, барабана 4 и двух тормозов: рабочего 2 и аварийного 5.

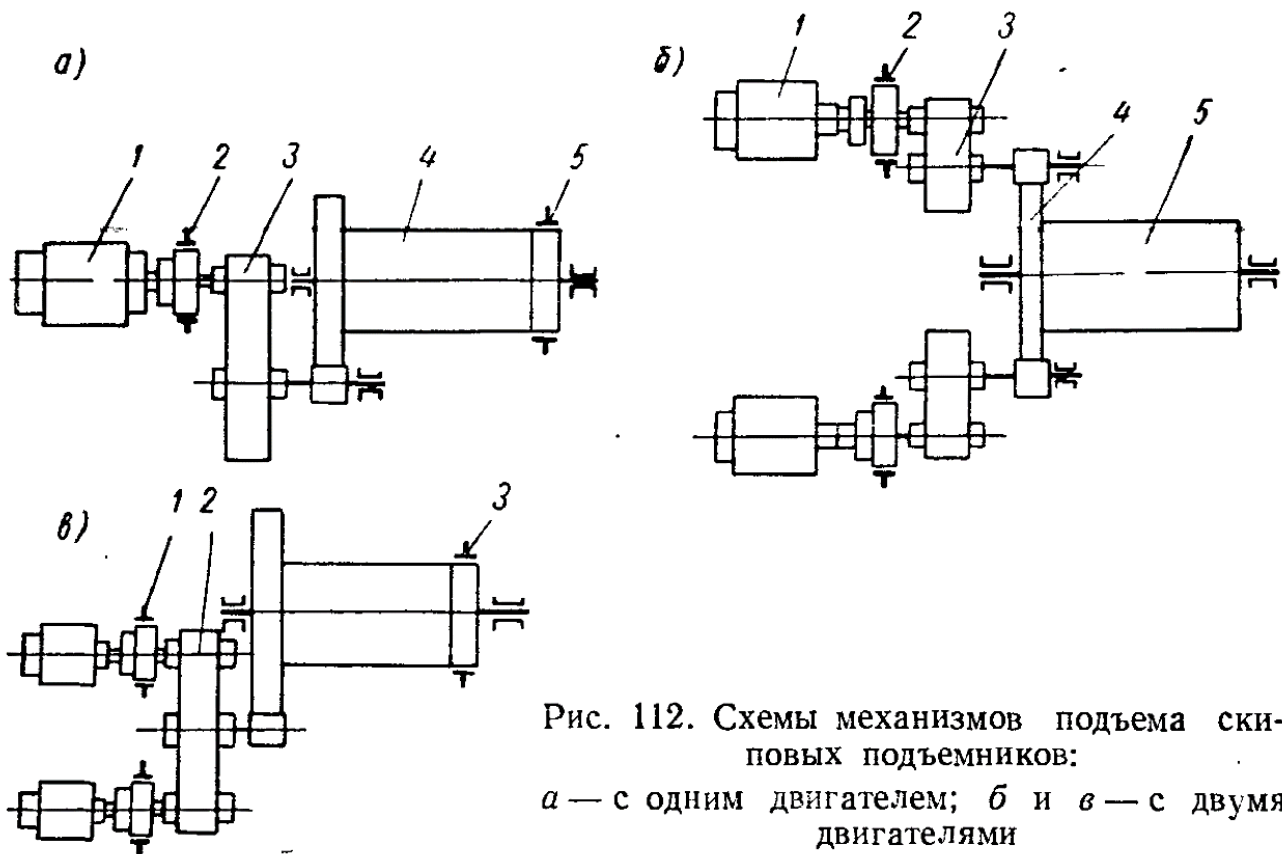


Рис. 112. Схемы механизмов подъема скиповых подъемников:  
 а — с одним двигателем; б и в — с двумя двигателями

Рисунок 55 – Схема механизмов подъема скипового подъемника

Механизм имеет два тормоза 2, каждый из которых рассчитан на полный грузовой момент. В случае необходимости один из них может работать как аварийный и поэтому специальный аварийный тормоз в нем не предусмотрен.

В схеме по рис. 55, в на оба двигателя установлен один редуктор 2 с передачей шевронными колесами. Механизм оборудован тремя тормозами, два из которых 1, установленные на валах двигателей, являются рабочими, и один 3, расположенный на валу барабана, — аварийным. В обоих рассмотренных механизмах центробежный ограничитель скорости и концевой выключатель для остановки двигателя (не показаны на схеме) связаны с валом барабана. Ограничитель скорости выключает двигатель при увеличении скорости движения скипа более чем на 15%, при этом автоматически вводится в действие аварийный тормоз, с которым также связан и выключатель слабины каната.

Ограничители скорости машин первых выпусков были шпindelного типа, аналогичные принятым для лифтов; в настоящее время для этого применяют специальные ртутные ограничители.

Наличие в механизме двух двигателей обеспечивает при аварии возможность работы подъемника на одном из них, что в условиях работы доменной печи является очень важным.

Мощности двигателей скиповых подъемников доменных цехов достигают 400 кВт и более. Обычно эти подъемники имеют привод от двигателей постоянного тока, работающих по схеме Г-Д.

Применение для этих подъемников асинхронных двигателей дало неудовлетворительные результаты.

Для шахтных скиповых подъемников устанавливаются те же подъемные машины, что и для клетевых подъемников.

#### **4. Загрузочные устройства и система управления**

Загрузка материала в скипы небольших промышленных подъемников часто производится вручную или вагонетками.

При возможности дозирования подачи материала в соответствии с емкостью скипа, его загрузка производится через направляющие воронки, при невозможности такой подачи устанавливают бункера с добавочными дозирующими устройствами. Таким устройством в доменных скиповых подъемниках являются вагон-весы.

В шахтных подъемниках для загрузки скипа обычно устанавливают бункера, рассчитанные на емкость одной или нескольких вагонеток (в последнем случае должны устанавливаться устройства для дозирования). При установке скипов в вентиляционных шахтах с нисходящим воздушным потоком они оборудуются дополнительными затворами, исключающими попадание пыли в забой с воздухом, подаваемым в шахту. Иногда роль такого затвора выполняет слой материала, который специально для этой цели поддерживается определенной толщины.

Поступающий в скип материал направляется в него при помощи желобов или воронок. В наклонных подъемниках такая воронка может устанавливаться непосредственно над скипом, в вертикальных подъемниках и наклонных подъемниках с большими углами наклона необходима установка специальных откидывающихся лотков.

Схемы таких загрузочных устройств приведены на рис. 56.

В первой из приведенных схем (рис. 56, а) загрузочный лоток 1 может поворачиваться около шарнира 4. К лотку прикреплен противовес 3, вес которого подбирается таким образом, чтобы после поворота лотка на некоторый угол вверх он далее был бы откинут противовесом.

После опускания скипа под загрузку лоток устанавливается в рабочее положение вручную при помощи рукоятки 5, связанной с канатом 2.

На рис. 56, б и в приведены устройства для автоматического опускания лотка при подходе скипа.

В устройстве на рис. 56,б скип при опускании садится на подвижный упор 7, который скользит в вертикальных направляющих 6. Конец каната 5, с которым связан этот упор, намотан на барабан 1 вала затвора. При опускании скипа упор,

двигаясь вниз, тянет канат 5, вращает барабан питателя и опускает лоток 4; при обратном движении скипа лоток поворачивается обратно противовесом 3, который связан с барабаном канатом 2.

На рис. 56, в показана схема загрузочного устройства с выдвижным лотком. В этом устройстве затвор 1 также приводится в движение тяговым канатом 5 от подвижного упора 6. Этот канат связан с Т-образным поворотным рычагом 4, на конце которого укреплен противовес 3. Рычаг связан с затвором 1, к которому присоединен загрузочный желоб 1. При повороте рычага вниз открывается затвор и одновременно выдвигается желоб. При подъеме скипа рычаг поворачивается вверх, закрывает затвор и одновременно вдвигает желоб. В нерабочем положении желоб опирается на ролик 7.

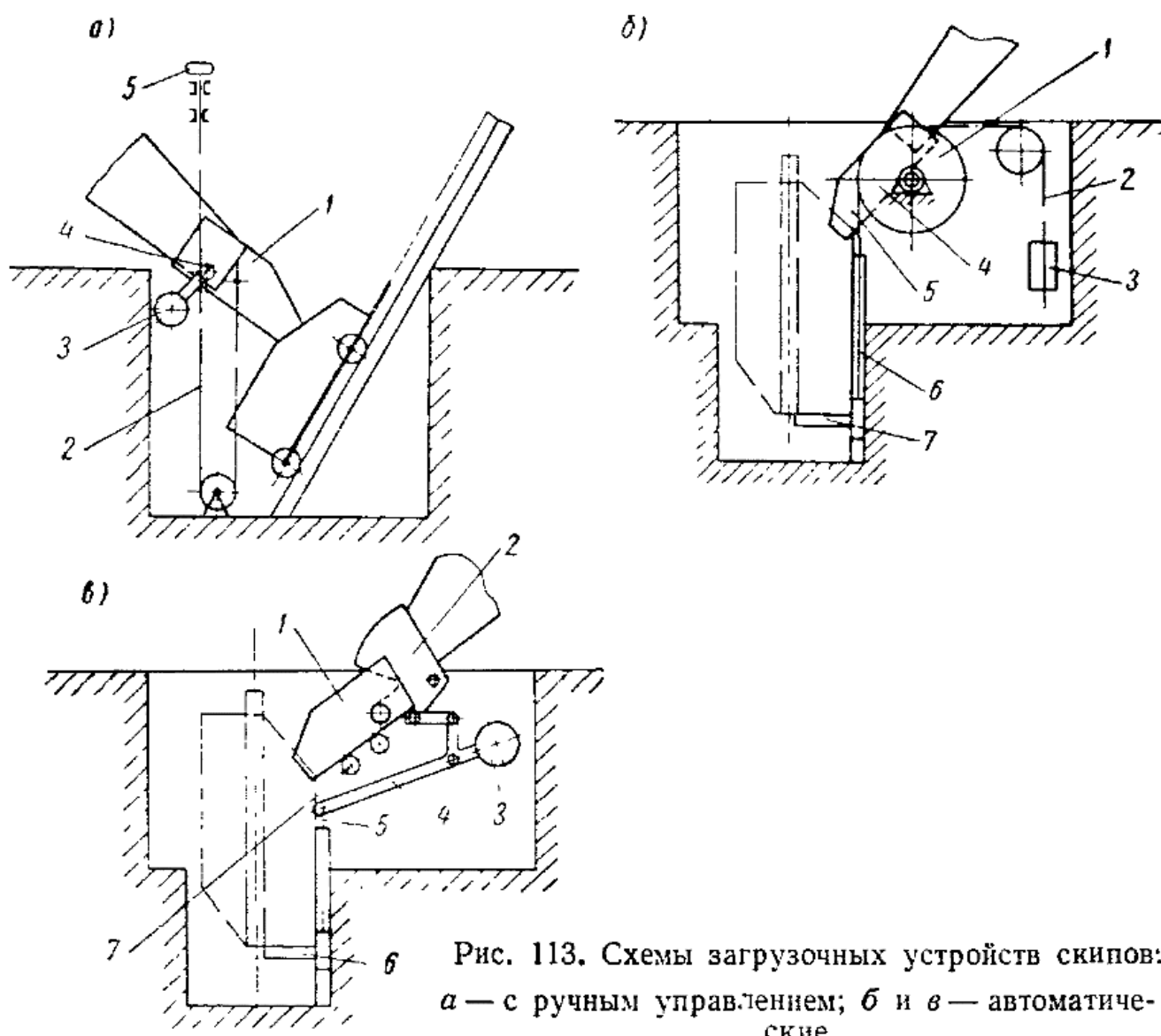


Рис. 113. Схемы загрузочных устройств скипов: а — с ручным управлением; б и в — автоматические

Рисунок 56 – Схемы загрузочных устройств скипов

Управление работой скиповых подъемников может быть ручным, полуавтоматическим и полностью автоматическим. Ручное управление (обычно



кнопочное) применяется в небольших редко работающих подъемниках. В этом случае пуск двигателя при подъеме скипа производится нажатием пусковой кнопки, его остановка в положении разгрузки происходит автоматически, путевым выключателем. Обратное опускание скипа происходит после нажатия кнопки спуска.

При полуавтоматическом управлении скип после разгрузки автоматически переключается на спуск при помощи реле времени, с выдержкой 10—20 сек.

Автоматическое управление применяется в крупных интенсивно работающих подъемниках, в частности, в подъемниках доменных печей. В подъемниках старых конструкций пуск и остановка скипа производились при помощи реле времени, через определенные промежутки включавшего двигатель независимо от загрузки скипа. При таком управлении не исключалась вероятность просыпания материала в загрузочную яму, поскольку момент начала движения скипа, при котором должна быть прекращена его загрузка, не всегда можно уловить.

В настоящее время в промышленных подъемниках обычно применяют систему управления с автоматическим пуском скипа, после того как он будет заполнен материалом до определенного веса. В качестве измерителя веса в первых конструкциях использовались датчики, установленные на грузовом канате. Мерой загрузки скипа в этом случае являлось удлинение каната. Такая система, однако, представляла значительные неудобства, поскольку из-за вытяжки канатов требовала частой регулировки, особенно после навески нового каната.

Более удобными являются дополнительные весовые устройства, непосредственно взвешивающие скип, которые в данное время получили большое распространение. Эти устройства связываются с ползунами или рычагами, на которые при опускании садится скип; они могут быть выполнены рычажными или пружинными.

При заполнении скипа материалом ползун или рычаг, опускаясь вниз, замыкают электрический контакт, который и включает двигатель на подъем. Обратное включение двигателя после разгрузки производится реле времени.

## **5. Общие сведения о эскалаторах**

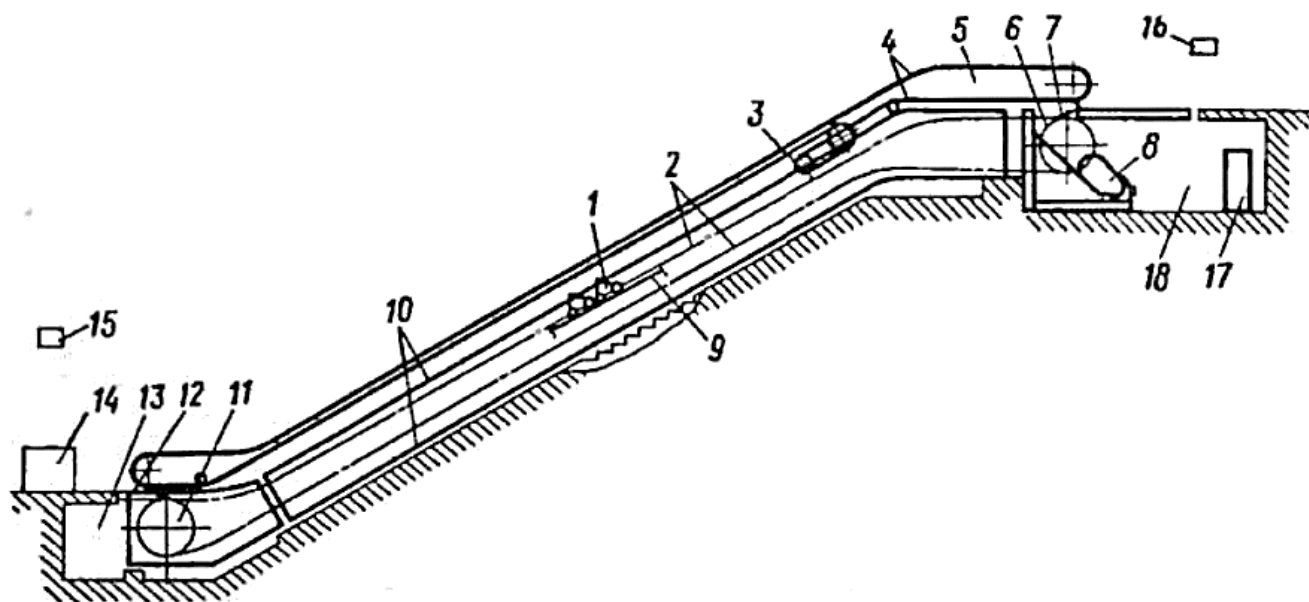
Наиболее распространенной пассажирской подъемно-транспортной машиной является эскалатор (от лат. *scala* — лестница). Эскалатор — это конвейер, предназначенный для перемещения пассажиров с одного уровня на другой, рабочий орган которого состоит из лестничного полотна и поручней, движущихся по замкнутой трассе.

Все эскалаторы условно можно разделить на две группы:

тоннельные (рис. 4), предназначенные для установки на метрополитенах и других подобных объектах;

поэтажные (рис. 5), предназначенные для установки в общественных и административных зданиях.

Устройство поэтажных и тоннельных эскалаторов одинаково, они различаются некоторыми конструктивными и эксплуатационными особенностями. Тоннельные эскалаторы имеют значительную высоту, высокую скорость движения полотна и большую провозную способность. В связи с этим значительны масса и габаритные размеры такого эскалатора. Поэтажные эскалаторы предназначены для подъема и спуска пассажиров на сравнительно небольшую высоту, как правило, с этажа на этаж здания. Основное требование к ним — минимальные габариты, малозумность, эффектная внешняя отделка, гармонирующая с интерьером здания.



**Рис. 4. Схема тоннельного эскалатора:**

**1 — ступени; 2 — тяговые цепи; 3 — привод поручней; 4 — поручень; 5 — балюстрада; 6 — приводная (тяговая) звездочка; 7 — площадка верхняя; 8 — привод эскалатора; 9 — направляющая; 10 — металлоконструкция; 11 — натяжная звездочка; 12 — площадка нижняя; 13 — натяжная камера; 14 — кабина оператора; 15, 16 — пульты управления; 17 — шкафы управления; 18 — машинное помещение**

Рисунок – Схема тоннельного эскалатора

Эскалатор (см. рис. 4, 5) представляет собой наклонный конвейер с движущимися ступенями 1, шарнирно связанными с двумя параллельными тяговыми цепями 2, образующими вместе со ступенями бесконечное полотно, замкнутое в вертикальной плоскости. Полотно огибает приводные 6 и натяжные 11 звездочки. Приводные звездочки приводятся во вращение приводом 8, натяжные осуществляют натяжение полотна. Ступени в пассажирской зоне ограждены от других частей эскалаторов декоративными щитами балюстрады 5, на которой расположены поручни 4, движущиеся синхронно с лестничным полотном. Ступени и поручни движутся относительно балюстрады с небольшими зазорами,

обеспечивающими безопасность пассажиров. Поручни приводятся в движение приводом 3, получающим вращение от других механизмов эскалатора. Бегунки (колеса) ступеней перемещаются по направляющим 9, которые обеспечивают горизонтальное положение на всем рабочем участке трассы.

Перед площадками 7, 12 соответственно входа и выхода ступени образуют горизонтальные участки. Все механизмы эскалатора монтируются на металлоконструкции 10, которая у тоннельных эскалаторов устанавливается на строительных конструкциях (см. рис. 4), а у поэтажных опирается двумя опорами (см. рис. 5) на строительную конструкцию здания. Иногда при больших высотах (более 6—8 м) используется дополнительная промежуточная опора. Металлоконструкцию и механизмы поэтажных эскалаторов закрывают декоративной обшивкой 19.

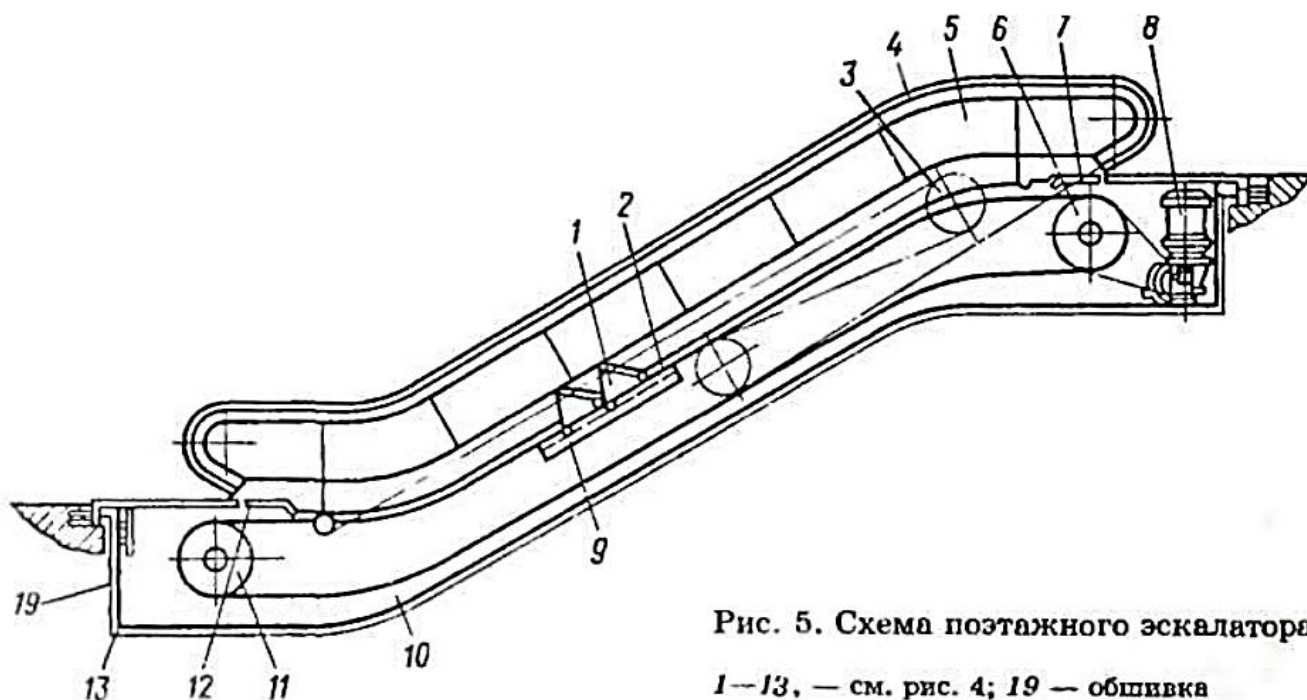


Рис. 5. Схема поэтажного эскалатора:  
1—13, — см. рис. 4; 19 — обшивка

Рисунок – Схема поэтажного эскалатора

тоннельных эскалаторов (см. рис. 4) размещается, как правило, в специальных машинных помещениях 18, натяжная станция — в натяжной камере 13. У поэтажных эскалаторов привод 8 находится или под входной площадкой (см. рис. 5), или между ветвями лестничного полотна, а натяжная камера отсутствует. Управление электроприводом тоннельного эскалатора производится из машинного зала, где находятся панели управления 17, а также с верхнего 16 и нижнего 15 настенного пульта управления или кабины оператора 14. Станции управления поэтажного эскалатора расположены в специальном пульте под верхней площадкой, пуск производится с пультов, находящихся в балюстраде. Эскалатор имеет еще целый ряд сборочных единиц, основных и вспомогательных, которые рассмотрены в соответствующих разделах.

Хотя эскалатор движется под углом, т.е. вертикальному перемещению сопутствует значительное горизонтальное, он относится к вертикальным подъемникам, так как горизонтальное смещение является вынужденным. По сравнению с другими пассажирскими подъемниками эскалатор имеет следующие преимущества:

большую провозную способность — до 10 000 пассажиров в час. При этом провозная способность практически не зависит от высоты подъема, в то время как провозная способность лифта прямо пропорциональна высоте;

удобство для пассажиров, так как посадка на эскалатор не связана с ожиданием; пассажиры могут располагаться на движущемся полотне свободно, имея возможность передвигаться по нему;

в случае неполадок в работе или отсутствия энергии эскалатором можно пользоваться как обычной лестницей, что невозможно ни при каком другом подъемнике.

К недостаткам следует отнести:

большую стоимость эскалатора, а для тоннельных машин и более высокую стоимость сооружения для размещения (тоннеля) из-за наклонного расположения эскалатора;

более значительную затрату времени при подъеме на большую высоту, чем при использовании высокоскоростного лифта;

большую затрату энергии на подъем пассажиров из-за потерь на горизонтальное перемещение.

## **6. Разделение на зоны эскалатора. Установка на объектах**

Современные тоннельные эскалаторы состоят из крупных монтажно-сборочных единиц — зон, обозначаемых заглавными буквами русского алфавита в последовательности, принятой при монтаже (рис. 6):

А — нижняя часть, в которую входит нижний криволинейный участок;

БII, Б, И — средние наклонные части; зона БII непосредственно примыкает к зоне А; зоны Б составляют среднюю наклонную часть на эскалаторе, в зависимости от высоты их может быть от 0 до 19; зона И — самая верхняя наклонная зона, имеющая переменную длину, которая выбирается в зависимости от высоты эскалатора;

В — верхняя криволинейная часть, примыкающая к зоне И;

Д — дополнительная зона удлиненного среднего или двух средних эскалаторов при установке трех или четырех эскалаторов в наклонном тоннеле и высоте подъема более 25—30 м примыкает к зоне В;

Е — приводная зона, расположенная после зоны В;

ЕД — приводная зона удлинённого среднего или двух средних эскалаторов, имеющих зону Д;

М — приводная зона эскалатора с цепным приводом (на рис. 6 не показана).

Зоны Е, Д, Ел, М эскалатора монтируются в специальном машинном помещении, расположенном под верхним вестибюлем станции, криволинейные участки зон А и J3, зоны БП, Б, И — в наклонном тоннеле. Они опираются на ряд промежуточных опор, число которых зависит от высоты и конструкции эскалатора. Вдоль наклонного тоннеля между эскалаторами и стенами тоннеля сделаны ступени для прохода обслуживающего персонала (см. рис. 4). Горизонтальная часть зоны А, где расположено натяжное устройство тоннельного эскалатора, также размещается в специальном помещении (натяжная камера) под нижним вестибюлем станции, с которым она соединяется люком.

В эскалаторном тоннеле обычно устанавливается от одного до четырех эскалаторов. Их количество определяется расчетом в зависимости от высоты подъема, пассажиропотока станции и возможного его увеличения. Поскольку движение лестничного полотна эскалатора направлено в одну сторону (на подъем или на спуск), при установке одного эскалатора он обычно используется для работы на подъем. Чтобы обеспечить движение в обе стороны одновременно, необходимо иметь не менее двух эскалаторов. Так как направление движения каждого эскалатора можно изменить, то при необходимости все эскалаторы, установленные на объекте, могут работать в одном направлении. Выбор рабочего направления зависит от конкретных условий. Чаще всего в наклонном тоннеле устанавливают три эскалатора, один из которых работает на подъем, другой — на спуск, а третий, находящийся в резерве, запускают по мере необходимости на подъем или на спуск. При большой высоте подъема (обычно более 25—30 м) ширина приводов увеличивается, и их приходится устанавливать в разбивку, удлиняя средний эскалатор на зону Д. В этом случае эскалаторы могут иметь правое и левое расположение привода (см. рис. 6). При большой высоте подъема или по архитектурным соображениям тоннельные эскалаторы возможно размещать в два марша, последовательно друг за другом с промежуточным переходным вестибюлем между нижними и верхними эскалаторами.

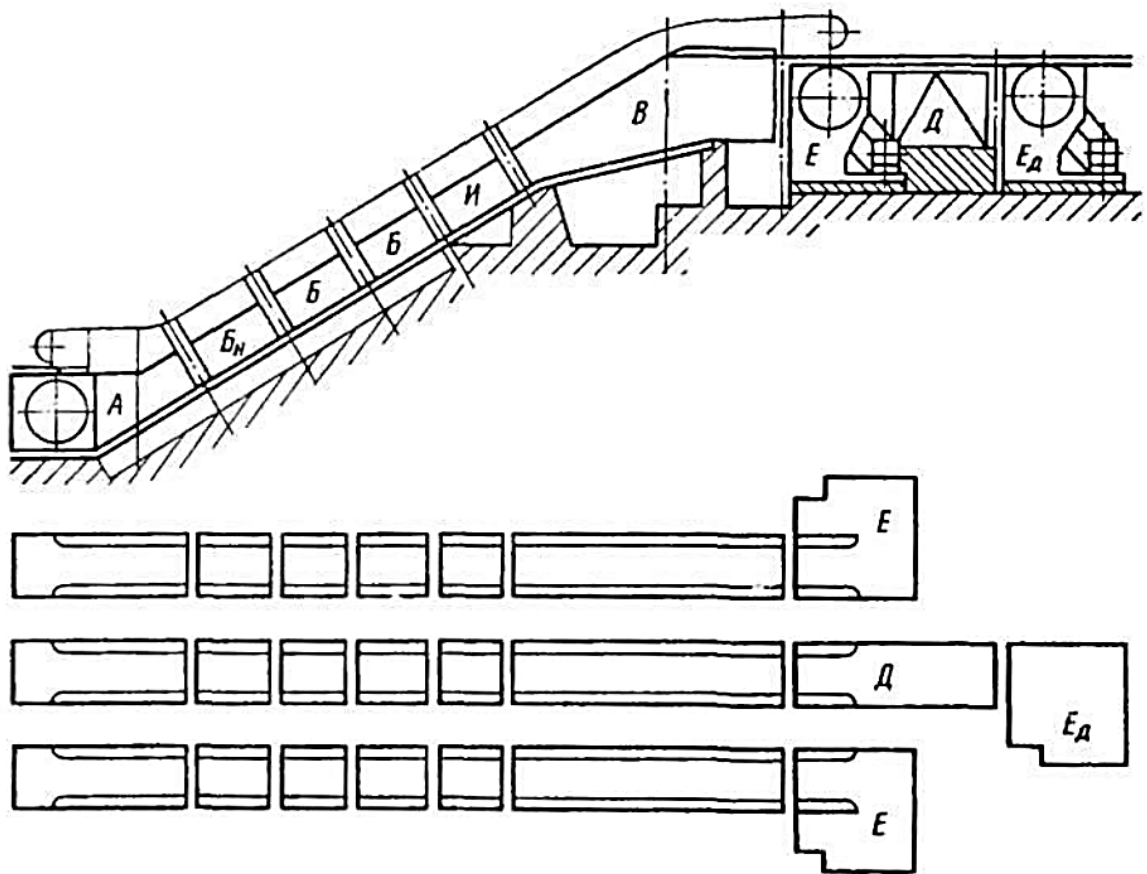


Рис. 6. Зоны тоннельных эскалаторов

Рисунок – Зоны тоннельного эскалатора

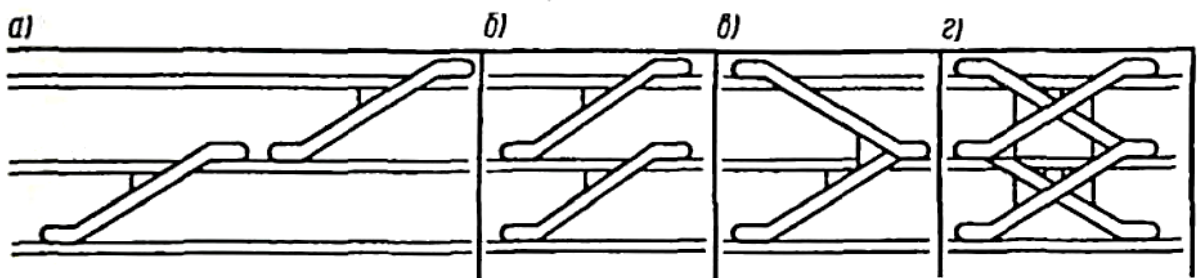


Рис. 7. Установка поэтажных эскалаторов:

*а* — последовательная; *б* — параллельная; *в* — возвратная; *г* — встречная

Рисунок – Установка поэтажных эскалаторов

Установка поэтажных эскалаторов может быть последовательная, параллельная, возвратная, встречная (рис. 7). Обычно одна группа поэтажных эскалаторов работает на подъем, другая на спуск.

## Глава 6.2 Общие сведения и область применения стоечных и строительных подъёмников

Строительные подъемники предназначены для подъема (опускания) в грузонесущих органах строительных грузов и людей на этажи и крыши зданий и сооружений при выполнении строительно-монтажных, отделочных и ремонтных

работ. Грузонесущие органы строительных подъемников (клеть, кабина, платформа, ковш, крюк, бункер, бадья, захваты и т. д.) движутся, как правило, по вертикальным жестким направляющим.

Строительные подъемники классифицируют по назначению, способу установки, конструкции направляющих, типу грузонесущего органа и механизма подъема, способу монтажа и степени мобильности. Подъемники различают:

по назначению — грузовые, предназначенные только для транспортирования грузов, и грузопассажирские — для транспортирования грузов и людей;

по способу установки — передвижные (самоходные и несамоходные), способные перемещаться относительно здания в процессе работы, и стационарные, которые могут быть приставными, прикрепляемыми к зданию, и свободностоящими — без крепления к зданию. Передвижные подъемники на рельсовом или пневмоколесном ходу используют сравнительно редко.

По конструкции направляющих грузонесущего органа — с подвесными (гибкими) и жесткими направляющими.

Подъемники с жесткими направляющими бывают мачтовыми, скиповыми и шахтными. Тип грузонесущего органа подъемника определяется его назначением. Грузопассажирские подъемники оборудуются кабинами, грузовые — выдвигаемыми и не выдвигаемыми, по воротными и неповоротными платформами, выдвигаемыми рамами, выкатными консолями, монорельсами и направляющими с подвесной клетью, а также саморазгружающимися ковшами. Механизмы подъема подъемников разделяют на канатные и бесканатные. В канатных механизмах подъема используются канатно-блочная система и лебедка, в бесканатных — зубчато-реечные или цевочно-реечные механизмы модульного типа.

По способу монтажа подъемники делят на мобильные, перевозимые с объекта на объект в собранном виде, и немобильные разбираемые при демонтаже на секции и перевозимые в таком виде к месту монтажа.

Подъемники не имеют единой системы индексации.

Главным параметром подъемников является грузоподъемность — максимально допустимая масса груза, поднимаемая подъемником. К основным параметрам относятся: наибольшая высота подъема груза (расстояние по вертикали от уровня земли до нижнего уровня груза, находящегося в крайнем верхнем положении); скорость подъема и опускания груза; величина перемещения груза по горизонтали (максимальное расстояние от оси мачты подъемника до конца платформы, введенной в оконный проем, или до оси крюка, на котором подвешен груз); величина вертикального перемещения груза, введенного в здание (максимальное расстояние по вертикали между крайними верхним и нижним положениями груза); скорость подачи груза (скорость горизонтального перемещения груза); для передвижных подъемников колея (расстояние между осями рельсов или

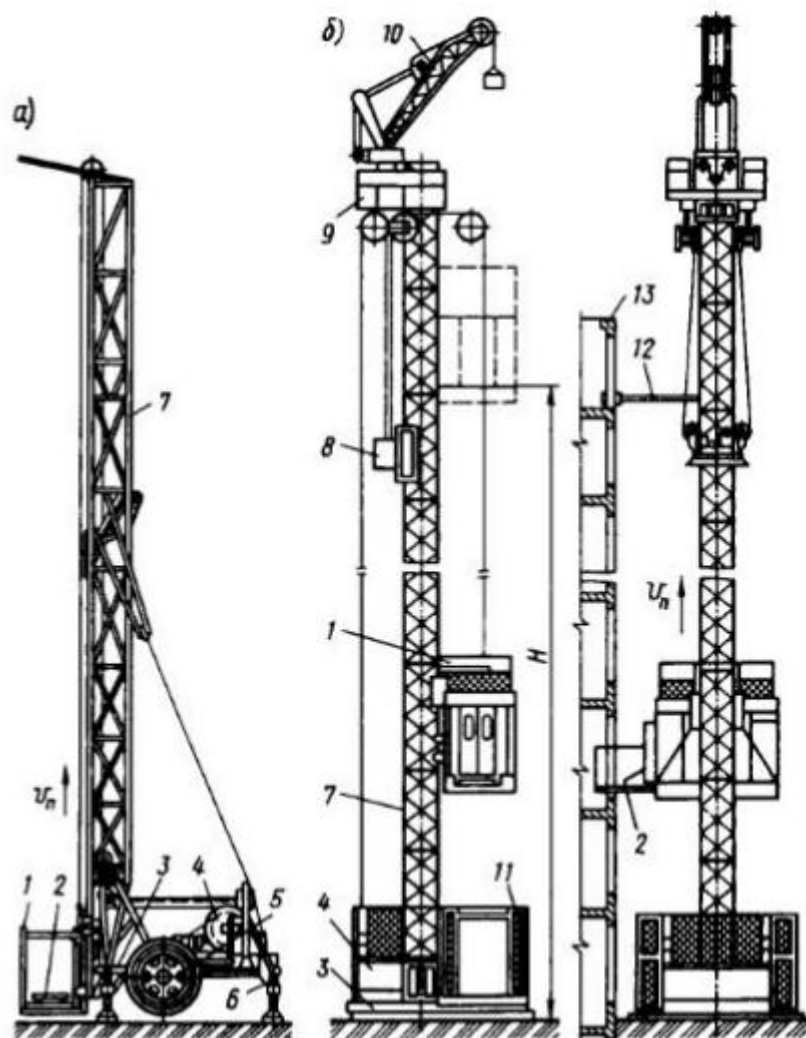
между колесами, расположенными на одной оси) и база (расстояние между осями крайних ходовых колес, расположенных на одном рельсе или одной стороне подъемника); установленная мощность; конструктивная и общая масса подъемника: шаг настенных опор (расстояние, по вертикали между соседними креплениями подъемника к стене здания или сооружения); производительность и т. д.

**Грузовые подъемники** выпускаю! мачтовыми и шахтными. Шахтные подъемники применяют при возведении кирпичных труб высотой до 120 м.

**Мачтовые подъемники** наиболее распространены в городском строительстве и предназначены для подъема и поэтажной подачи через оконные и дверные проемы зданий различных строительных материалов и деталей при санитарно-технических, отделочных, ремонтных и других работах. Различают грузовые и грузопассажирские мачтовые подъемники. Последние применяют для подъема не только грузов, но и людей при строительстве многоэтажных зданий. Мачтовый подъемник состоит из опорной рамы, вертикальной направляющей мачты, подъемной грузовой платформы (у фузовых) или кабины (у фузопассажирских), механизма подъема платформы (кабины), органов управления и предохранительных устройств. В механизмах подъема используются реверсивные лебедки с электроприводом. По конструкции мачты различают подъемники с одной направляющей мачтой (одностоечные) и с двумя направляющими мачтами (двухстоечные). Одностоечные и двухстоечные подъемники оснащаются жесткими и выдвижными фузонесущими органами. Подъемники с жестким фузонесущим органом имеют одно рабочее движение — подъем фуза, с выдвижным два рабочих движения — подъем груза и горизонтальное его перемещение внутрь здания через проем.

Грузовой мачтовый подъемник (рис. 3.6. а) состоит из опорной рамы 1), реверсивной грузовой лебедки 4. канатно-блочной системы, вертикальной мачты 7. в направляющих которой перемещается грузонесущий орган (стрела, платформа, монорельс) 5. системы управления и предохранительных устройств. В мобильных подъемниках, перевозимых в прицепе к автомобилю, предусмотрены колеса на пневмошинах 6. которые во время работы подъемника вывешиваются винтовыми опорами (аутригерами) 3. Мобильные свободностоящие подъемники имеют неразборную на отдельные секции мачту высотой до 12 м. жесткую платформу и применяются на строительстве зданий малой этажности. Монтаж — демонтаж подъемника осуществляется с помощью грузовой лебедки в течение 10... 15 мин. Грузоподъемность мобильных грузовых подъемников — 320 кг.

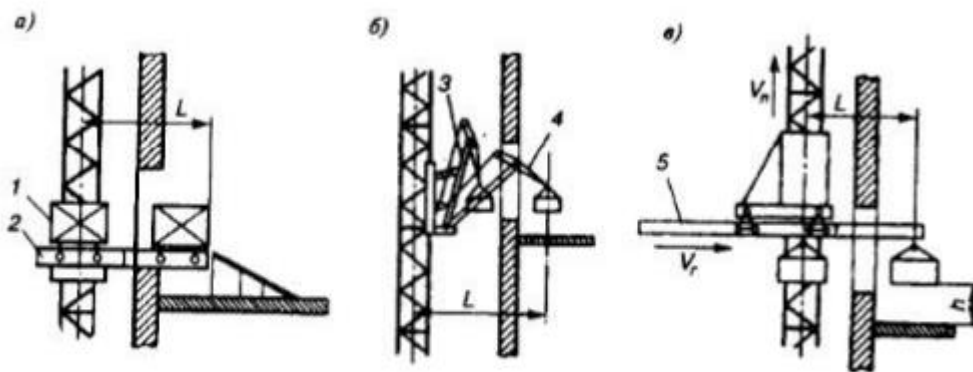




Р и с. 3.6. Мачтовые строительные подъемники:  
 а — грузовой; б — грузопассажирский

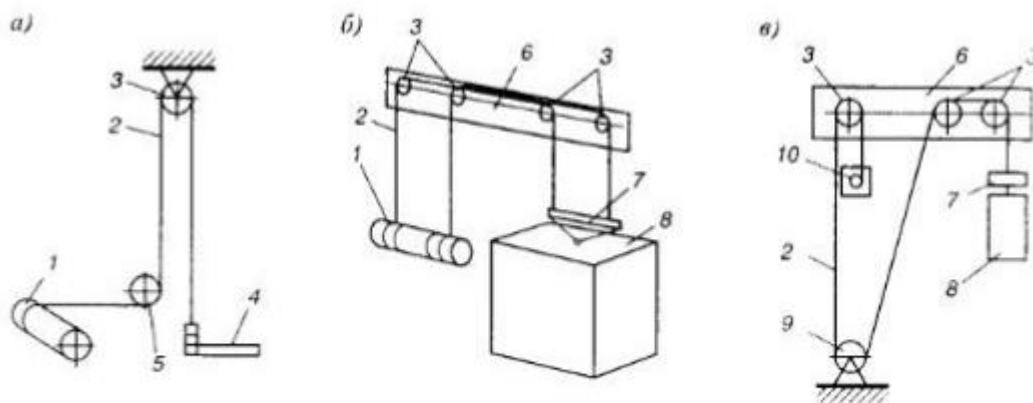
Приставные грузовые подъемники имеют секционно-разборную мачту и выдвижной грузонесущий орган. Подача груза внутрь здания после подъема осуществляется выдвижением платформы 1 с грузом вдоль жесткой подъемной рамы 2 (рис. 3.7. а). изменением угла наклона и перемещением шарниросочлененной стрелы 3 с гуськом 4 (рис. 3.7. б) или перемещением монорельса 5 с грузом относительно мачты (рис. 3.7. в). Наличие таких органов обеспечивает высокую безопасность работы, так как отпадает необходимость выхода рабочего на грузовую платформу подъемника для ее разгрузки.

Мачты подъемников представляют собой решетчатые конструкции прямоугольного и треугольного сечения с одной или двумя направляющими для роликов грузонесущего органа. Мачты крепят к зданию настенными опорами. Мачты подъемников для многоэтажного строительства выпускают разборными, состоящими из взаимозаменяемых секций длиной 1.5...3 м. Вдоль мачты с помощью канатно-блочной системы или реечного зацепления перемещаются жесткие или подвижные в пространстве грузонесущие органы. К жестким органам относят вертикально перемещаемые платформы.



Р и с. 3.7. Схемы устройств для выдвигания грузонесущих органов мачтовых подъемников

В грузовых подъемниках с канатным механизмом подъема (рис. 3.8, а) грузовая платформа 4 перемещается по вертикали с помощью прикрепленного к ней каната 2, сходящего с барабана 1 и огибающего нижний 5 и верхний 3 направляющие блоки мачты.



Р и с. 3.8. Схемы запасовок грузовых канатов мачтовых подъемников

В конструкциях подъемников с канатными механизмами подъема груза используют одно- (рис. 3.9, а) или двухбарабанные (рис. 3.9. б) реверсивные лебедки, состоящие из электродвигателя I, соединительных муфт б, тормозов 2, цилиндрического 3 или червячного 5 редуктора и барабанов 4. В двухбарабанной лебедке имеется открытая зубчатая передача 7, приводящая в действие поочередно (по необходимости) грузовой или монтажный барабаны. Управление включением осуществляется рычагом 10 через кулачковые муфты 9. Чтобы предотвратить вращение барабанов в момент переключения, в конструкции имеются подпружиненные фиксаторы.

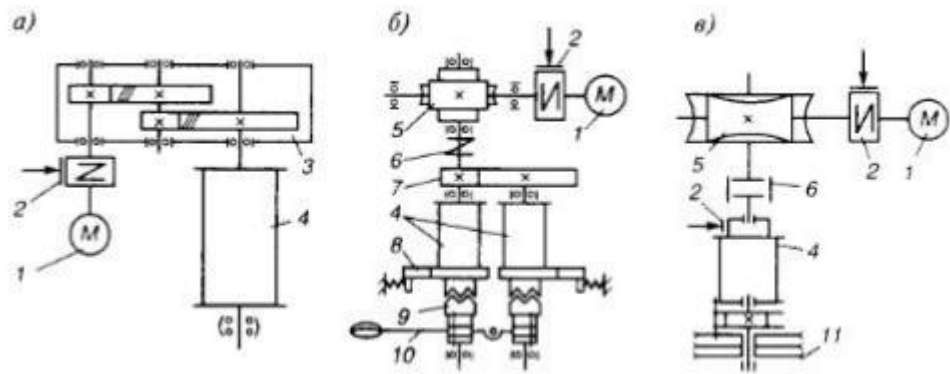


Рис. 3.9. Кинематические схемы грузовых лебедок мачтовых подъемников

В последнее время все большее распространение получают грузовые мачтовые подъемники с бесканатным механизмом подъема. Бесканатный реечный механизм подъема монтируется непосредственно на грузонесущем органе и включает электродвигатель, тормоз и редуктор, на выходном валу которого закреплена шестерня, входящая в зацепление с зубчатой или цевочной рейкой, установленной по всей длине мачты. При своем вращении шестерня перемещается поступательно вдоль рейки, увлекая за собой платформу. Реечные подъемные механизмы включают один или два подъемных модуля.

По сравнению с подъемниками с канатным механизмом подъема, подъемники с реечным механизмом более надежны и безопасны в эксплуатации и имеют более высокие технико-эксплуатационные показатели.

## **ТЕМА 7. ЭКСПЛУАТАЦИЯ ПОДЪЕМНИКОВ И ЭСКАЛАТОРОВ СОГЛАСНО «ПРАВИЛ»**

### **Глава 7.1 Правила по охране труда при эксплуатации подъемников, автовышек и эскалаторов**

#### **1. Организация безопасной эксплуатации подъемников**

Юридические лица и индивидуальные предприниматели - владельцы подъемников, а также юридические лица и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие подъемники, должны организовать содержание их в технически исправном состоянии и безопасные условия труда при выполнении работ с применением подъемников.

В этих целях приказом руководителя организации из числа специалистов, имеющих соответствующую квалификацию, назначаются:

лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников;

лицо, ответственное за содержание подъемников в исправном состоянии;

лица, ответственные за безопасное производство работ подъемниками.

Руководитель организации обеспечивает:

проверку знаний настоящих Правил у лиц, указанных в части второй пункта 6 настоящих Правил, машинистов средств малой механизации, управляющих грузовыми подъемниками (далее - машинисты), работников, выполняющих монтаж и демонтаж подъемников и их обслуживание, погрузочно-разгрузочные работы с применением грузовых подъемников, работы из люльки;

разработку и принятие в установленном порядке инструкций по охране труда, проектов производства работ, технологических карт и других документов, необходимых для безопасной эксплуатации подъемников;

выполнение ответственными лицами и другими работниками требований настоящих Правил, других нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, соблюдение которых входит в их должностные (квалификационные) обязанности.

Руководители, специалисты и другие работники организаций, индивидуальные предприниматели, занятые проектированием, изготовлением, монтажом и демонтажем, эксплуатацией подъемников, проходят проверку знаний настоящих Правил, других нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в объеме выполняемой ими работы, в порядке, установленном Правилами обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда, утвержденными постановлением Министерства труда и социальной защиты

Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. N 164 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2004 г., N 22, 8/10510) (далее - Правила обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда).

Обучение безопасным методам и приемам работы, проведение инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда лиц, указанных выше, осуществляется в соответствии с Правилами обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда.

К монтажу и демонтажу подъемников допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными по результатам медицинского освидетельствования, прошедшие в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам работы, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

К выполнению погрузочно-разгрузочных работ с применением грузовых подъемников допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие в установленном порядке обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

К управлению грузовыми подъемниками допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными по результатам медицинского освидетельствования, прошедшие в установленном порядке подготовку по профессии машинист средств малой механизации и получившие свидетельство установленного образца о присвоении квалификационного разряда по профессии рабочих, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

В свидетельстве машиниста указывается тип грузового подъемника, к управлению которым он допущен.

К работе из люльки допускаются работники не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию по профессии, признанные годными по результатам медицинского освидетельствования, прошедшие в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам работы, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

При выполнении работ из люльки двумя и более работниками один из них назначается старшим, о чем лицо, ответственное за безопасное производство работ, делает запись в вахтенном журнале.

Машинисты и работники, выполняющие работы из люльки, должны иметь группу по электробезопасности не ниже второй.

Допуск к самостоятельной работе машинистов, обслуживающего персонала, работников, выполняющих погрузочно-разгрузочные работы, работы из люльки и другие работы с применением подъемников, оформляется приказом (распоряжением) либо записью в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

Машинисты, работники, выполняющие монтаж и демонтаж подъемников, работы из люльки, обслуживание подъемников, погрузочно-разгрузочные работы, проходят обязательные медицинские осмотры в соответствии с Порядком проведения обязательных медицинских осмотров работников, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 августа 2000 г. N 33 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., N 87, 8/3914).

## **2. Установка подъемников**

Монтаж и демонтаж подъемников должен производиться в соответствии с требованиями эксплуатационных документов (инструкций по монтажу), настоящих Правил.

Мачта (шахта) грузового подъемника крепится к зданию, сооружению жесткими металлическими конструкциями (настенными опорами) или растяжками из стального каната, снабженными устройствами для регулирования натяжения.

Места крепления мачты (шахты) грузового подъемника к конструкциям здания, сооружения указываются в проекте производства работ.

Допускается установка грузового подъемника без крепления мачты. В этом случае он должен быть рассчитан на устойчивость с учетом действующих эксплуатационных и испытательных нагрузок.

Опасная зона при монтаже (демонтаже), эксплуатации подъемника должна быть ограждена и обозначена знаками безопасности и предупредительной надписью "Опасная зона! Вход запрещен". Пребывание посторонних лиц в этой зоне не допускается.

Граница опасной зоны подъемника, в пределах которой возможно возникновение опасности в связи с падением предметов, определяется в соответствии с Правилами охраны труда при работе на высоте.

Установка подъемника на месте производства работ производится в соответствии с проектом производства работ, в котором должны предусматриваться:

соответствие устанавливаемого подъемника условиям выполнения строительно-монтажных работ по грузоподъемности и высоте подъема;

мероприятия, исключаяющие действие опасных производственных факторов на работников;

средства связи машиниста с работниками, выполняющими погрузочно-разгрузочные работы с применением грузового подъемника;

условия безопасной работы несколькими подъемниками (при необходимости);

освещение в темное время суток или при плохой видимости мест производства работ с применением подъемника;

требования по занулению (заземлению) металлоконструкций, металлических частей электрооборудования подъемника;

требования к местам производства погрузочно-разгрузочных работ с применением грузовых подъемников.

Грузовые подъемники должны устанавливаться стационарно в непосредственной близости от возводимого здания. Допускается установка грузового подъемника на рельсовом пути при оборудовании подъемника соответствующим ходовым устройством.

Грузовой подъемник должен быть размещен на горизонтальной выровненной площадке с твердым основанием, выполненной в соответствии с эксплуатационными документами, в которых должны быть приведены требования по подготовке площадки под установку подъемника (степень уплотнения, уклон, водоотвод).

С рабочего места машиниста, в том числе при наличии навеса или козырька, должна просматриваться зона вертикального перемещения грузовой платформы (каретки) грузового подъемника.

Рядом с проемами здания, используемыми для загрузки или разгрузки грузовой платформы (каретки) грузового подъемника, организацией, его эксплуатирующей, закрепляются (наносятся) знаки с цифрами, указывающими номер этажа.

Места на верхней и промежуточных остановках грузовой платформы (каретки) грузового подъемника оборудуются в необходимых случаях приемными площадками с перильными ограждениями, обеспечивающими безопасную погрузку и разгрузку строительных материалов и других грузов.

Рельсовый путь передвижного грузового подъемника должен выполняться в соответствии с проектом производства работ или требованиями, изложенными в эксплуатационных документах.

При отсутствии указаний по устройству пути в указанных документах рельсовый путь может выполняться в соответствии с требованиями на рельсовые пути, изложенными в Правилах устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов, утвержденных постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 3 декабря 2004 г. N 45 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2005 г., N 6, 8/11889) (далее - Правила устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов).

Монтаж и демонтаж подъемников производится под непосредственным руководством лица, ответственного за содержание подъемников в исправном состоянии.

Работы по монтажу и демонтажу подъемников производятся по наряду-допуску.

Наряд-допуск выдается и заполняется в соответствии с требованиями Правил охраны труда при работе на высоте, утвержденных постановлением Министерства труда Республики Беларусь от 28 апреля 2001 г. N 52 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2001 г., N 58, 8/6199) (далее - Правила охраны труда при работе на высоте).

Рабочие, занимающиеся монтажом и демонтажем подъемников, должны пользоваться предохранительными поясами. Места закрепления карабинов предохранительных поясов указываются в проекте производства работ.

Люльки подвешиваются к консолям, устанавливаемым наверху здания (сооружения). Коэффициент устойчивости консоли, уравниваемой пригрузами, должен быть не менее 2,2.

На видном месте конструкции подъемника вывешивают хорошо видимые таблички с надписями, указывающими регистрационный номер подъемника, грузоподъемность, дату следующего технического освидетельствования, а для грузового подъемника дополнительно - "Под грузовой платформой (кареткой) не стоять!"; "Подъем и выход людей на платформу запрещен!".

Сдача подъемников в эксплуатацию (после проведения технического освидетельствования) осуществляется лицом, ответственным за содержание подъемников в исправном состоянии, в присутствии лица, ответственного за безопасное производство работ подъемниками, и оформляется соответствующей записью в вахтенном журнале.

### **3. Техническое освидетельствование**

Техническое освидетельствование подъемника проводят с целью установить, что:

подъемник находится в исправном состоянии, обеспечивающем его безопасную работу, и соответствует требованиям эксплуатационных документов, технических нормативных правовых актов, настоящих Правил;

организация надзора и обслуживания подъемника соответствует требованиям настоящих Правил.

Техническое освидетельствование подъемника проводится согласно руководству по его эксплуатации владельцем или эксплуатирующей подъемник организацией. При отсутствии в руководстве по эксплуатации подъемника соответствующих указаний техническое освидетельствование проводится согласно требованиям настоящих Правил.

Проведение технического освидетельствования подъемника возлагается на лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников и осуществляется при участии лица, ответственного за содержание подъемников в исправном состоянии.

Допускается проведение технического освидетельствования поручать другой организации по заключенному с этой организацией договору.



Подъемники после их установки (монтажа) на новом месте (объекте) до пуска в работу должны быть подвергнуты полному техническому освидетельствованию.

Полное техническое освидетельствование подъемника проводится также после его модернизации, замены и перепасовки канатов.

При полном техническом освидетельствовании подъемник должен подвергаться:

внешнему осмотру;

статическим испытаниям;

динамическим испытаниям;

испытаниям ловителей;

другим испытаниям, предусмотренным эксплуатационными документами.

При внешнем осмотре подъемника должны быть осмотрены и проверены:

механизмы, их тормоза;

электрооборудование и система управления;

устройства безопасности;

металлоконструкции и их сварные соединения, а также грузонесущие устройства и ограждения;

блоки, барабаны и канатопроводящие шкивы;

состояние изоляции проводов и зануления (заземления) металлоконструкций и металлических нетокопроводящих частей электрооборудования подъемника;

состояние рельсового пути (для передвижных подъемников);

состояние канатов и правильность их крепления;

состояние освещения и сигнализации.

Статические испытания проводятся с нагрузкой, превышающей номинальную грузоподъемность подъемника на:

50 % - для люлек, грузовых подъемников при невыдвинутом грузонесущем устройстве;

25 % - для грузовых подъемников при максимально выдвинутом грузонесущем устройстве.

Статические испытания подъемника проводятся следующим образом. Контрольный груз равномерно распределяется на настиле грузонесущего устройства грузового подъемника, люльки.

Грузонесущее устройство грузового подъемника поднимается на высоту 0,1-0,15 м над уровнем нижней погрузочной площадки, люлька - на 0,5 м над уровнем земли и выдерживается в таком положении в течение 10 минут.

Подъемник считается выдержавшим статические испытания, если в течение 10 минут не произойдет смещение грузонесущего устройства грузового подъемника, люльки, не будет обнаружено трещин, остаточных деформаций и других повреждений металлоконструкций и механизмов, не будет нарушена устойчивость консолей люльки.

Динамические испытания подъемника проводятся с целью проверки работоспособности механизмов и тормозов подъемника.

Динамические испытания подъемника проводятся при нахождении в грузонесущем устройстве грузового подъемника, люльки равномерно распределенного груза, на 10 % превышающего грузоподъемность, путем неоднократного (не менее 3 раз) подъема и опускания груза с промежуточными остановками.

При динамическом испытании грузовых подъемников, оборудованных устройством для подачи груза в проем здания, во время промежуточных остановок производят подачу груза внутрь проема здания.

Испытания ловителей (аварийных остановов) грузовых подъемников, выполняемые с перегрузкой на 10 %, превышающей их грузоподъемность, проводят в соответствии с эксплуатационными документами.

Испытание ловителей люльки проводят в соответствии с эксплуатационными документами нагрузкой, равной грузоподъемности люльки.

После каждой перестановки люльки в пределах объекта на новое место перед началом ее подъема необходимо проверить правильность запасовки канатов и произвести испытание ловителей люльки. Результаты испытаний ловителей люльки отмечаются в вахтенном журнале.

Подъемники подвергаются полному техническому освидетельствованию не реже одного раза в 12 месяцев.

Частичное техническое освидетельствование подъемника проводится после замены или ремонта механизма подъема, замены ловителей и ограничителей скорости, внесения изменений в электрическую схему, систему управления и устройства безопасности.

Объем частичного технического освидетельствования должен обеспечить проверку работоспособности отремонтированных или замененных узлов, а также систем (схем), в которые были внесены изменения.

Результаты технического освидетельствования подъемника записываются в паспорт специалистом, его проводившим.

Записью в паспорте подъемника, подвергнутого полному техническому освидетельствованию, должно подтверждаться, что подъемник отвечает требованиям настоящих Правил, находится в исправном состоянии, выдержал испытания и может быть разрешена его дальнейшая эксплуатация с указанием срока следующего полного технического освидетельствования. При полном техническом освидетельствовании вновь смонтированного подъемника запись в паспорте также должна подтверждать, что подъемник смонтирован и установлен в соответствии с настоящими Правилами и руководством по эксплуатации.

Подъемники, отработавшие нормативный срок службы, предусмотренный эксплуатационными документами, для определения возможности и условий их дальнейшей эксплуатации должны подвергаться экспертному обследованию (диагностированию) организацией-изготовителем или специализированными организациями.

#### **4. Производство работ**

При эксплуатации подъемников должны соблюдаться требования Правил охраны труда при работе на высоте, Правил технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правил техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей, утвержденных главным управлением государственного энергетического надзора Министерства энергетики и электрификации СССР 21 декабря 1984 г., четвертое издание (далее - Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей и Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок потребителей), настоящих Правил, эксплуатационных документов, в том числе при эксплуатации грузовых подъемников - ГОСТ 12.3.033-84 "Система стандартов безопасности труда. Строительные машины. Общие требования безопасности при эксплуатации", утвержденный постановлением Государственного комитета СССР по стандартам от 31 июля 1984 г. N 2694.

Владелец подъемников по договору может предоставлять подъемники заказчикам. В договоре распределяются обязанности между владельцем и заказчиком по обеспечению безопасной эксплуатации подъемника в соответствии с требованиями настоящих Правил.

В тех случаях, когда подъемник предоставляется заказчику, у которого не назначено лицо, ответственное за безопасное производство работ подъемниками, безопасность производства работ подъемниками обеспечивается владельцем подъемника.

Владельцы подъемников или организации, эксплуатирующие подъемники:

обеспечивают разработку проектов производства работ, технологических карт и снабжают ими лиц, ответственных за безопасное производство работ подъемниками;

знакомят (под роспись) с проектами производства работ, технологическими картами лиц, ответственных за безопасное производство работ подъемниками, машинистов, работников, занятых монтажом и демонтажем подъемников, выполняющих работы из люльки, погрузочно-разгрузочные работы с применением грузовых подъемников;

вывешивают в месте установки грузового подъемника список перемещаемых им строительных материалов и других грузов с указанием их массы;

обеспечивают выполнение проектов производства работ и других технологических регламентов при производстве работ подъемниками;

устанавливают порядок обмена сигналами между машинистом и работниками, выполняющими погрузочно-разгрузочные работы;

обеспечивают порядок проведения технических обслуживаний и ремонтов подъемника согласно требованиям руководства по его эксплуатации.

Погрузка, разгрузка строительных материалов и других грузов, размещение их на погрузочно-разгрузочных площадках, устраиваемых рядом с грузовыми подъемниками, выполняются в соответствии с требованиями Межотраслевых правил по охране труда при проведении погрузочно-разгрузочных работ, утвержденных постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 12 декабря 2005 г. N 173 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2006 г., N 10, 8/13658).

Управление грузовыми подъемниками и их ежесменное техническое обслуживание осуществляются машинистами.

Машинист перед началом ежедневной работы (смены) проверяет техническое состояние грузового подъемника в соответствии с эксплуатационными документами, в том числе исправность сигнализации, тормозов, каната, состояние пусковой аппаратуры, токоподводящего кабеля и защитного заземления, наличие и состояние ограждений, правильность намотки грузового каната на барабан лебедки.

Убедившись, что техническое состояние грузового подъемника удовлетворительно, машинист проверяет его работу на холостом ходу.

Результаты осмотра и проверки грузового подъемника записываются машинистом в вахтенный журнал.

Операции по подъему, остановке и спуску грузовой платформы (каретки) грузового подъемника производятся по сигналу работников, выполняющих погрузочно-разгрузочные работы.

Перед подъемом или опусканием грузовой платформы (каретки) грузового подъемника и в других необходимых для безопасности работников случаях машинист должен подавать сигналы.

Проемы, против которых происходит движение платформы, но не производится разгрузка (погрузка), закрывают сплошными ограждениями на всю высоту.

Порядок обмена сигналами для связи между машинистом и работниками, выполняющими погрузочно-разгрузочные работы, устанавливается в соответствии с эксплуатационными документами.

Груз укладывают на грузовую платформу равномерно, располагая его в центральной части платформы или ближе к мачте, при этом груз не должен выходить за габариты платформы.

Последовательность загрузки платформы определяется очередностью разгрузки. Устанавливать груз несколькими ярусами не допускается.

Транспортировка длинномерных грузов или строительных растворов осуществляется с помощью съемных грузозахватных приспособлений и тары.

Эксплуатация съемных грузозахватных приспособлений и тары, используемых при работе подъемников, производится в соответствии с Правилами устройства и безопасной эксплуатации грузоподъемных кранов.

Грузы (тележки, бочки и тому подобные грузы), которые могут сместиться либо скатиться с грузонесущего устройства грузового подъемника, должны быть зафиксированы.

Листовые материалы поднимают на огражденной платформе грузового подъемника. Высота их складирования должна быть менее высоты ограждения.

Работники, выполняющие разгрузочные работы на выносной площадке грузового подъемника, для подтягивания груза должны применять крюки, изготовленные из круглого проката. Конец крюка, находящегося в руках работника, должен быть гладким.

В процессе эксплуатации (не реже 1 раза в 10 дней) лицо, ответственное за содержание подъемников в исправном состоянии, проверяет исправность узлов, механизмов подъема, канатов, предохранительных устройств подъемника (консолей люлек) с записью результатов осмотра в вахтенном журнале.

При необходимости пребывания обслуживающего персонала под грузовой платформой при ремонте грузового подъемника положение грузонесущего устройства должно быть зафиксировано.

При работе грузового подъемника не допускается:

перегружать его;

производить подъем и спуск работников и других лиц с применением подъемника;

при проведении погрузочно-разгрузочных работ выходить на грузовую платформу (кроме грузовых подъемников, на грузовую платформу которых согласно паспорту разрешен выход людей);

подъем или опускание грузовой платформы со снятыми бортами ограждения;

подъем грузовой платформы в зону действия конечного выключателя, ограничивающего верхнее положение платформы, кроме случаев, когда производится проверка его работы;

нахождение работников и других лиц под грузонесущим устройством;

перемещать грузовую платформу по сигналу посторонних лиц;

нарушать требования эксплуатационных документов.

Перед началом ежедневной работы (смены) проверяется техническое состояние люльки (механизмов подъема, канатов, консолей и других узлов) и страховочных средств лицом, ответственным за безопасное производство работ подъемниками, совместно с работниками, выполняющими работы из люльки.

Убедившись, что техническое состояние люльки удовлетворительное, работники, выполняющие работы из люльки, проверяют с выносного пульта управления работу люльки на холостом ходу. Результаты осмотра и проверки подъемника записываются в вахтенный журнал.

Работы из люльки выполняются при условии принятия мер по предупреждению падения людей из люльки, поражения их электрическим током, заземления люльки при работе в стесненных условиях.

При выполнении работ из люльки соблюдается следующий порядок:

вход в люльку и выход из нее осуществляется при нахождении люльки в крайнем нижнем положении;

работникам запрещается садиться или вставать на перила люльки, устанавливать на пол люльки предметы для увеличения высоты зоны работы;

масса рабочих с инструментом (грузом) не должна превышать установленную паспортную грузоподъемность люльки;

при выполнении работ настил люльки должен находиться в горизонтальном положении. Нагрузка по площади настила должна располагаться равномерно;

при аварийном отключении электроэнергии находящуюся на высоте люльку работающие в ней работники опускают при помощи ручного привода;

после окончания работ люльку опускают на землю (перекрытие), отключают электропитание, шкаф управления закрывают на замок;

работники в люльке должны работать в защитных касках, применяя предохранительные пояса, закрепленные к дополнительным вертикальным страховочным канатам.

Настилы люлек должны содержаться сухими, очищаться от отходов строительных материалов, а в зимнее время - от снега и наледи.

Управление приводом производится из люльки путем непрерывного нажатия на кнопку пульта управления, при прекращении нажатия привод люльки должен останавливаться.

Совместная работа грузового подъемника с люлькой не допускается, если люлька находится в пределах опасной зоны работы грузового подъемника.

При эксплуатации люльки не допускается:

работать на неисправной или с истекшим сроком технического освидетельствования люльке;

выполнение работ из люльки работниками, не обученными безопасным методам и приемам работы, не прошедшими инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда;

вход (выход) в люльку из оконных и дверных проемов, крыш, балконов и тому подобного;

соединять между собой люльки при помощи переходных настилов, лестниц и других устройств;

сбрасывать с высоты инструменты, материалы и другие предметы;

садиться или вставать на перила, устанавливать на пол люльки предметы для увеличения высоты зоны работы, раскачивать ее;

использовать люльку для производства сварочных работ, подачи строительных материалов, оборудования, баллонов с газом;

поднимать (отрывать) примерзшие, засыпанные землей, защемленные люльки при помощи механизма подъема;

производить работы из люльки при отсутствии в ней рукоятки ручного привода со снятыми ограждениями барабанов лебедки и ловителя;

работать при неисправном ограждении люльки;

устраивать дополнительные ограждения люльки и тому подобные устройства, не предусмотренные эксплуатационными документами;

во время работы осматривать, чистить, смазывать и ремонтировать механизм подъема, канаты, блоки;

наличие посторонних лиц в люльке;

увеличивать вылет консоли от наружной плоскости стены здания (сооружения) до оси люльки и угол отклонения консоли от стены здания (сооружения) в горизонтальной плоскости более чем предусмотрено эксплуатационными документами или проектом производства работ;

работать при недопустимых повреждениях и износе канатов;

работать без средств индивидуальной защиты;

работать, стоя на перильном ограждении;

производить работы над люлькой, в местах крепления консолей;

совместная работа люлек в одной вертикальной плоскости при расстоянии между ними менее 5 м (по горизонтали);

подключение посторонних потребителей электроэнергии к шкафу управления люльки;

оставлять люльку после работы подключенной к источнику электропитания.

Во время выполнения работы из люльки дверные, оконные проемы, находящиеся под (над) местом установки люльки, должны быть закрыты.

Вход в здание, сооружение (арку) под местом установки люльки закрывается или над ним устраивается сплошной навес шириной не менее ширины входа с вылетом на расстоянии не менее 2 м от стены здания. Угол, образуемый между навесом и вышерасположенной стеной над входом, должен быть в пределах 70-75°.

При производстве работ в темное время суток подъемник, а также его рабочая зона должны быть освещены согласно строительным нормам Республики Беларусь СНБ 2.04.05-98 "Естественное и искусственное освещение", введенным в действие с 1 июля 1998 г. приказом Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 7 апреля 1998 г. N 142.

Работа подъемников должна быть прекращена при скорости ветра, превышающей допустимую, температуре ниже предусмотренной эксплуатационными документами, сильном дожде, тумане и снегопаде, когда видимость затруднена, а также в темное время суток - при отсутствии достаточного освещения.

## **5. Эксплуатация эскалаторов согласно «Правил»**

Правила обязательны для организаций независимо от их организационно-правовой формы и формы собственности и индивидуальных предпринимателей, являющихся владельцами эскалаторов и конвейеров пассажирских, а также других организаций, выполняющих отдельные виды работ и услуг (проектирование, конструирование, изготовление, монтаж, наладку, эксплуатацию, техническое обслуживание, ремонт, модернизацию, реконструкцию, техническое диагностирование, техническое освидетельствование, обучение персонала и



ответственных специалистов), связанных с эскалаторами и конвейерами пассажирскими, на территории Республики Беларусь.

Настоящие Правила устанавливают требования к проектированию (конструированию), изготовлению, монтажу, наладке, техническому обслуживанию, модернизации, реконструкции, ремонту, техническому освидетельствованию, техническому диагностированию, вводу в эксплуатацию, эксплуатации эскалаторов и конвейеров пассажирских, их узлов и механизмов, включая приборы и устройства безопасности, оборудование диспетчерского контроля.

Деятельность по эксплуатации эскалаторов, конвейеров пассажирских осуществляется организациями или иностранными юридическими лицами, имеющими соответствующее специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности.

Владелец эскалатора, конвейера пассажирского обязан обеспечить его безопасную эксплуатацию и исправное состояние.

В этих целях должны быть:

обеспечена эксплуатация эскалатора, конвейера пассажирского в соответствии с эксплуатационной документацией;

назначен квалифицированный обслуживающий персонал;

назначен специалист, ответственный за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского;

установлен порядок периодических осмотров, технического обслуживания и ремонта;

разработаны инструкции, регламентирующие объем и порядок работ, выполняемых при эксплуатации, обслуживании и ремонте (далее – инструкции) и инструкций по охране труда для профессий и (или) отдельных видов работ (услуг) для персонала (далее – инструкции по охране труда), обслуживающего эскалатор, конвейер пассажирский и системы диспетчерского контроля;

установлен порядок обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний, работающих по вопросам охраны труда, а также порядок обучения, проверки знаний инструкций у обслуживающего персонала и проверки знаний настоящих Правил у специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского;

разработаны должностная инструкция для специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечено наличие и ведение эксплуатационных документов, в том числе журнала осмотра эскалатора, конвейера пассажирского и журнала технического

обслуживания эскалатора, конвейера пассажирского согласно приложениям 5 и 6 к настоящим Правилам;

обеспечено наличие у специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, настоящих Правил, должностной инструкции, а у обслуживающего персонала – инструкций и инструкций по охране труда;

обеспечено выполнение специалистом, ответственным за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского требований настоящих Правил и должностной инструкции, обслуживающим персоналом – инструкций и инструкций по охране труда;

обеспечена подготовка и проведение технического диагностирования и технического освидетельствования эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечен вывод эскалатора, конвейера пассажирского из эксплуатации по истечении назначенного срока службы;

приняты меры по предотвращению проникновения посторонних лиц в места, предназначенные для размещения привода, электрооборудования, аппаратуры управления и телемеханики эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечено выполнение требований (предписаний) должностных лиц, выдаваемых ими в соответствии с полномочиями;

обеспечено приостановление эксплуатации эскалатора, конвейера пассажирского самостоятельно, по требованию (предписанию) Госпромнадзора и по иным законным основаниям, а также по требованию специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского в случае выявления непосредственной угрозы жизни и здоровью людей;

разработаны мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий, инцидентов и несчастных случаев на эскалаторе, конвейере пассажирском, оказано содействие Госпромнадзору, обеспечено участие в техническом расследовании причин аварий, несчастных случаев и инцидентов на эскалаторе, конвейере пассажирском, а также приняты меры по устранению причин аварий, несчастных случаев, инцидентов и их профилактике;

приняты меры по защите жизни и здоровья работников, связанных с эксплуатацией эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечено своевременное информирование соответствующих органов государственного управления об аварии, инциденте и несчастном случае на эскалаторе, конвейере пассажирском;

обеспечен учет аварий, инцидентов и несчастных случаев на эскалаторе, конвейере пассажирском;

обеспечено участие специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, и руководителей организации в проверках соблюдения требований безопасности;

обеспечено проведение специалистом, ответственным за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, проверок, установлены их объем и периодичность;

установлен порядок рассмотрения результатов проверок, устранения выявленных нарушений и принятия конкретных, действенных мер по их недопущению в дальнейшем;

установлен порядок хранения и учета выдачи ключей от помещений и шкафов, в которых находится оборудование эскалатора, конвейера пассажирского.

В тех случаях, когда владелец эскалатора, конвейера пассажирского не имеет возможности обеспечить его безопасную эксплуатацию и исправное состояние, проводить техническое обслуживание и ремонт силами своей организации, он может привлекать специализированную организацию, имеющую соответствующее специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности, или возлагать обязанности специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию, на специалистов других организаций, индивидуальных предпринимателей в соответствии с законодательством.

В этом случае в договорах между ними должны быть определены обязанности и права сторон по обеспечению безопасной эксплуатации эскалатора, конвейера пассажирского с учетом требований настоящих Правил.

За специалистом, ответственным за безопасную эксплуатацию, а также за обслуживающим персоналом должны быть закреплены определенные эскалаторы, конвейеры пассажирские.

Количество закрепленных эскалаторов, конвейеров пассажирских должно определяться с учетом квалификации, технического состояния оборудования, возможностей его качественного обслуживания, оперативного устранения неисправностей и реагирования на аварийные ситуации, а также иных условий эксплуатации.

Специалисты, ответственные за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского должны иметь высшее или среднее специальное образование технического профиля.

Сведения о назначении специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, а также их должность, фамилия, собственное имя, отчество (при наличии), номер удостоверения и подпись должны содержаться в паспорте (формуляре) эскалатора, конвейера пассажирского. Эти сведения должны заноситься в паспорт (формуляр) до регистрации эскалатора,

конвейера пассажирского в Госпромнадзоре, а также каждый раз после назначения другого специалиста.

На время отпуска, командировки, болезни или в других случаях отсутствия специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, выполнение их обязанностей возлагается приказом по организации на работника, заменяющего его и прошедшего проверку знаний.

Руководство организации должно создать условия для выполнения специалистами, ответственными за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского возложенных на них обязанностей.

Обязанности специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского устанавливаются должностной инструкцией, в которой должны быть предусмотрены обязанности по обеспечению исправного состояния и безопасной эксплуатации, в том числе:

контроль за эксплуатацией эскалатора, конвейера пассажирского в соответствии с эксплуатационной документацией и условиями эксплуатации, установленными изготовителем (температура, влажность окружающей среды и т.п.); за содержанием строительной части, распределительных пунктов (щитов), кабельных (проводных) линий и заземляющих устройств до водных устройств, наличием и достаточностью освещения, в соответствии с НПА, в том числе обязательными для соблюдения требованиями ТНПА;

за возможностью свободного доступа обслуживающего персонала к оборудованию эскалатора, конвейера пассажирского, наличием свободных подходов к машинным и блочным помещениям, в которых находится оборудование эскалатора, конвейера пассажирского, наличием электрического освещения;

контроль за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией эскалаторов, конвейеров пассажирских;

принятие мер по предупреждению работы с нарушениями правил безопасности;

проведение регулярных проверок технического состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских; обеспечение и контроль за соблюдением сроков и объема работ по обслуживанию и ремонту эскалаторов, конвейеров пассажирских, установленных эксплуатационной документацией;

своевременное устранение выявленных неисправностей, регулярных личных проверок технического состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских; своевременное и правильное ведение паспортов (формуляров), журналов и иной технической, эксплуатационной документации;

обеспечение и наличие у обслуживающего персонала исправного инструмента и приспособлений, средств индивидуальной защиты, предупредительных плакатов, инструкций и инструкций по охране труда;

составление графиков периодических осмотров и планово-предупредительных ремонтов эскалаторов, конвейеров пассажирских;

проведение осмотров и проверки исправного состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских с оформлением их результатов; подготовка и участие в проведении технического освидетельствования, технического диагностирования оборудования;

организация и участие в проведении не реже одного раза в год электрофизических измерений в соответствии с требованиями НПА, в том числе обязательными для соблюдения требованиями ТНПА;

контроль соблюдения, установленного настоящими Правилами порядка допуска обслуживающего персонала к управлению и обслуживанию эскалаторов, конвейеров пассажирских; участие в комиссиях по проверке знаний обслуживающего персонала инструкций и инструкций по охране труда;

проверка соответствия закрепления эскалаторов, конвейеров пассажирских квалификации и численности обслуживающего персонала; контроль наличия инструкций и инструкций по охране труда у обслуживающего персонала и выполнение их требований;

обеспечено проведение с обслуживающим персоналом необходимого обучения и инструктажей, в том числе первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, а также повторного, внепланового, целевого, если проведение его не возложено на другое лицо;

контроль устранения нарушений, выявленных органами государственного надзора; принятие мер по устранению выявленных неисправностей и нарушений, а при наличии угрозы для жизни и здоровья людей запрета эксплуатации эскалаторов, конвейеров пассажирских.

К управлению и обслуживанию эскалаторов, конвейеров пассажирских допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую выполняемой работе профессию, прошедшие медицинский осмотр для определения соответствия их физического состояния требованиям, предъявляемым к работникам этих профессий, прошедшие обучение, стажировку, инструктаж, проверку знаний по вопросам охраны труда в установленном порядке и имеющие удостоверения по охране труда и удостоверение на право обслуживания потенциально опасных объектов, выданное в соответствии с Инструкцией о порядке выдачи удостоверения на право обслуживания потенциально опасных объектов, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 4 марта 2013 г. № 13 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 26.03.2013, 8/27147). Указанные удостоверения во время выполнения работ обслуживающий персонал должен иметь при себе.

Для управления, проведения технического обслуживания и осмотра эскалатора, конвейера пассажирского, а также наблюдения за работой эскалаторов должен быть назначен обслуживающий персонал, прошедший соответствующее обучение и аттестацию, в том числе:

машинист эскалатора, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту эскалаторов, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту стационарного и тоннельного оборудования метрополитена, вулканизаторщик, дежурный по подъемно-транспортным средствам.

За машинистом эскалатора, слесарем-электриком по обслуживанию и ремонту эскалаторов, дежурным по подъемно-транспортным средствам, контролером автоматических пропускных пунктов, дежурным по станции (поста централизации) метрополитена и лицами, занятыми управлением и наблюдением за их работой (далее – обслуживающий персонал), должны быть закреплены определенные эскалаторы, конвейеры пассажирские. Количество эскалаторов, конвейеров пассажирских, закрепленных за обслуживающим персоналом, определяется с учетом его квалификации, характеристик и технического состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских, размещения их относительно друг друга, возможности оперативного устранения неисправностей и реагирования при аварийных ситуациях.

Допуск к работе обслуживающего персонала должен оформляться приказом (распоряжением) по организации, в штате которой он числится.

Для обслуживающего персонала должны быть разработаны инструкции и инструкции по охране труда, которые работники изучают и получают под роспись.

Инструкции по охране труда разрабатываются в соответствии с требованиями Инструкции о порядке принятия локальных нормативных правовых актов по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг), утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 176 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2009 г., № 29, 8/20258).

Инструкции должны быть разработаны в соответствии с требованиями руководств по эксплуатации изготовителя эскалатора, конвейера пассажирского и должны содержать детальные указания о порядке и объеме выполняемых работ, порядок действий в опасных, аварийных случаях.

Инструкции и инструкции по охране труда должны находиться в месте, определяемом руководителем структурного подразделения с учетом обеспечения доступности и удобства пользования ими работающими, либо вывешиваются на рабочих местах и участках. В случаях, когда доступ работающих к инструкциям и инструкциям по охране труда затруднен (выполнение работ (услуг) вне территории организации и других подобных случаях), инструкции по охране труда выдаются работающим под роспись в журнале учета выдачи инструкций по охране труда,

инструкции выдаются работающим под роспись в журнале учета выдачи инструкций.

Обслуживающий персонал эскалатора, конвейера пассажирского обязан:

знать основные технические характеристики и устройство эскалатора, конвейера пассажирского, которые он обслуживает, требования инструкций и инструкций по охране труда;

исполнять обязанности согласно инструкциям и инструкциям по охране труда, обеспечивая как безопасность пользователей, обслуживающего персонала, так и свою личную безопасность;

фиксировать результаты ежедневных проверок и все неисправности эскалатора, конвейера пассажирского в эксплуатационной документации или журналах ежесменного осмотра. Журналы должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью организации, осуществляющей техническое обслуживание;

контролировать работу эскалатора, конвейера пассажирского на протяжении всего времени его работы;

в случае возникновения в этот период повреждений или неисправностей, которые могут привести к возникновению опасной ситуации для пассажиров и пользователей, прекращать работу эскалатора, конвейера пассажирского;

не допускать к управлению эскалатора, конвейера пассажирского и контролю над его работой посторонних лиц;

осуществлять контроль за соблюдением пользователями правил пользования.

Машинист эскалатора, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту эскалаторов обязан производить техническое обслуживание и ремонт закрепленных за ним эскалаторов, конвейеров пассажирских, а также устранять неисправности, выявленные в процессе эксплуатации, при осмотрах, техническом обслуживании или техническом освидетельствовании.

Результаты технического обслуживания эскалаторов, конвейеров пассажирских машинист эскалатора, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту эскалаторов должен заносить в журнал технического обслуживания эскалатора, конвейера пассажирского (журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью организации, осуществляющей техническое обслуживание или владельца).

В случае выполнения обязанностей, другого обслуживающего персонала также выполнять требования их инструкций и инструкций по охране труда.

На подходах к эскалатору, конвейеру пассажирскому в доступном для пассажиров видимом месте должны вывешиваться правила пользования

эскалатором, конвейером пассажирским или правила пользования объектом, включающие правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским.

Эскалатор, конвейер пассажирский должны иметь предупреждающие знаки.

Правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским должны содержать сведения о порядке пользования эскалатором, конвейером пассажирским. В правилах пользования эскалатором, конвейером пассажирским должны быть предусмотрены запрет проезда детей дошкольного возраста без сопровождения взрослых и пассажиров, в роликовых коньках и без обуви, порядок перевозки грудных детей в детских колясках и санках, а также порядок перевозки домашних животных.

Правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским составляются на основании требований, изложенных изготовителем в эксплуатационной документации, а также дополнительных требований безопасности, предъявляемых его владельцем.

Дополнительные требования безопасности, разработанные владельцем, не должны противоречить требованиям изготовителя и настоящим Правилам.

Дополнительные указания безопасности (текстовые предупреждения, знаки, сигналы, символы) при необходимости могут быть нанесены непосредственно на балюстраде эскалатора, конвейера пассажирского. Они должны быть хорошо заметными, понятными и легко читаться пользователями.

Паспорт (формуляр) и техническая документация эскалатора, конвейера пассажирского должны передаваться в распоряжение службы (организации), осуществляющей техническое обслуживание, а в случае необходимости – в распоряжение других лиц или организаций.

Необходимость оснащения эскалатора, конвейера пассажирского системами диспетчерского контроля и телемеханики определяется эксплуатирующей организацией.

В качестве оборудования диспетчерского контроля за работой эскалаторов, конвейеров пассажирских, подъемников могут применяться как многофункциональные диспетчерские комплексы, так и специализированные диспетчерские пульта, разрешенные к применению в установленном порядке.

Оборудование диспетчерского контроля за работой эскалатора, конвейера пассажирского должно содержать устройство для дистанционного отключения эскалатора, конвейера пассажирского с диспетчерского пункта.

Диспетчерский контроль за работой эскалатора, конвейера пассажирского также должен обеспечивать:



хорошую видимость пассажиров эскалаторов, конвейеров пассажирских, находящихся на полотне эскалатора, конвейера пассажирского и в зоне посадки-высадки;

громкоговорящую связь, двустороннюю переговорную связь между диспетчерским пунктом и переговорным устройством эскалатора, конвейера пассажирского, а также звуковую и (или) световую сигнализацию о вызове оператора на связь;

звуковую и световую сигнализацию об открытии дверей машинного помещения эскалатора, конвейера пассажирского;

звуковую и световую сигнализацию о срабатывании цепи безопасности эскалатора, конвейера пассажирского;

идентификацию поступающей сигнализации (с какого эскалатора, конвейера пассажирского и какой сигнал).

Диспетчерским контролем может быть предусмотрена дополнительная сигнализация о состоянии эскалатора, конвейера пассажирского.

Решение об установке щитов для размещения рекламной информации, декоративных элементов, ламп освещения и т.п. (далее – элементы оформления) на балюстраде эскалатора, конвейера пассажирского и в непосредственной его близости принимается его владельцем.

В целях предотвращения повреждения оборудования (кабелей, шлейфов и другого) эскалатора, конвейера пассажирского, нарушения целостности балюстрады, а также обеспечения необходимых зазоров и расстояний, способ и место крепления элементов оформления должны быть согласованы с организацией, имеющей специальное разрешение (лицензию) Госпромнадзора в области промышленной безопасности на право проектирования (конструирования) эскалаторов, конвейеров пассажирских.

## **Глава 7.2 Правила устройства и безопасной эксплуатации подъёмников и эскалаторов**

70. Деятельность по эксплуатации эскалаторов, конвейеров пассажирских осуществляется организациями или иностранными юридическими лицами, имеющими соответствующее специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности.

71. Владелец эскалатора, конвейера пассажирского обязан обеспечить его безопасную эксплуатацию и исправное состояние.

В этих целях должны быть:

обеспечена эксплуатация эскалатора, конвейера пассажирского в соответствии с эксплуатационной документацией;

назначен квалифицированный обслуживающий персонал;

назначен специалист, ответственный за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского;

установлен порядок периодических осмотров, технического обслуживания и ремонта;

разработаны инструкции, регламентирующие объем и порядок работ, выполняемых при эксплуатации, обслуживании и ремонте (далее – инструкции) и инструкций по охране труда для профессий и (или) отдельных видов работ (услуг) для персонала (далее – инструкции по охране труда), обслуживающего эскалатор, конвейер пассажирский и системы диспетчерского контроля;

установлен порядок обучения, стажировки, инструктажа и проверки знаний работающих по вопросам охраны труда, а также порядок обучения, проверки знаний инструкций у обслуживающего персонала и проверки знаний настоящих Правил у специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского;

разработаны должностная инструкция для специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечено наличие и ведение эксплуатационных документов, в том числе журнала осмотра эскалатора, конвейера пассажирского и журнала технического обслуживания эскалатора, конвейера пассажирского согласно приложениям 5 и 6 к настоящим Правилам;

обеспечено наличие у специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, настоящих Правил, должностной инструкции, а у обслуживающего персонала – инструкций и инструкций по охране труда;

обеспечено выполнение специалистом, ответственным за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского требований настоящих Правил и должностной инструкции, обслуживающим персоналом – инструкций и инструкций по охране труда;

обеспечена подготовка и проведение технического диагностирования и технического освидетельствования эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечен вывод эскалатора, конвейера пассажирского из эксплуатации по истечении назначенного срока службы;

приняты меры по предотвращению проникновения посторонних лиц в места, предназначенные для размещения привода, электрооборудования, аппаратуры управления и телемеханики эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечено выполнение требований (предписаний) должностных лиц, выдаваемых ими в соответствии с полномочиями;

обеспечено приостановление эксплуатации эскалатора, конвейера пассажирского самостоятельно, по требованию (предписанию) Госпромнадзора и по иным законным основаниям, а также по требованию специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского в случае выявления непосредственной угрозы жизни и здоровью людей;

разработаны мероприятия по локализации и ликвидации последствий аварий, инцидентов и несчастных случаев на эскалаторе, конвейере пассажирском, оказано содействие Госпромнадзору, обеспечено участие в техническом расследовании причин аварий, несчастных случаев и инцидентов на эскалаторе, конвейере пассажирском, а также приняты меры по устранению причин аварий, несчастных случаев, инцидентов и их профилактике;

приняты меры по защите жизни и здоровья работников, связанных с эксплуатацией эскалатора, конвейера пассажирского;

обеспечено своевременное информирование соответствующих органов государственного управления об аварии, инциденте и несчастном случае на эскалаторе, конвейере пассажирском;

обеспечен учет аварий, инцидентов и несчастных случаев на эскалаторе, конвейере пассажирском;

обеспечено участие специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, и руководителей организации в проверках соблюдения требований безопасности;

обеспечено проведение специалистом, ответственным за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, проверок, установлены их объем и периодичность;

установлен порядок рассмотрения результатов проверок, устранения выявленных нарушений и принятия конкретных, действенных мер по их недопущению в дальнейшем;

установлен порядок хранения и учета выдачи ключей от помещений и шкафов, в которых находится оборудование эскалатора, конвейера пассажирского.

В тех случаях, когда владелец эскалатора, конвейера пассажирского не имеет возможности обеспечить его безопасную эксплуатацию и исправное состояние, проводить техническое обслуживание и ремонт силами своей организации, он может привлекать специализированную организацию, имеющую соответствующее специальное разрешение (лицензию) на право осуществления деятельности в области промышленной безопасности, или возлагать обязанности специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию, на специалистов других организаций, индивидуальных предпринимателей в соответствии с законодательством.

В этом случае в договорах между ними должны быть определены обязанности и права сторон по обеспечению безопасной эксплуатации эскалатора, конвейера пассажирского с учетом требований настоящих Правил.

За специалистом, ответственным за безопасную эксплуатацию, а также за обслуживающим персоналом должны быть закреплены определенные эскалаторы, конвейеры пассажирские.

Количество закрепленных эскалаторов, конвейеров пассажирских должно определяться с учетом квалификации, технического состояния оборудования, возможностей его качественного обслуживания, оперативного устранения неисправностей и реагирования на аварийные ситуации, а также иных условий эксплуатации.

Специалисты, ответственные за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского должны иметь высшее или среднее специальное образование технического профиля.

Сведения о назначении специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, а также их должность, фамилия, собственное имя, отчество (при наличии), номер удостоверения и подпись должны содержаться в паспорте (формуляре) эскалатора, конвейера пассажирского. Эти сведения должны заноситься в паспорт (формуляр) до регистрации эскалатора, конвейера пассажирского в Госпромнадзоре, а также каждый раз после назначения другого специалиста.

На время отпуска, командировки, болезни или в других случаях отсутствия специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского, выполнение их обязанностей возлагается приказом по организации на работника, заменяющего его и прошедшего проверку знаний.

Руководство организации должно создать условия для выполнения специалистами, ответственными за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского возложенных на них обязанностей.

Обязанности специалиста, ответственного за безопасную эксплуатацию эскалатора, конвейера пассажирского устанавливаются должностной инструкцией, в которой должны быть предусмотрены обязанности по обеспечению исправного состояния и безопасной эксплуатации, в том числе:

контроль за эксплуатацией эскалатора, конвейера пассажирского в соответствии с эксплуатационной документацией и условиями эксплуатации, установленными изготовителем (температура, влажность окружающей среды и т.п.); за содержанием строительной части, распределительных пунктов (щитов), кабельных (проводных) линий и заземляющих устройств до водных устройств, наличием и достаточностью освещения, в соответствии с НПА, в том числе обязательными для соблюдения требованиями ТНПА;

за возможностью свободного доступа обслуживающего персонала к оборудованию эскалатора, конвейера пассажирского, наличием свободных подходов к машинным и блочным помещениям, в которых находится оборудование эскалатора, конвейера пассажирского, наличием электрического освещения;

контроль за техническим состоянием и безопасной эксплуатацией эскалаторов, конвейеров пассажирских;

принятие мер по предупреждению работы с нарушениями правил безопасности;

проведение регулярных проверок технического состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских;

обеспечение и контроль за соблюдением сроков и объема работ по обслуживанию и ремонту эскалаторов, конвейеров пассажирских, установленных эксплуатационной документацией;

своевременное устранение выявленных неисправностей, регулярных личных проверок технического состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских; своевременное и правильное ведение паспортов (формуляров), журналов и иной технической, эксплуатационной документации;

обеспечение и наличие у обслуживающего персонала исправного инструмента и приспособлений, средств индивидуальной защиты, предупредительных плакатов, инструкций и инструкций по охране труда;

составление графиков периодических осмотров и планово-предупредительных ремонтов эскалаторов, конвейеров пассажирских;

проведение осмотров и проверки исправного состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских с оформлением их результатов; подготовка и участие в проведении технического освидетельствования, технического диагностирования оборудования;

организация и участие в проведении не реже одного раза в год электрофизических измерений в соответствии с требованиями НПА, в том числе обязательными для соблюдения требованиями ТНПА;

контроль соблюдения установленного настоящими Правилами порядка допуска обслуживающего персонала к управлению и обслуживанию эскалаторов, конвейеров пассажирских;

участие в комиссиях по проверке знаний обслуживающего персонала инструкций и инструкций по охране труда;

проверка соответствия закрепления эскалаторов, конвейеров пассажирских квалификации и численности обслуживающего персонала; контроль наличия инструкций и инструкций по охране труда у обслуживающего персонала и выполнение их требований;

обеспечено проведение с обслуживающим персоналом необходимого обучения и инструктажей, в том числе первичного инструктажа по охране труда на рабочем месте, а также повторного, внепланового, целевого, если проведение его не возложено на другое лицо;

контроль устранения нарушений, выявленных органами государственного надзора;

принятие мер по устранению выявленных неисправностей и нарушений, а при наличии угрозы для жизни и здоровья людей запрета эксплуатации эскалаторов, конвейеров пассажирских.

К управлению и обслуживанию эскалаторов, конвейеров пассажирских допускаются лица не моложе 18 лет, имеющие соответствующую выполняемой работе профессию, прошедшие медицинский осмотр для определения соответствия их физического состояния требованиям, предъявляемым к работникам этих профессий, прошедшие обучение, стажировку, инструктаж, проверку знаний по вопросам охраны труда в установленном порядке и имеющие удостоверения по охране труда и удостоверение на право обслуживания потенциально опасных объектов, выданное в соответствии с Инструкцией о порядке выдачи удостоверения на право обслуживания потенциально опасных объектов, утвержденной постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 4 марта 2013 г. № 13 (Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь, 26.03.2013, 8/27147). Указанные удостоверения во время выполнения работ обслуживающий персонал должен иметь при себе.

Для управления, проведения технического обслуживания и осмотра эскалатора, конвейера пассажирского, а также наблюдения за работой эскалаторов должен быть назначен обслуживающий персонал, прошедший соответствующее обучение и аттестацию, в том числе: машинист эскалатора, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту эскалаторов, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту станционного и тоннельного оборудования метрополитена, вулканизаторщик, дежурный по подъемно-транспортным средствам.

За машинистом эскалатора, слесарем-электриком по обслуживанию и ремонту эскалаторов, дежурным по подъемно-транспортным средствам, контролером автоматических пропускных пунктов, дежурным по станции (поста централизации) метрополитена и лицами, занятыми управлением и наблюдением за их работой (далее – обслуживающий персонал), должны быть закреплены определенные эскалаторы, конвейеры пассажирские. Количество эскалаторов, конвейеров пассажирских, закрепленных за обслуживающим персоналом, определяется с учетом его квалификации, характеристик и технического состояния эскалаторов, конвейеров пассажирских, размещения их относительно друг друга, возможности оперативного устранения неисправностей и реагирования при аварийных ситуациях. Допуск к работе обслуживающего персонала должен оформляться приказом (распоряжением) по организации, в штате которой он числится.

Для обслуживающего персонала должны быть разработаны инструкции и инструкции по охране труда, которые работники изучают и получают под роспись.

Инструкции по охране труда разрабатываются в соответствии с требованиями

Инструкции о порядке принятия локальных нормативных правовых актов по охране труда для профессий и отдельных видов работ (услуг), утвержденной постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 28 ноября 2008 г. № 176 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2009 г., № 29, 8/20258).

Инструкции должны быть разработаны в соответствии с требованиями руководств по эксплуатации изготовителя эскалатора, конвейера пассажирского и должны содержать детальные указания о порядке и объеме выполняемых работ, порядок действий в опасных, аварийных случаях.

Инструкции и инструкции по охране труда должны находиться в месте, определяемом руководителем структурного подразделения с учетом обеспечения доступности и удобства пользования ими работающими, либо вывешиваются на рабочих местах и участках. В случаях, когда доступ работающих к инструкциям и инструкциям по охране труда затруднен (выполнение работ (услуг) вне территории организации и других подобных случаях), инструкции по охране труда выдаются работающим под роспись в журнале учета выдачи инструкций по охране труда, инструкции выдаются работающим под роспись в журнале учета выдачи инструкций.

Обслуживающий персонал эскалатора, конвейера пассажирского обязан:

знать основные технические характеристики и устройство эскалатора, конвейера пассажирского, которые он обслуживает, требования инструкций и инструкций по охране труда;

исполнять обязанности согласно инструкциям и инструкциям по охране труда, обеспечивая как безопасность пользователей, обслуживающего персонала, так и свою личную безопасность;

фиксировать результаты ежедневных проверок и все неисправности эскалатора, конвейера пассажирского в эксплуатационной документации или журналах ежесменного осмотра. Журналы должны быть пронумерованы, прошнурованы и скреплены печатью организации, осуществляющей техническое обслуживание;

контролировать работу эскалатора, конвейера пассажирского на протяжении всего времени его работы;

в случае возникновения в этот период повреждений или неисправностей, которые могут привести к возникновению опасной ситуации для пассажиров и пользователей, прекращать работу эскалатора, конвейера пассажирского;

не допускать к управлению эскалатора, конвейера пассажирского и контролю над его работой посторонних лиц;

осуществлять контроль за соблюдением пользователями правил пользования.

Машинист эскалатора, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту эскалаторов обязан производить техническое обслуживание и ремонт закрепленных за ним эскалаторов, конвейеров пассажирских, а также устранять неисправности, выявленные в процессе эксплуатации, при осмотрах, техническом обслуживании или техническом освидетельствовании.

Результаты технического обслуживания эскалаторов, конвейеров пассажирских машинист эскалатора, слесарь-электрик по обслуживанию и ремонту эскалаторов должен заносить в журнал технического обслуживания эскалатора, конвейера пассажирского (журнал должен быть пронумерован, прошнурован и скреплен печатью организации, осуществляющей техническое обслуживание или владельца).

В случае выполнения обязанностей, другого обслуживающего персонала также выполнять требования их инструкций и инструкций по охране труда.

На подходах к эскалатору, конвейеру пассажирскому в доступном для пассажиров видимом месте должны вывешиваться правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским или правила пользования объектом, включающие правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским.

Эскалатор, конвейер пассажирский должны иметь предупреждающие знаки.

Правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским должны содержать сведения о порядке пользования эскалатором, конвейером пассажирским. В правилах пользования эскалатором, конвейером пассажирским должны быть предусмотрены запрет проезда детей дошкольного возраста без сопровождения взрослых и пассажиров, в роликовых коньках и без обуви, порядок перевозки грудных детей в детских колясках и санках, а также порядок перевозки домашних животных.

Правила пользования эскалатором, конвейером пассажирским составляются на основании требований, изложенных изготовителем в эксплуатационной документации, а также дополнительных требований безопасности, предъявляемых его владельцем.

Дополнительные требования безопасности, разработанные владельцем, не должны противоречить требованиям изготовителя и настоящим Правилам.

Дополнительные указания безопасности (текстовые предупреждения, знаки, сигналы, символы) при необходимости могут быть нанесены непосредственно на балюстраде эскалатора, конвейера пассажирского. Они должны быть хорошо заметными, понятными и легко читаться пользователями.



Паспорт (формуляр) и техническая документация эскалатора, конвейера пассажирского должны передаваться в распоряжение службы (организации) осуществляющей техническое обслуживание, а в случае необходимости – в распоряжение других лиц или организаций.

Необходимость оснащения эскалатора, конвейера пассажирского системами диспетчерского контроля и телемеханики определяется эксплуатирующей организацией.

В качестве оборудования диспетчерского контроля за работой эскалаторов, конвейеров пассажирских, подъемников могут применяться как многофункциональные диспетчерские комплексы, так и специализированные диспетчерские пульта, разрешенные к применению в установленном порядке.

Оборудование диспетчерского контроля за работой эскалатора, конвейера пассажирского должно содержать устройство для дистанционного отключения эскалатора, конвейера пассажирского с диспетчерского пункта.

Диспетчерский контроль за работой эскалатора, конвейера пассажирского также должен обеспечивать:

хорошую видимость пассажиров эскалаторов, конвейеров пассажирских, находящихся на полотне эскалатора, конвейера пассажирского и в зоне посадки-высадки;

громкоговорящую связь, двустороннюю переговорную связь между диспетчерским пунктом и переговорным устройством эскалатора, конвейера пассажирского, а также звуковую и (или) световую сигнализацию о вызове оператора на связь;

звуковую и световую сигнализацию об открытии дверей машинного помещения эскалатора, конвейера пассажирского;

звуковую и световую сигнализацию о срабатывании цепи безопасности эскалатора, конвейера пассажирского;

идентификацию поступающей сигнализации (с какого эскалатора, конвейера пассажирского и какой сигнал).

Диспетчерским контролем может быть предусмотрена дополнительная сигнализация о состоянии эскалатора, конвейера пассажирского.

Решение об установке щитов для размещения рекламной информации, декоративных элементов, ламп освещения и т.п. (далее – элементы оформления) на балюстраде эскалатора, конвейера пассажирского и в непосредственной его близости принимается его владельцем.

В целях предотвращения повреждения оборудования (кабелей, шлейфов и другого) эскалатора, конвейера пассажирского, нарушения целостности балюстрады, а также обеспечения необходимых зазоров и расстояний, способ и

место крепления элементов оформления должны быть согласованы с организацией, имеющей специальное разрешение (лицензию) Госпромнадзора в области промышленной безопасности на право проектирования (конструирования) эскалаторов, конвейеров пассажирских.

### **Глава 7.3 Межотраслевые правила по охране труда и эксплуатации строительных подъемников**

Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации строительных подъемников (далее - Правила) устанавливают государственные нормативные требования охраны труда (далее - требования охраны труда) при эксплуатации строительных подъемников (далее - подъемники), используемых при возведении, реконструкции и ремонте зданий и сооружений.

Требования охраны труда, содержащиеся в настоящих Правилах, являются обязательными для исполнения всеми юридическими лицами и занимающимися предпринимательской деятельностью физическими лицами (далее - индивидуальные предприниматели) - владельцами подъемников и (или) эксплуатирующими подъемники, а также при проектировании, изготовлении, модернизации, ремонте подъемников.

Руководители организаций и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие подъемники, помимо требований настоящих Правил должны принимать меры по обеспечению безопасной эксплуатации подъемников с учетом их конструкции и местных условий установки подъемников.

Настоящие Правила распространяются на следующие подъемники:

мачтовые грузовые строительные и шахтные грузовые строительные (далее - грузовые подъемники);

подвесные люльки с электрическим приводом (далее - люльки).

Настоящие Правила не распространяются на:

грузо-пассажирские подъемники;

подъемники, устанавливаемые на грузоподъемных машинах и на самоходных транспортных средствах;

средства подмащивания (леса, подмости, площадки);

подъемники (вышки) самоходные, прицепные и пневмоколесные;

подъемники пожарные;

подъемники специального назначения, устанавливаемые в шахтах горнодобывающей промышленности и на плавучих сооружениях;

подъемники с гидравлическим и винтовым механизмами подъема;  
лифты.

Юридические лица и индивидуальные предприниматели - владельцы подъемников, а также юридические лица и индивидуальные предприниматели, эксплуатирующие подъемники, должны организовать содержание их в технически исправном состоянии и безопасные условия труда при выполнении работ с применением подъемников.

В этих целях приказом руководителя организации из числа специалистов, имеющих соответствующую квалификацию, назначаются:

лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников;

лицо, ответственное за содержание подъемников в исправном состоянии;

лица, ответственные за безопасное производство работ подъемниками.

Руководитель организации обеспечивает:

проверку знаний настоящих Правил у лиц, указанных в части второй пункта 6 настоящих Правил, машинистов средств малой механизации, управляющих грузовыми подъемниками (далее - машинисты), работников, выполняющих монтаж и демонтаж подъемников и их обслуживание, погрузочно-разгрузочные работы с применением грузовых подъемников, работы из люльки;

разработку и принятие в установленном порядке инструкций по охране труда, проектов производства работ, технологических карт и других документов, необходимых для безопасной эксплуатации подъемников;

выполнение ответственными лицами и другими работниками требований настоящих Правил, других нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда, соблюдение которых входит в их должностные (квалификационные) обязанности.

Руководители, специалисты и другие работники организаций, индивидуальные предприниматели, занятые проектированием, изготовлением, монтажом и демонтажем, эксплуатацией подъемников, проходят проверку знаний настоящих Правил, других нормативных правовых актов, технических нормативных правовых актов, содержащих требования охраны труда в объеме выполняемой ими работы, в порядке, установленном Правилами обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда, утвержденными постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 30 декабря 2003 г. N 164 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2004 г., N 22, 8/10510) (далее - Правила обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда).

Лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников:

осуществляет надзор за техническим состоянием и безопасным использованием подъемников, соблюдением требований настоящих Правил при выполнении работ подъемниками;

проводит техническое освидетельствование подъемников и выдает разрешение на их работу;

присваивает подъемникам регистрационные (инвентарные) номера и под этими номерами регистрирует их в специальном журнале (журнале учета грузоподъемных машин);

участвует в работе комиссии для проверки знаний по вопросам охраны труда работников, указанных в пункте 7 настоящих Правил;

проверяет соблюдение порядка допуска к работе машинистов, работников, выполняющих работы из люльки, других работников, занятых на работах с применением подъемников;

контролирует соблюдение требований инструкций по охране труда работниками, обслуживающими подъемники (далее - обслуживающий персонал), машинистами, работниками, выполняющими работы из люльки; должностных инструкций лицами, ответственными за содержание подъемников в исправном состоянии, и лицами, ответственными за безопасное производство работ подъемниками;

контролирует в части реализации положений настоящих Правил выполнение предписаний государственных инспекторов труда; выполнение и своевременность рассмотрения представлений представителей профсоюза в соответствии с Порядком осуществления профсоюзами общественного контроля за соблюдением законодательства Республики Беларусь о труде, утвержденным постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 23 октября 2000 г. N 1630 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., N 103, 5/4377); а также выполнение графиков технического обслуживания и ремонта подъемников.

В случае обнаружения неисправностей подъемника, а также других нарушений настоящих Правил лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников приостанавливает работу подъемника и принимает меры по устранению выявленных нарушений и (или) неисправностей.

Лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников не допускает эксплуатацию подъемников при:

выявлении неисправностей и дефектов тормозов, механизмов подъема, устройств безопасности, канатов (в том числе их неправильном креплении), а также несоответствии электрической схемы подъемника эксплуатационным документам организаций-изготовителей (далее - эксплуатационные документы);

наличии трещин и остаточных деформаций в несущих металлоконструкциях;

выявлении неисправностей рельсового пути (при его наличии);

истечении срока полного технического освидетельствования и (или) нормативного срока службы подъемника;

отсутствии паспорта подъемника;

допуске к работам с применением подъемников (управление подъемниками, монтаж и демонтаж подъемников, погрузочно-разгрузочные работы, работы из люльки и другие работы) работников, не прошедших проверку знаний в объеме их квалификационных обязанностей по вопросам охраны труда;

невыполнении выданных им предписаний или предписаний государственных инспекторов труда и представлений технических инспекторов труда профсоюза в части реализации положений настоящих Правил;

необеспечении условий для безопасного производства работ с применением подъемников.

При необходимости в организации может быть создана группа лиц по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников или одно лицо, находящееся в штате одной организации, могут по договорам осуществлять надзор в других организациях.

Если в организации не назначено лицо по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников, его обязанности в объеме требований настоящих Правил выполняет руководитель организации.

Лицо, ответственное за содержание подъемников в исправном состоянии, обеспечивает:

содержание в исправном состоянии подъемников, наземных рельсовых путей при их наличии (если содержание последних не возложено на другие службы);

проведение технического обслуживания и ремонта подъемников в сроки, предусмотренные эксплуатационными документами, своевременное устранение выявленных неисправностей;

машинистов вахтенными журналами согласно приложению 1 к настоящим Правилам;

работников, выполняющих работы из люльки, вахтенными журналами согласно приложению 2 к настоящим Правилам;

систематический контроль за правильным ведением вахтенного журнала;

выполнение работниками, обслуживающими подъемники, требований инструкций по охране труда, других нормативных правовых актов, технических

нормативных правовых актов, локальных нормативных правовых актов, соблюдение которых входит в их квалификационные обязанности;

своевременную подготовку к техническому освидетельствованию подъемников;

вывод в ремонт подъемников согласно графику;

сохранность и ведение паспортов, технической документации на подъемники;

выполнение предписаний лица по надзору за безопасной эксплуатацией подъемников, государственных инспекторов труда и представителей технических инспекторов труда профсоюза, рассмотрение представлений общественных инспекторов по охране труда в части реализации положений настоящих Правил.

На строительной площадке или другом участке работ с применением подъемников из числа мастеров, производителей работ (прорабов), начальников участков назначаются лица, ответственные за безопасное производство работ подъемниками.

Лицо, ответственное за безопасное производство работ подъемниками:

указывает место установки подъемника, обеспечивает надлежащее освещение рабочей зоны подъемника, а также оборудование опасной зоны подъемника знаками безопасности и предупредительными надписями;

определяет работников для загрузки и разгрузки грузовых подъемников на объекте;

проводит целевой инструктаж по охране труда перед допуском работников к выполнению работ из люльки, погрузочно-разгрузочных работ с применением грузовых подъемников или монтажу и демонтажу подъемников;

не допускает к выполнению работ с применением подъемников работников, не прошедших обучение безопасным методам и приемам работы, инструктаж, стажировку, проверку знаний по вопросам охраны труда;

контролирует применение работниками необходимых средств индивидуальной защиты.

В тех случаях, когда владелец подъемника не имеет возможности назначить ответственных лиц из числа специалистов, предусмотренных настоящими Правилами, допускается возлагать их обязанности на аттестованных работников другой организации по заключенному с этой организацией договору.

Обучение безопасным методам и приемам работы, проведение инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда лиц, указанных в пункте 7 настоящих Правил, осуществляется в соответствии с Правилами обучения безопасным методам и приемам работы, проведения инструктажа и проверки знаний по вопросам охраны труда.

Проверка знаний по вопросам охраны труда лиц, указанных в части второй пункта 6 настоящих Правил, проводится с обязательным участием государственного инспектора труда.

К монтажу и демонтажу подъемников допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными по результатам медицинского освидетельствования, прошедшие в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам работы, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

К выполнению погрузочно-разгрузочных работ с применением грузовых подъемников допускаются лица не моложе 18 лет, прошедшие в установленном порядке обучение, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

К управлению грузовыми подъемниками допускаются лица не моложе 18 лет, признанные годными по результатам медицинского освидетельствования, прошедшие в установленном порядке подготовку по профессии машинист средств малой механизации и получившие свидетельство установленного образца о присвоении квалификационного разряда по профессии рабочих, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

В свидетельстве машиниста указывается тип грузового подъемника, к управлению которым он допущен.

К работе из люльки допускаются работники не моложе 18 лет, имеющие соответствующую квалификацию по профессии, признанные годными по результатам медицинского освидетельствования, прошедшие в установленном порядке обучение безопасным методам и приемам работы, инструктаж, стажировку и проверку знаний по вопросам охраны труда.

При выполнении работ из люльки двумя и более работниками один из них назначается старшим, о чем лицо, ответственное за безопасное производство работ, делает запись в вахтенном журнале.

Машинисты и работники, выполняющие работы из люльки, должны иметь группу по электробезопасности не ниже второй.

Допуск к самостоятельной работе машинистов, обслуживающего персонала, работников, выполняющих погрузочно-разгрузочные работы, работы из люльки и другие работы с применением подъемников, оформляется приказом (распоряжением) либо записью в журнале регистрации инструктажа по охране труда.

Машинисты, работники, выполняющие монтаж и демонтаж подъемников, работы из люльки, обслуживание подъемников, погрузочно-разгрузочные работы, проходят обязательные медицинские осмотры в соответствии с Порядком проведения обязательных медицинских осмотров работников, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 августа

2000 г. N 33 (Национальный реестр правовых актов Республики Беларусь, 2000 г., N 87, 8/3914).



## **II ПРАКТИЧЕСКИЙ РАЗДЕЛ**

### **2.1 Темы практических занятий**

1. Выбор каната для лифтового хозяйства
2. Выбор подъёмного механизма лифта
3. Расчёт точности остановки кабины лифта
4. Основные виды технического освидетельствования
5. Основные виды диагностирования лифтового хозяйства и методы их испытания.

### **2.2 Темы лабораторных занятий**

1. Изучение устройства лифта, взаимодействия элементов.
2. Расчёт каркаса кабины лифта.
3. Расчёт направляющих башмаков лифта.
4. Испытание лифтовых тормозов.
5. Определение контактного давления и коэффициента трения в ручьях шкива.
6. Изучение тяговых и компенсирующих канатов пассажирского лифта.
7. Расчёт мощности двигателя лифта методом эквивалентного момента.
8. Изучение конструкции скиповых лебёдок.
9. Изучение конструкции и расчёта скипового подъёмника.
10. Изучение автоматических выключателей.
11. Изучение электромагнитных контакторов.
12. Изучение назначения, устройства и основных параметров эскалаторов.

### **2.3 Темы курсовых проектов (работ)**

1. Спроектировать привод механизма подъёма лифта.
2. Спроектировать привод открытия и закрытия дверей кабины лифта.
3. Спроектировать привод открытия и закрытия дверей шахты лифта.
4. Спроектировать машинное отделение, для пассажирского лифта.
5. Спроектировать машинное отделение, для грузового лифта.

6. Спроектировать ловители, ограничители скорости для пассажирского лифта.
7. Спроектировать ловители, ограничители скорости для грузового лифта.
8. Спроектировать буфера и упоры, для пассажирского лифта.
9. Спроектировать буфера и упоры для грузового лифта.

# Лабораторная работа №1

## ИЗУЧЕНИЕ УСТРОЙСТВА ЛИФТА, ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ЭЛЕМЕНТОВ

*Целью работы:* изучить назначение, устройство, основные характеристики электрических и гидравлических лифтов.

*Оборудование:* плакаты устройства лифтов.

*Задание:*

1. Изучить назначение и классификацию лифта.
2. Изучить устройство электрических и гидравлических лифтов.
3. Изучить основные характеристики лифтов.
4. Изучить кинематические схемы лифтов с канатоведущим шкивом.
5. Изучить кинематические схемы гидравлических лифтов.

### 1.1 Общие сведения

*Лифт* представляет собой подъемное оборудование, обслуживающее два или более этажей, включающее кабину для транспортировки пассажиров и/или других грузов, которая движется между жесткими направляющими рельсами, расположенным вертикально или с отклонением от вертикали не более чем на  $15^\circ$ .

Лифты перемещают пассажиров, автомобили в многоэтажных гаражах, товары в магазинах и торговых центрах, обеспечивают работу судов речного и морского флота, применяют на большегрузных транспортных и пассажирских самолетах.

### 1.2 Классификация лифтов

Существует множество признаков, по которым классифицируют лифты. Рассмотрим наиболее распространенные из них.

**По виду транспортируемых грузов** лифты подразделяются следующим образом:

1. **пассажирские:**
  - для жилых зданий;
  - общественных зданий;
  - зданий промышленных предприятий, используемые для транспортировки людей и предметов обихода, если их масса не превышает грузоподъемности лифта;
2. **больничные**, предназначенные для транспортировки больных, в том числе на транспортных средствах и с сопровождающим персоналом; этими лифтами управляет лифтер;
3. **инвалидные**, представляющие собой пассажирские лифты самостоятельного пользования, служащие для подъема и спуска инвалидов с нарушением функций опорно-двигательного аппарата;

4. **грузовые**, предназначенные для вертикального перемещения грузов, в том числе:

- обычные грузовые;
- грузовые с монорельсом. В этих лифтах под потолком кабины устанавливают балку (монорельс 2, см. рис. 1.1), к которой подвешивают грузоподъемное устройство (таль, тельфер и т. п.);
- выжимные, в которых подъемная сила приложена к низу кабины;
- тротуарные, у которых кабина выходит из шахты через расположенный в ее верхней части люк. Эти лифты применяют на складах с большими подземными хранилищами для спуска и подъема автомобилей с грузом, на подземных автостоянках, в магазинах
- для перемещения грузов с улицы в подвал и т.д.;
- грузовые малые, предназначенные для подъема и спуска небольших грузов. Для исключения транспортировки в них людей кабину рассчитывают на перевозку грузов массой не более 250 кг, а ее высота не должна превышать 1250 мм;

5. **грузопассажирские**, предназначенные для транспортировки пассажиров и грузов, имеют увеличенные размеры площади пола и дверного проема;

6. **специальные** (нестандартные) для особых условий применения, изготавливаемые в соответствии со специально разработанными техническими условиями. К ним относятся, например, лифты для подъема космонавтов в кабину космического корабля.

**По способу обслуживания** различают лифты:

1. самостоятельного управления, которыми управляет сам пассажир;
2. управляемые лифтером или проводником и всегда сопровождающие груз.

**По типу привода подъемного механизма:**

1. электрические с приводом от электродвигателя переменного или постоянного тока;
2. гидравлические с приводом в виде подъемного гидроцилиндра или лебедки с гидродвигателем вращательного типа.

**По конструкции механизма передачи движения кабине:**

1. канатные, кабина которых перемещается посредством тяговых канатов лебедки;
2. цепные, реечные и винтовые, в которых движение кабины осуществляется посредством тяговых цепей, системы винт-гайка или приводная шестерня-зубчатая рейка.

**По способу воздействия канатов на кабину:**

1. с верхней канатной подвеской кабины;
2. выжимные, в которых тяговые канаты охватывают кабину снизу.

**По расположению машинного помещения** различаются лифты:

1. с верхним машинным помещением;

2. с нижним машинным помещением.

**По конструкции привода лебедки:**

1. с редукторным приводом лебедки;
2. с безредукторным приводом лебедки.

**По величине скорости подъема кабины:**

1. тихоходные - при скорости кабины до 1 м/с;
2. быстроходные - при скорости кабины с 1,4 до 2 м/с;
3. скоростные - при скорости движения кабины от 2 м/с до 4 м/с;
4. высокоскоростные - при скорости движения кабины свыше 4 м/с.

**По точности остановки кабины:**

1. с системой точной остановки;
2. без системы точной остановки.

**По типу шахты отсюда** и способ крепления направляющих, лифты подразделяют на выполненные:

1. в глухой шахте;
2. металлокаркасной шахте;
3. комбинированной шахте.

**По машинному помещению** лифта, которое может быть выполнено:

1. с верхним машинным помещением (над шахтой);
2. с нижним машинным помещением (под шахтой или сбоку от неё);
3. без машинного помещения.

**По конструкции дверей шахты и кабины** различают лифты:

1. с распашными дверями;
2. вертикально- или горизонтально-раздвижными дверями.

**По виду привода дверей** существуют лифты:

1. с ручным приводом (двери шахты и кабины открывает сам пассажир);
2. полуавтоматическим приводом шахтных дверей (двери открываются вручную, а закрываются автоматически с помощью доводчика)
3. автоматическим приводом;
4. комбинированным приводом (двери открываются вручную, а закрываются автоматически с помощью доводчика).

**По конструкции тягового органа** лифты подразделяют на:

1. канатные;
2. цепные, в которых используется цепь Галля;
3. ленточные;
4. винтовые, оснащенные передачей винт-гайка;
5. плунжерные;
6. реечные, в которых применяется приводная шестерня и зубчатая рейка.

**По схеме запасовки тяговых канатов** лифты выполняют:

1. с прямой подвеской;
2. с полиспастной подвеской;
3. с канатным мультипликатором.

**По способу передачи движения от канатоведущего органа лебедки к тяговым канатам** лифты бывают:

1. КВШ;
2. барабан;
3. звездочка.

Лебедка лифта может быть выполнена с редуктором или без него.

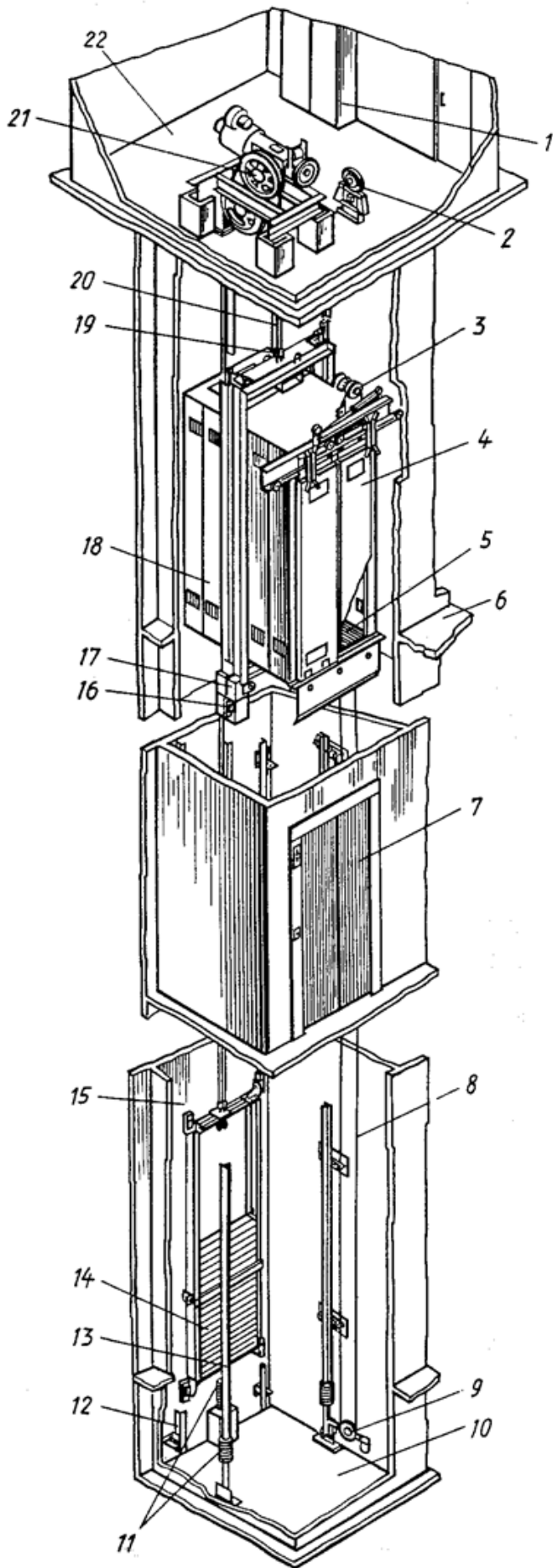
**По видам управления:**

1. внутреннее, при котором им управляют из купе кабины;
2. наружное, осуществляемое с остановочных площадок;
3. смешанное — из купе кабины и с остановочных площадок.

### **1.3 Электрические лифты (лифты с тяговым приводом)**

Основными частями лифта с тяговым приводом являются:

- **средства подвески кабины и противовеса**, которые представлены стальными проволочными канатами;
- **лебедка**, которая является силовой установкой;
- **кабина**, которая перевозит пассажиров и/или другие грузы;
- **противовес** для уравнивания силы тяжести массы кабины и части массы номинального груза;
- шахта лифта, место полностью или частично огороженное, которое простирается от пола приямка до перекрытия, к которому двигается кабина и, если есть, то и противовес. Она оборудована направляющими кабины и противовеса, дверями посадочных площадок, буферами или упорами в приямке;
- **ловитель**, механическое устройство для остановки и удержания кабины или противовеса на направляющих в случае обрыва, ослабления натяжения канатов подвески или если скорость опускающейся кабины (противовеса) превышает номинальную скорость на заранее установленную величину. Тормозное действие ловителя инициируется ограничителем скорости, обычно расположенным в машинном помещении;
- **буфера**, представляющие собой устройство плавного замедления кабины за пределами нижнего расчетного положения кабины или противовеса. Они могут быть полиуретановыми, пружинного или масляного типа в зависимости от номинальной скорости и предназначенными для накопления или рассеивания кинетической энергии кабины или противовеса;
- **электрические устройства**, включающие электрические устройства безопасности и освещения;
- **контроллер**.



Типовая схема пассажирского лифта показана на рисунке 1.1.

Рисунок 1.1 – Схема пассажирского лифта

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 ограничителя скорости; 9 – натяжное устройство; 10 – прямок; 11 – буфера; 12 – направляющая противовеса; 13 – направляющая кабины; 14 – противовес; 15 – шахта; 16 – башмак; 17 – ловитель; 18 – кабина; 19 – подвеска; 20 – подъемные канаты; 21 – подъемный механизм (лебёдка); 22 – машинное помещение

#### 1.4 Гидравлические лифты

В малоэтажных жилых зданиях массовой и индивидуальной застройки могут применяться гидравлические лифты.

Основу конструкции гидравлических лифтов и грузовых платформ составляет механизм подъёма на основе гидроцилиндра, который действует на грузонесущий орган непосредственно, через канатный или цепной мультипликатор; через рычажную систему, обеспечивающую компактность конструкции и увеличение высоты подъёма грузовой платформы.

Наличие канатного мультипликатора позволяет обеспечить достаточную высоту подъёма кабины при относительно небольшом рабочем перемещении плунжера гидроцилиндра.

Схема гидравлического лифта показана на рисунке 1.2.

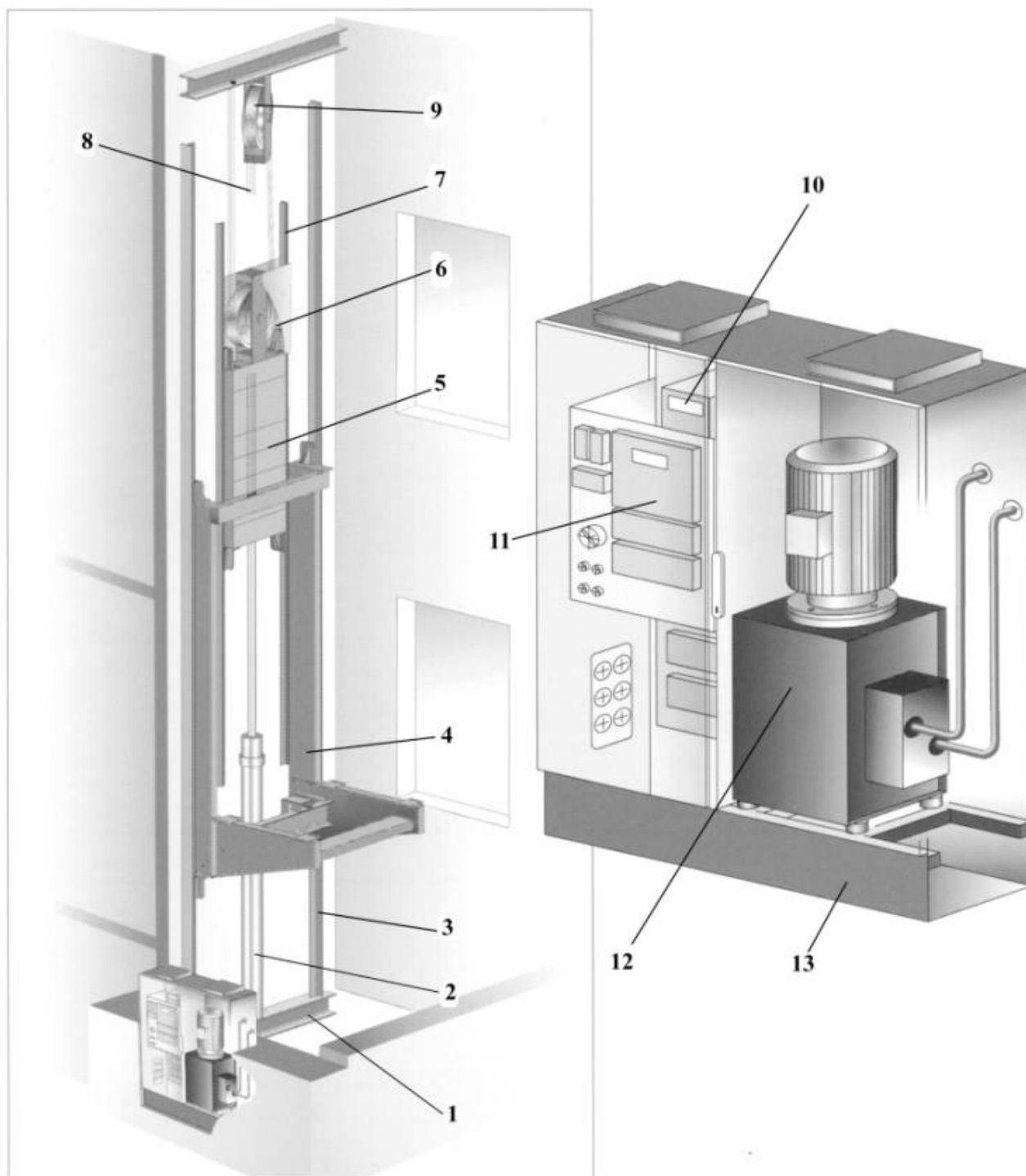


Рисунок 1.2 – Схема гидравлического лифта

- 1 – опорная рама; 2 – гидроцилиндр; 3 – направляющие кабины; 4 – каркас кабины;
- 5 – противовес; 6 – подвижный блок мультипликатора; 7 – направляющие противовеса; 8 – канаты мультипликатора; 9 – неподвижный блок;
- 10 – частотный преобразователь привода насоса; 11 – станция управления;
- 12 – гидроагрегат; 13 – шкаф для размещения оборудования



## 1.5 Основные характеристики лифтов

Основными характеристиками лифтов являются грузоподъемность, скорость движения, максимальная высота подъема кабины и количество остановок, которые регламентируются Государственными Стандартами (ГОСТ) на конкретный тип оборудования.

**Грузоподъемностью** (кг) называется наибольшая масса расчетного груза, для транспортировки которой предназначен лифт без учета массы кабины и постоянно расположенных в ней устройств.

Скорость лифта означает скорость подъема или опускания его кабины. Различают несколько скоростей.

**Номинальной скоростью** называется скорость, на которую рассчитан лифт. Ее принимают по техническому заданию на проектирование в соответствии с руководящими материалами по лифтостроению. Диапазон номинальных скоростей современных лифтов массового применения от 0,18 до 4 м/с и более.

**Рабочей скоростью** называют фактическую скорость лифта в эксплуатационных условиях. Она изменяется в зависимости от напряжения в электросети, массы полезной нагрузки, сопротивления подвижных частей лифта.

**Предельная скорость** лифта - это наибольшая скорость, при которой обязательно должны срабатывать аварийные устройства (ловители). Диапазон скоростей, при которых срабатывают ловители, находится в пределах между скоростью, на 15% превышающей номинальную скорость лифта, и предельной скоростью, назначаемой в зависимости от номинальной скорости лифта.

**Ревизионной скоростью** называют скорость, при которой осматривают элементы лифта, расположенные внутри шахты с крыши кабины. Ревизионная скорость должна быть не более 0,36 м/с., однако для лифтов с номинальной скоростью в пределах 0,71 м/с и с приводом, не обеспечивающим пониженную скорость (0,36 м/с) допускается осуществлять ревизию на номинальной скорости, но только при движении вниз.

**Остановочной скоростью** лифта называется скорость кабины, при которой лебедка обесточивается и затормаживается до полной остановки. Остановочная скорость характерна для лифтов с двухскоростными лебедками. Чтобы получить необходимую точность остановки кабины, перед остановкой лифт переводят со сравнительно высокой рабочей скорости на пониженную (остановочную).

**Расчетная высота подъема** определяется архитектурно-планировочным решением конструкции здания, но не может расти неограниченно, так как с увеличением высоты подъема заметно уменьшается полезный объем помещений в связи с размещением лифтового оборудования. Потери полезного объема высотных зданий может достигать 30%.

**Вместимость кабины** лифта определяется в зависимости от её грузоподъемности:

$$E = \frac{Q}{Q_n};$$

где Q – масса расчетного груза кабины, кг;  $Q_n = 80$  кг – расчетная масса пассажира, кг (по европейским стандартам 75).

**Точность остановки кабины** (точность остановки) – расстояние по вертикали между уровнями пола кабины и этажной площадки после остановки кабины. Образующийся порог затрудняет посадку и высадку пассажиров, и погрузочно-разгрузочные работы с помощью напольного транспорта, поэтому точность автоматической остановки кабины при эксплуатационных режимах работы должна быть в пределах  $\pm 35$  мм для грузопассажирских лифтов и  $\pm 15$  для пассажирских лифтов.

**Высота подъема** определяется архитектурно-планировочным решением конструкции здания и рассчитывается как расстояние по вертикали между уровнями нижней и верхней посадочных площадок лифта.

**Производительность** пассажирских и грузовых лифтов определяется количеством пассажиров или грузов, транспортируемых лифтом в одном направлении за один час работы.

## 1.6 Кинематические схемы лифтов

**Кинематической схемой** лифта называют принципиальную схему взаимодействия подъемного механизма с подвижными частями лифта — кабиной и противовесом (или схему запасовки канатов лифта). Существуют разнообразные кинематические схемы лифтов. Они отличаются друг от друга расположением машинного помещения, конструкцией канатоведущего органа, типами применяемых лебедок, наличием или отсутствием противовеса, способами подвески кабины и назначением лифта.

### 1.6.1 Кинематические схемы лифтов с канатоведущим шкивом

Схемы основных канатных систем представлены на рисунках 1.3 – 1.9. (На всех схемах принято изображение тягового шкива, показанное на рисунке 1.2).

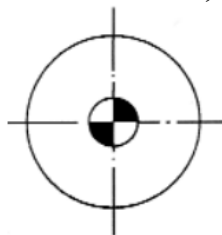


Рисунок 1.2 – Обозначение тягового шкива

#### **Верхнее расположение лебедки:**

- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=1$  (рисунок 1.3);
- привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески  $i=1$  (рисунок 1.4);
- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=2$  (рисунок 1.5);
- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=4$  (рисунок 1.6).

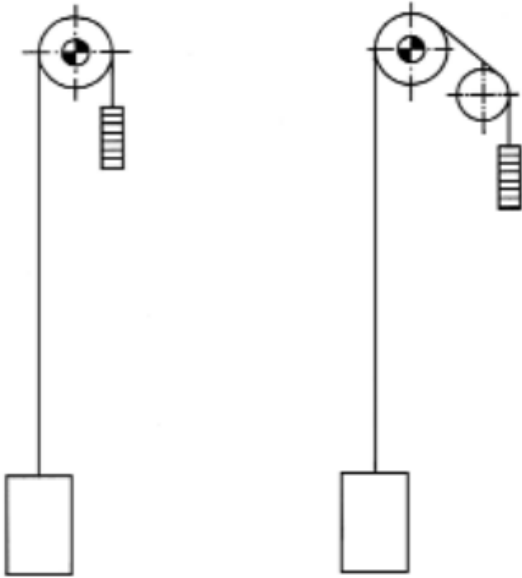


Рисунок 1.3 - Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 1



Рисунок 1.4 - Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески 1

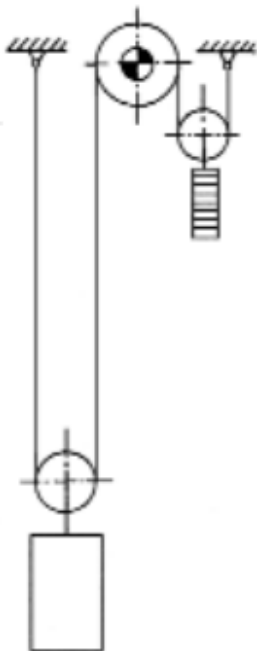


Рисунок 1.5 – Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 2

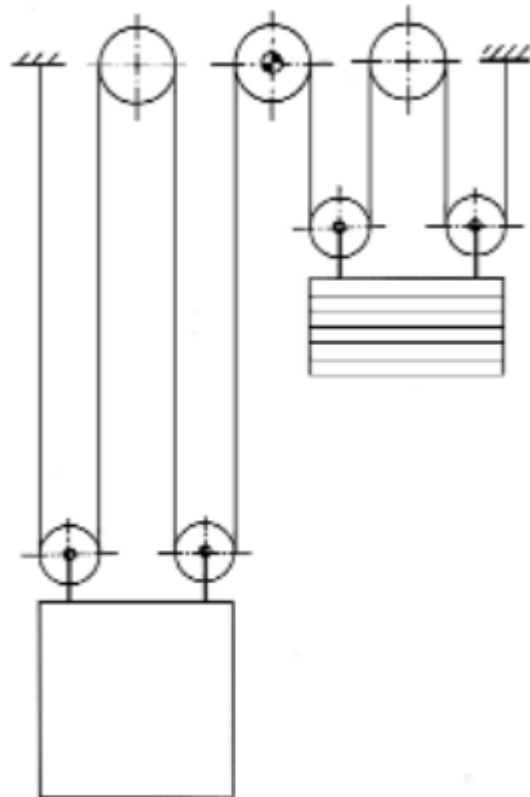


Рисунок 1.6 - Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 4

***Лебедка в нижнем помещении:***

- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=1$  (рисунок 1.7);

- привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески  $i=1$  (рисунок 1.8);
- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=2$  (рисунок 1.9).

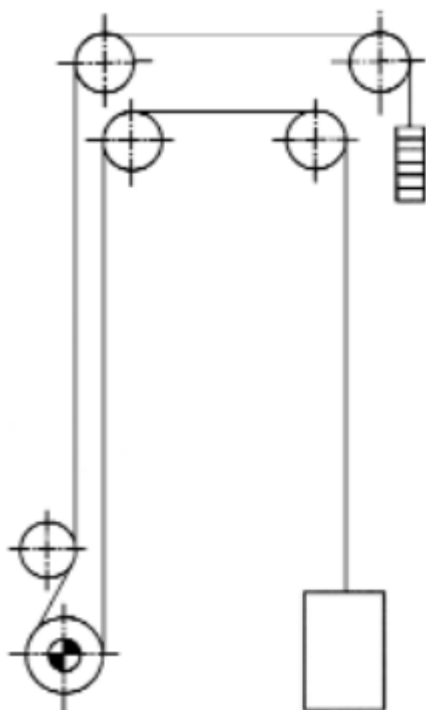


Рисунок 1.7 - Канатная система с нижним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 1

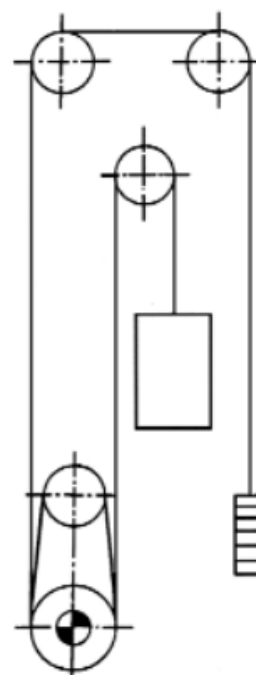


Рисунок 1.8 - Канатная система с нижним расположением лебедки, привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески 1

Установка, показанная на рисунке 1.3 наиболее простая. Когда расстояние между центром кабины и противовеса больше диаметра шкива, может быть предусмотрен отводной блок для отклонения канатов. Отводной блок, применяемый в тех случаях, когда расстояние между центром кабины и противовесом больше диаметра канатоведущего органа, позволяет увеличить расстояние между ветвями канатов, не увеличивая размеров канатоведущего органа. Кроме того, отводные блоки применяют в тех случаях, когда необходимо изменить направление канатов, например, в выжимных лифтах, а также в лифтах с полиспастной подвеской.

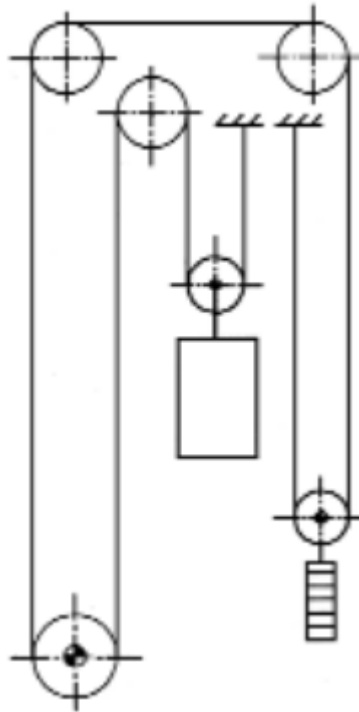


Рисунок 1.9 – Канатная система с нижним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 2

Канатные системы с компенсирующими канатами показаны на рисунке 1.10 (кратность канатной подвески 1) и рисунке 1.11 (кратность канатной подвески 2). Лебедка расположена сверху и применяется привод с одним обхватом.

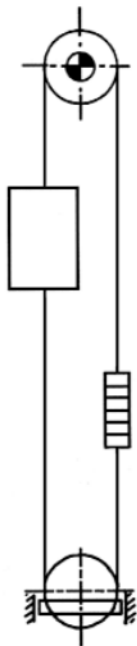


Рисунок 1.10 - Канатная система с компенсирующими канатами, кратность канатной подвески 1

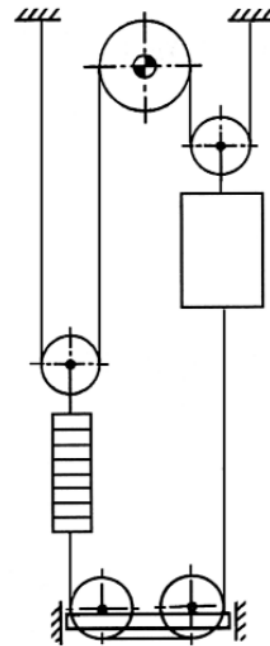


Рисунок 1.11 - Канатная система с компенсирующими канатами, кратность канатной подвески 2

**Противовес** служит для создания тягового усилия и уменьшения окружного усилия на канатоведущем органе. Тяговое усилие равно разности натяжений в

кабинной и противовесной ветвях тяговых канатов. Величина окружного усилия прямо связана с крутящим моментом и, следовательно, с мощностью приводного электродвигателя. Чем меньше крутящий момент, тем меньше требуемая мощность электродвигателя. Противовес должен уравнивать порожнюю кабину и часть, примерно 40... 50 %, веса полезного груза.

**Уравновешивающие (компенсационные) гибкие элементы** (стальные канаты или цепи, резинокросовые ленты) предназначены для уравнивания тяговых канатов. Их применяют при значительной высоте подъема и (или) большой грузоподъемности лифта, когда вес тяговых канатов соизмерим с его номинальной грузоподъемностью. Они позволяют уменьшить окружное усилие при движении кабины. Обычно их используют на скоростных лифтах.

**Натяжное устройство** уравнивающих элементов служит для натяжения этих элементов, чтобы они не раскачивались и не задевали оборудование шахты.

### 1.6.2 Кинематические схемы гидравлических лифтов

Под кинематической схемой гидравлического лифта понимают схему передачи движения от штока гидроцилиндра кабине.

В подавляющем числе случаев кабины гидравлических лифтов не уравниваются противовесом, так как их сила тяжести обеспечивает процесс опускания при соответствующем регулировании скорости слива рабочей жидкости из гидроцилиндра в бак.

Характерные кинематические схемы гидравлических лифтов представлены на рисунке 1.12.

В простейшем случае усилие со штока центрально расположенного гидроцилиндра непосредственно передается на нижнюю часть рамы каркаса кабины (рисунок 1.12, а). В ряде случаев необходимость в специальном отверстии достаточной глубины оказывается не приемлемой (в скальных или сильно обводненных грунтах).

Схемы, представленные на рисунке 1.12 б, с не имеют указанного недостатка в связи с задним или боковым расположением одного или нескольких гидроцилиндров. В этом случае все нагрузки воспринимаются фундаментом приямка шахты или специальным фундаментом, не связанным с конструкцией здания.

Необходимость увеличения скорости движения и высоты подъема кабины привела к широкому применению лифтов с канатными мультипликаторами (рисунок 1.12, d, e, f).

Схема с 4-х кратным мультипликатором, представленная на рисунке 1.12 e не получила широкого распространения в силу значительной податливости системы, приводящей к чрезмерным колебаниям уровня пола кабины при любом изменении нагрузки, что весьма нежелательно для грузовых лифтов с повышенной точностью остановки.

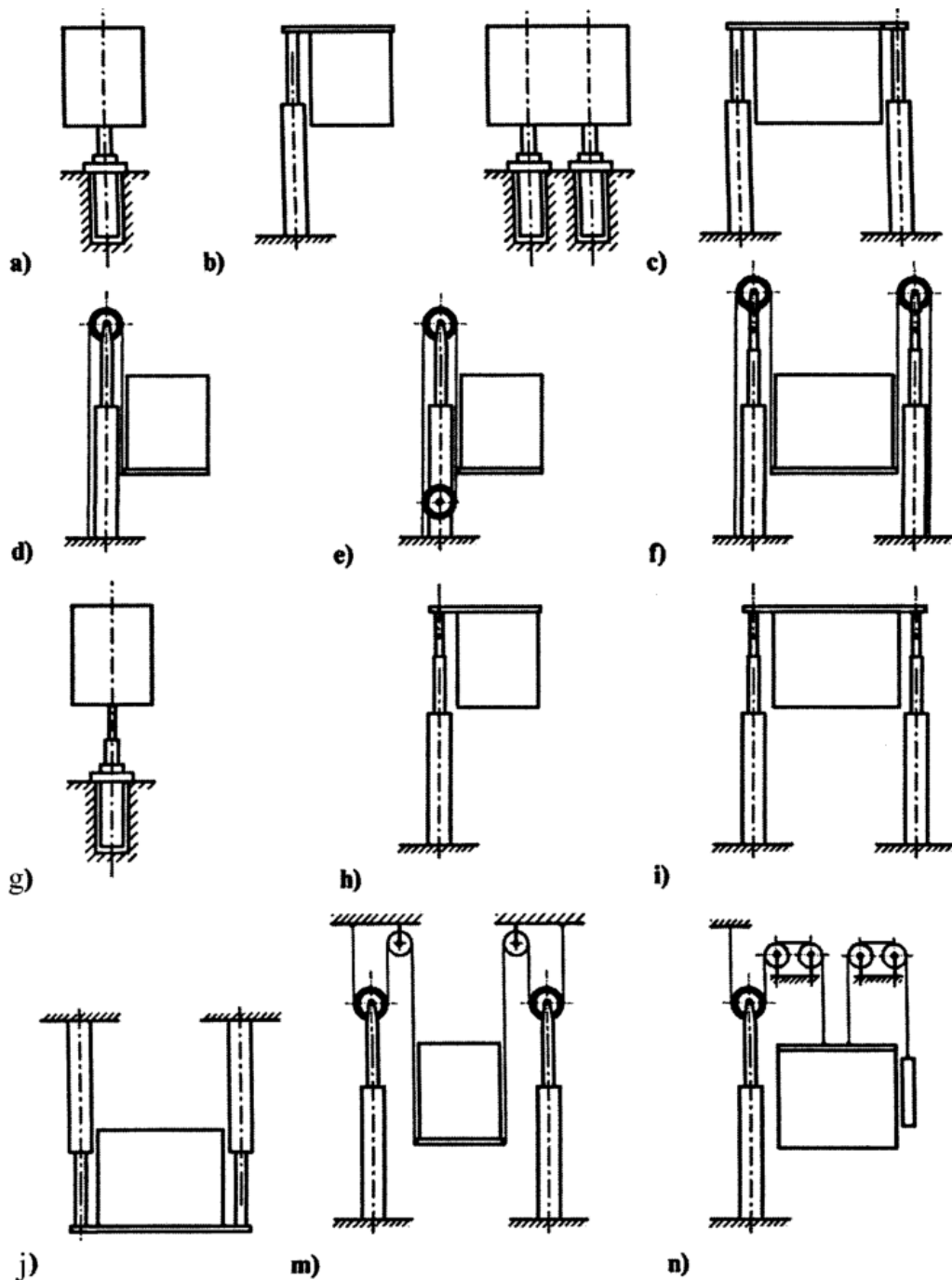


Рисунок 1.12 – Кинематические схемы гидравлических лифтов

Применение телескопической конструкции подъемных гидроцилиндров прямого действия позволяет существенно снизить глубину грунтовой ямы (рисунок 1.12, g) или увеличить высоту подъема кабины (рисунок 1.12, h, i, j).

Обычно применяются гидроцилиндры с двумя или тремя секциями, движение которых синхронизировано. Чаще всего телескопические гидроцилиндры применяются без канатного мультипликатора. При центральном воздействии штока на кабину (рисунок 1.12, g) длина хода кабины составляет 20 и 30 м, а при боковом - 7 и 10 м (для гидроцилиндров с 2 и 3 секциями, соответственно).

При применении лифтов со штоками гидроцилиндров, работающих на сжатие, вызывает некоторые проблемы в связи с необходимостью обеспечения их продольной устойчивостью. В связи с этим появились конструкции лифтов, в которых штоки работают на растяжение (рисунок 1.12, j, m, n).

С целью сокращения расхода энергии на подъем массы кабины, штока и груза были попытки использовать лифты, у которых противовес уравнивает часть силы тяжести кабины и штока (рисунок 1.12, n).



## Лабораторная работа №2 РАСЧЁТ КАРКАСА КАБИНЫ ЛИФТА

*Цель работы:* Изучение устройства каркасов кабин лифтов.

*Оборудование:* плакаты (схемы) устройства каркасов кабин.

*Задание:*

1. Изучить схемы каркасов кабин.
2. Изучить конструкцию каркаса кабины.
3. Определить назначение каждого элемента каркаса кабины.
4. Вычертить схемы каркасов кабин.
5. Определить основные параметры каркаса кабины согласно задания.

### Общие сведения

Каркас кабины (кабинная подвеска) составляет стальную несущую конструкцию кабины.

Каркас кабины должен выдерживать нагрузки, возникающие при рабочем и аварийном режимах, а также при испытаниях лифта. Каркасы кабин выполняются в виде рам, изготовленных из стального проката (швеллеры, уголки и др.) или — в последнее время — из специальных гнутых профилей.

На рис. 1.1 представлены наиболее распространенные схемы каркасов кабин.

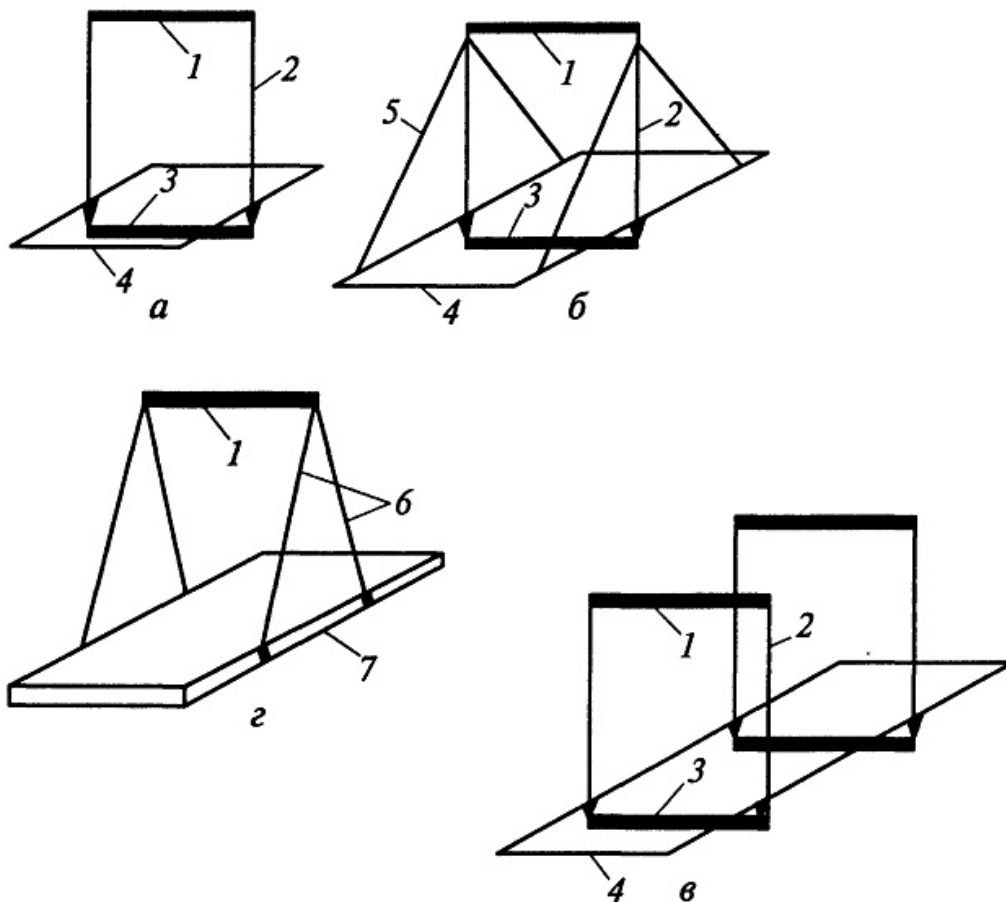


Рис. 1.1 Схемы каркасов кабин:

а – с вертикальной и горизонтальной рамами; б – с подкосами; в – с двумя вертикальными рамами; г – с грузовой платформой и наклонными стойками; 1 – верхняя балка; 2 – стойка; 3 – нижняя балка (балка безопасности); 4 – горизонтальная рама; 5 – подкос; 6 – наклонные стойки; 7 – грузовая платформа

Схема каркаса кабины, представленная на рис. 1.1, а, состоит из вертикальной и горизонтальной рам. Вертикальная рама, в свою очередь, состоит из верхней 1 и нижней 3 балок, соединенных стойками 2.

Каркасы глубоких кабин (рис. 1.1, б) и кабин лифтов, загружаемых с помощью напольного транспорта, оборудуют подкосами 5. К горизонтальной раме подкосы крепятся с отступом от краев рамы на  $1/8$  —  $1/10$  глубины кабины.

Каркас грузовых лифтов повышенной грузоподъемности может иметь две вертикальные рамы (рис. 1.1, в), подвешенные к канатам двух лебедок. Для исключения перекоса в канатной системе применяют уравнивательные блоки.

В конструкции, изображенной на рис. 1.1, г, вместо горизонтальной рамы и нижней балки вертикальной рамы применена жесткая грузовая платформа 7 коробчатой конструкции. В ряде случаев вертикальные стойки заменяют наклонными 6, что позволяет получить достаточно жесткую и прочную конструкцию. Ловители в этом случае устанавливают по бокам верхней балки 1.

В каркасе кабины стойки посредством болтов, заклепок или сварки крепятся к верхней балке (поперечной балке), а внизу к нижней балке (балке безопасности). Каркас кабины должен центрироваться на каждой направляющей верхними и нижними направляющими элементами, закрепленными на раме.

Рассмотрим конструкцию каркаса кабины, представленную на рис. 1.2.

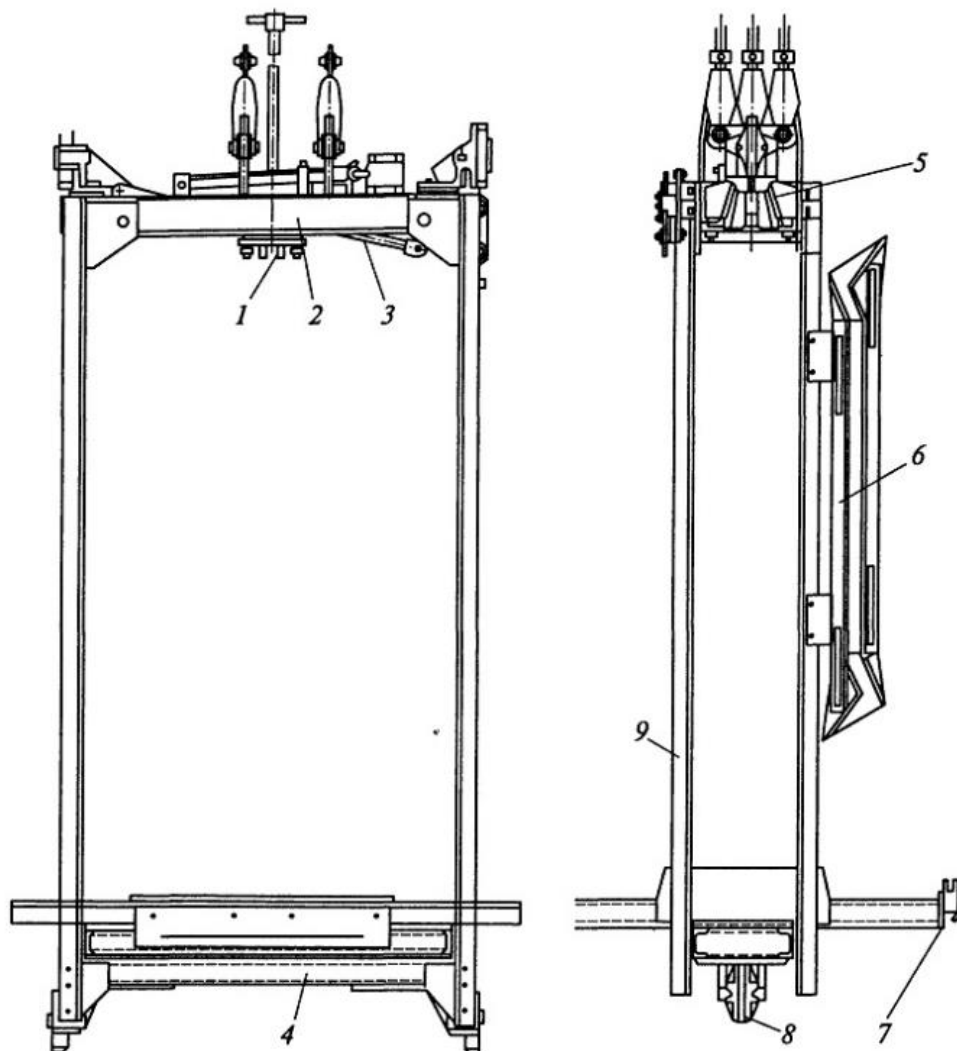


Рис. 1.2 Каркас кабины:

- 1 – подвеска; 2 – верхняя балка; 3 – привод ловителей; 4 – нижняя балка (балка безопасности); 5 – ловители; 6 – неподвижная (комбинированная) отводка; 7 – горизонтальная рама; 8 – башмаки; 9 – стойки

Вертикальная рама состоит из верхней 2 и нижней 4 балок, связанных вертикальными стойками 9. К нижней балке приваривают две металлические опорные пластины, которыми кабина садится на буфера или упоры. К верхней балке прикреплен рычажная подвеска 1. По углам каркаса расположены скользящие башмаки 8. Между швеллерами верхней балки 2 под верхними башмаками расположены ловители 5 и механизм привода 3 ловителей. К одной из стоек крепится неподвижная отводка 6, предназначенная для перемещения ролика этажного переключателя.

На нижнюю балку 4 укладывается горизонтальная рама 7, прикрепленная с помощью косынок к стойкам 9.

Верхней частью каркаса кабины является верхняя балка (поперечная балка), к которой крепится устройство подвески. Кабина обычно подвешена на канатах лифта с помощью опорной плиты и соединительных тяг.

Стойки должны иметь соответствующую жесткость, чтобы воспринимать эксцентричную нагрузку, которая стремится согнуть стойки и деформировать раму.

Нижняя балка (балка безопасности) служит основанием каркаса, на которую опирается грузовая платформа кабины, на которой в процессе движения располагаются пассажиры и(или) грузы.

Грузовая платформа выполняет и другие функции, так как служит опорой для размещения другого оборудования лифта.

Распределительные коробки устанавливаются либо на стальных элементах рамы кабины, либо с нижней стороны платформы. Все электрические цепи связи с кабиной производятся в этих распределительных устройствах.

Конец подвесного кабеля прикреплен к подвескам, которые смонтированы в нижней части рамы платформы.

### **Методические указания к работе**

Каркас и его направляющие компоненты должны быть спроектированы таким образом, чтобы выдерживать силы и моменты, действующие на них при всех условиях эксплуатации.

Расчёты, рассматриваемые в данной лабораторной работе, применяются для каркасов кабины с болтовыми соединениями. Напряжение в поперечной балке определяется общей нагрузкой, действующей на поперечную балку, когда кабина с номинальным грузом находится в покое на самой верхней этажной площадке, т.е. когда надо учитывать влияние компенсирующих нагрузок и подвесного кабеля. Рассматриваем поперечную балку с двумя шарнирными опорами.

### **Последовательность выполнения работы**

1. *Определяется напряжение в балке:*

$$\sigma = \frac{N \cdot g_n \cdot c}{4 \cdot W_x}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $N$  – общая нагрузка, действующая на поперечную балку, кг;

$g_n$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup> ( $g_n = 9,81$  м/с<sup>2</sup>);

$c$  – пролет балки, мм;

$W_x$  – момент сопротивления поперечного сечения балки, относительно х-х при изгибе, мм<sup>3</sup>.

2. *Определяется прогиб в балке:*

$$y = \frac{N \cdot g_n \cdot l^3}{48 \cdot E \cdot J_x}, \text{ мм}$$

где  $N$  – общая нагрузка, действующая на поперечную балку, кг;

$E$  – модуль упругости материала балки, Н/мм<sup>2</sup>;

$J_x$  – момент инерции поперечного сечения балки, относительно оси х-х, мм<sup>4</sup>.

В ходе нормальной работы лифта напряжение в балке безопасности для продольных балок, опирающихся непосредственно на компоненты балки, определяются действием суммы 5/8 равномерно распределенной массы платформы, плюс сосредоточенные нагрузки от натяжения компенсирующего и подвесного кабеля, плюс:

- для пассажирских лифтов: 5/8 равномерно распределенной массы номинального груза;

- для грузовых лифтов: часть массы номинального груза и ее расположение в зависимости от класса загрузки.

В случае применения буферов учитывается сила торможения буфера, действующая на балку безопасности, а также соответствующая часть массы номинального груза и массы платформы.

3. *Определяется сила торможения буфера, действующая как сосредоточенная нагрузка:*

$$F = (Q + K) \cdot (g_n + a_{max}), \text{ Н}$$

где  $a_{max}$  – максимальное ускорение замедления по действием буфера, которое длится более 0,04 сек, Н/мм<sup>2</sup>;

$Q$  – номинальная грузоподъемность, кг;

$K$  – масса кабины, кг.

4. *Определяется напряжение, вызванное действием масляного буфера:*

$$\sigma = \frac{(Q + K) \cdot g_n \cdot d}{2 \cdot W_x}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $d$  - расстояние между направляющими рельсам, мм.

Цифра 2, связана с тем, что тормозная сила была принята равной удвоенной статической силе  $(Q + K) \cdot g_n$ , т.е. значение  $a_{max}$  (см. уравнение 3) принято равным  $g_n$ .

Стойки каркаса кабины испытывают комбинированное действие напряжения растяжения и изгиба.

5. *Определяется критическое напряжение:*

$$\sigma = \frac{N \cdot g_n}{2 \cdot S} + \frac{M \cdot l}{4 \cdot h \cdot W}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $S$  – площадь поперечного сечения стоек одной стороны, мм<sup>2</sup>;

$M$  – опрокидывающий момент, определяемый классом загрузки, Н · мм;

$l$  – свободная длина стоек (расстояние от самого низкого крепления в поперечной балке до верхнего крепления в балке безопасности), мм;

$h$  – расстояние между центрами верхнего и нижнего направляющих башмаков, мм;

$W$  – момент сопротивления изгибу площади поперечного сечения стоек, расположенных на одной стороне, мм<sup>3</sup>.

Опрокидывающий момент  $M$  вызывается благодаря ожидаемому внецентренному положению груза в кабине (рис. 1.3).

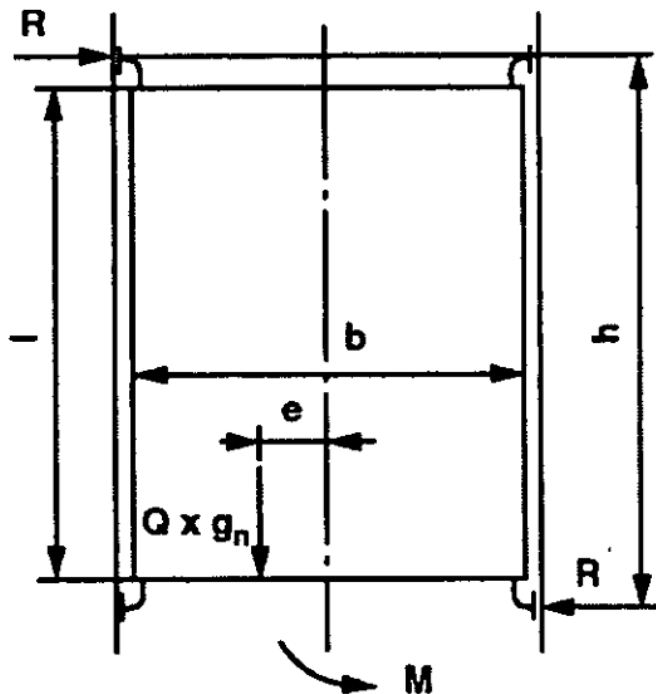


Рис. 1.3 Схема для расчёта опрокидывающего момент  $M$

6. Определяется опрокидывающий момент  $M$ :

$$M = Q \cdot g_n \cdot e, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

где  $e$  – эксцентриситет положения груза в плоскости направляющих, мм.

Пусть  $e = b/3$ .

Значение  $M$  для расчета стоек определяется классом загрузки. Для класса А загрузки пассажирами или обычными грузами оно определяется по уравнению 7. Для класса В загрузки транспортными средствами с двигателем оно определяется по уравнению 8. Для класса загрузки С тяжёлых грузов оно определяется по уравнению 9.

7. Определяется значение  $M$  для класса А загрузки пассажирами или обычными грузами:

$$M = \frac{Q \cdot g_n \cdot b}{8}, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

где  $b$  – расстояние между стойками, мм.

8. Определяется значение  $M$  для класса В загрузки транспортными средствами с двигателем:

$$M = \frac{Q \cdot g_n \cdot b}{8}, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

или

$$M = Q \cdot g_n \cdot \left( \frac{b}{2} - 1220 \right), \text{ Н} \cdot \text{мм}.$$

Принимается большее из двух значений.

9. Определяется значение  $M$  для класса тяжёлых грузов:

$$M = \frac{Q \cdot g_n \cdot b}{4}, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

Гибкость стоек каркаса кабины не должна превышать 120.

Там, где верхние крепления подкосов к стойкам каркаса кабины пассажирского лифта расположены на высоте меньшей, чем  $2/3 \cdot l$  от верхнего крепления к балке безопасности, допустимо увеличение гибкости до 160.

Сварные каркасы должны рассматриваться, как жесткие рамы и соответственно расчеты должны быть изменены.

При расчёте могут иметь место следующие случаи:

- *простая балка, сосредоточенная нагрузка в середине пролета (рис. 1.4)* (на рисунке 1.4 рассматривается прямое и обратное направления деформации);

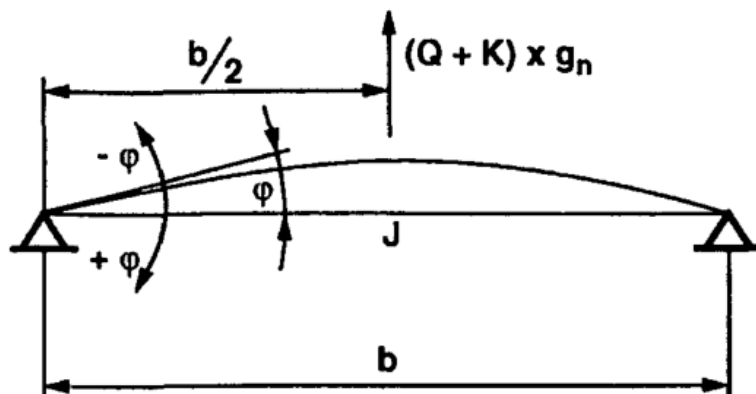


Рис. 1.4 Схема для расчёта угла поворота балки

- *простая балка, плавно распределенная нагрузка (рис. 1.5);*

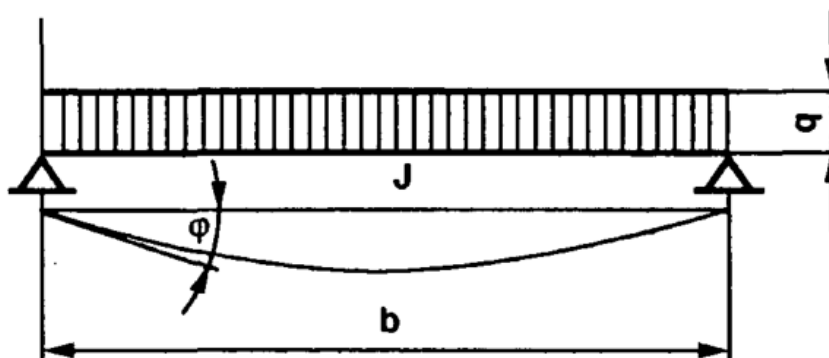


Рис. 1.5 Схема для расчёта угла поворота балки

10. Определяется значение удельной нагрузки:

$$q = \frac{(Q + K) \cdot g_n}{b}, \text{ ед. изм.}$$

11. Определяется значение угла скручивания:

$$\varphi = \frac{(Q + K) \cdot g_n \cdot b^2}{24 \cdot E \cdot J}, \text{ град}$$

## Лабораторная работа №3 РАСЧЁТ НАПРАВЛЯЮЩИХ БАШМАКОВ ЛИФТА

*Цель работы:* изучить конструкции направляющих башмаков лифта.

*Оборудование:* направляющая, башмак скольжения.

*Задание:*

1. Изучить устройство конструкции башмаков скольжения и роликовых башмаков.
2. Вычертить схему неповоротного башмака скольжения.
3. Определить гибкость и тормозную силу.
4. Определить напряжение продольного изгиба.
5. Определить поперечные силы, действующие на направляющие.
6. Определить напряжение изгиба и прогибы в отдельных плоскостях.
7. Определить силу, действующую на порог кабины в центральной точке.
8. Определить поперечную силу, действующую на направляющую.

### Общие сведения

Как кабина, так и противовес должны оборудоваться на каждой направляющей верхними и нижними направляющими элементами башмаков, закрепленными на раме.

Применяются два основных типа направляющих башмаков:

- башмаки скольжения;
- роликовые башмаки.

*Башмаки скольжения* используются для низких и средних скоростей до 2 м/с.

В основном используются башмаки поворотного типа с вкладышами, выполненными из неопрена или подобного материала. Сами башмаки изготавливаются из чугуна или стального литья и облицовываются специальными вкладышами. Также башмаки бывают неповоротного типа.

Для вкладышей, помимо неопрена, используется нейлон с низким коэффициентом трения, иногда добавляется дисульфид молибдена, который увеличивает износостойкость вкладышей.

Вкладыши амортизируют ударные нагрузки и компенсируют смещение направляющих.

Для уменьшения сопротивления трению и износу направляющие смазывают.

На рисунке 3.1 показан неповоротный башмак скольжения фирмы I.G.V. Milano, оснащённый тремя нейлоновыми вкладышами.



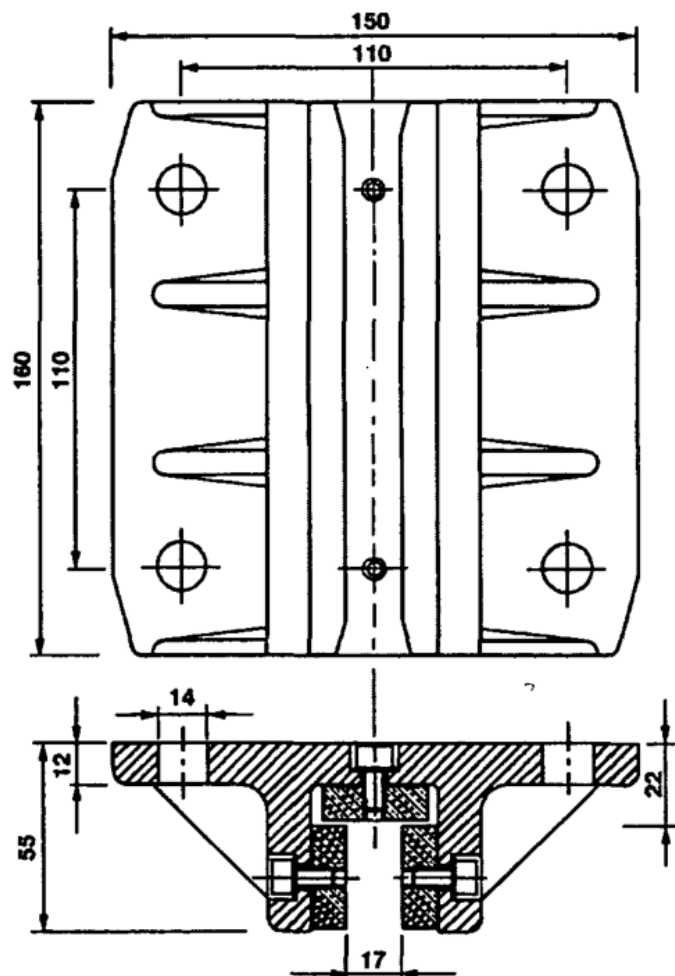


Рисунок 3.1 – Конструкция неповоротного башмака скольжения фирмы I.G.V. Milano

Поворотный башмак скольжения показан на рисунок 3.2.



Рисунок 3.2 – Конструкция поворотного башмака скольжения

Сегодня применяются автоматические смазывающие устройства, использующие тяжёлые масла или консистентные смазки.

Они монтируются на верхние направляющие башмаки кабины или противовеса и обеспечивают равномерное смазывание всей поверхности скольжения направляющей.

*Роликовые башмаки* являются неотъемлемой частью скоростных лифтов. Плавность хода и экономия энергии, связанное с уменьшением трения, обеспечивает оправданное их использование на лифтах со средней скоростью.

Роликовые башмаки состоят из подпружиненных роликов, которые находятся в постоянном контакте с направляющей (рисунок 3.3).

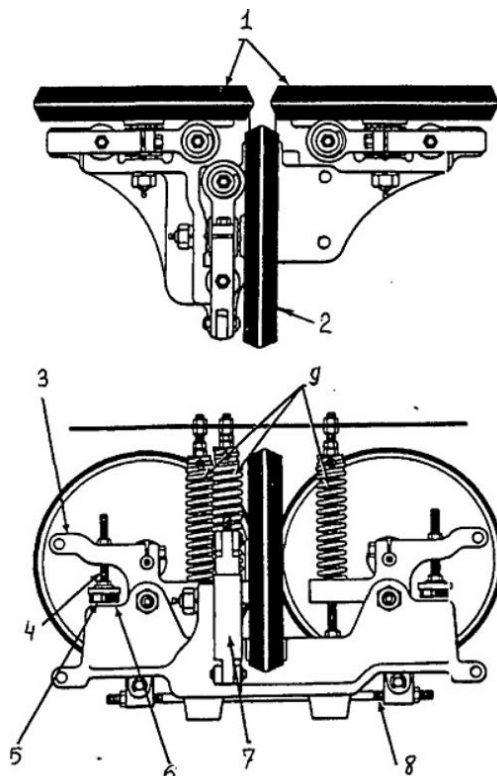


Рисунок 3.3 – Конструкция роликового башмака фирмы OTIS

1 – боковые ролики; 2 – торцевой ролик; 3 – рычаг; 4 – регулируемый упор; 5 – амортизатор; 6 – корпус; 7 – рычаг торцевого ролика; 8 – тяга синхронизации радиального перемещения боковых роликов

### Последовательность выполнения работы

Предполагается, что направляющая ведет себя как простая балка с двумя опорами, нагруженная тормозной силой  $F_b$  действующей в направлении её продольной оси (рисунок 3.4).

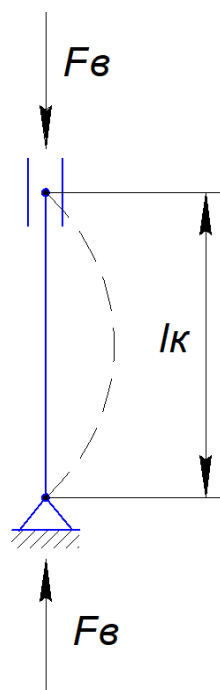


Рисунок 3.4 – Схема направляющей нагруженной тормозной силой  $F_B$

1. Определяется гибкости:

$$\lambda = \frac{l_k}{i_y}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $l_k$  – расстояние между кронштейнами направляющей, мм;  
 $i_y$  – радиус инерции, мм.

Продольный изгиб ведет к критической ситуации при  $\lambda > 105$ .

2. Тормозная сила рассчитывается по формуле:

$$F_B = \frac{k \cdot (Q + K) \cdot g_n}{n}, \text{ Н}$$

где  $k$  – коэффициент ловителей ( $k = 5$  для ловителей резкого торможения, кроме типа с заклинивающим роликом;  $k = 3$  для ловителей резкого торможения с заклинивающим роликом;  $k = 2$  для ловителей плавного торможения);

$Q$  – номинальная грузоподъемность, кг · с;

$K$  – масса кабины, кг;

$g_n$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup> ( $g_n = 9,81$  м/с<sup>2</sup>);

$n$  – количество направляющих ( $n = 2$ ).

Значения коэффициента ловителей, номинальной грузоподъемности и массы кабины смотрите в таблице 3.2.

Таблица 3.2

Исходные данные

Вариант	1, 3	2, 4	5
$k$	5	3	2

$Q$ , кг · с	350	1000	3000
$K$ , кг	460	1500	3500
Лифт	пассажирский		грузовой

Коэффициент продольного изгиба, при пределе прочности 370 Н/мм<sup>2</sup>, смотрите в таблице 3.3.

Таблица 3.3

Исходные данные для определения коэффициент продольного изгиба  $\omega$

Вариант	1	2	3	4	5
Коэффициент продольного изгиба, $\omega$	10,55	5,47	2,85	1,41	2,99

3. Напряжение продольного изгиба рассчитывается по формуле:

$$\sigma_k = \frac{F_B \cdot \omega}{S}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $\omega$  – коэффициент продольного изгиба;

$S$  – площадь поперечного сечения направляющей, мм<sup>2</sup>.

Напряжение продольного изгиба имеет решающее значение и максимально допустимое значение 205 Н/мм<sup>2</sup> для стали с пределом прочности 370 Н/мм<sup>2</sup>.

**При нормальной работе (условие движения)**, когда нагрузка распределяется в кабине на 75% площади пола, поперечные силы, действующие на направляющие равны:

1. *Поперечные силы, действующие на направляющие:*

$$F_y = \frac{Q \cdot g_n \cdot b}{16 \cdot h}, \text{ Н}$$

где  $b$  – ширина кабины, мм;

$h$  – расстояние (вертикальное) между направляющими башмаками, мм.

$$F_x = \frac{S \cdot Q \cdot c \cdot g_n}{128 \cdot h}, \text{ Н}$$

где  $c$  – глубина кабины, мм.

2. *Определяем изгибающие моменты:*

$$M_{ox} = 0,2 \cdot F_x \cdot l_k, \text{ Н} \cdot \text{мм};$$

$$M_{oy} = 0,2 \cdot F_y \cdot l_k, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

где  $l_k$  – расстояние между кронштейнами направляющих, мм.

3. *Определяем напряжение изгиба:*

$$\sigma_x = \frac{M_{ox}}{W_y}, \text{ Н/мм}^2;$$

$$\sigma_y = \frac{M_{oy}}{W_x}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $W_y$  – момент сопротивления изгибу относительно оси у-у, мм<sup>3</sup>;  
 $W_x$  – момент сопротивления изгибу относительно оси х-х, мм<sup>3</sup>.

4. Определяем прогибы в отдельных плоскостях:

$$\sigma_y = \frac{C_2 \cdot F_y \cdot l_K^3}{E \cdot J_x}, \text{ мм};$$

$$\sigma_x = \frac{C_3 \cdot F_x \cdot l_K^3}{E \cdot J_y}, \text{ мм}$$

где  $F_y$  – поперечная сила, Н;

$F_x$  – баковая сила, Н;

$J_x$  – момент инерции площади поперечного сечения направляющей относительно оси х-х поперечного сечения, мм<sup>4</sup>;

$J_y$  – момент инерции площади поперечного сечения направляющей относительно оси у-у поперечного сечения, мм<sup>4</sup>;

$E$  – модуль упругости материала направляющей, Н/мм<sup>2</sup> ( $E = 2,07 \cdot 10^5$  Н/мм<sup>2</sup>);

$C_2$  – коэффициент, зависящий от количества пролетов неразрезной балки (см. таблицу 3.4);

$C_3$  – коэффициент, определяется по графику (рисунок 3.5), в зависимости от соотношения  $\frac{s}{l}$ , где

$$S = h - \frac{l}{2}.$$

Если вертикальное расстояние между центральными точками направляющих башмаков  $h < 1,5 \cdot l$ ,  $C_3$  – можно будет определить по графику на рисунке 3.5 в зависимости от числа пролетов и величины соотношения графика 3.5, оно зависит от количества пролетов неразрезной балки и отношения  $s/l$ ;  $s = h - l/2$ . Для  $h \geq 1,5 \cdot l$ ,  $C_3 = C_2$  (таблица 3.4).

Таблица 3.4

Исходные данные для определения коэффициента  $C_2$

Число пролетов	$C_2$
2	0,01500
3	0,01458
4 или более	0,01455

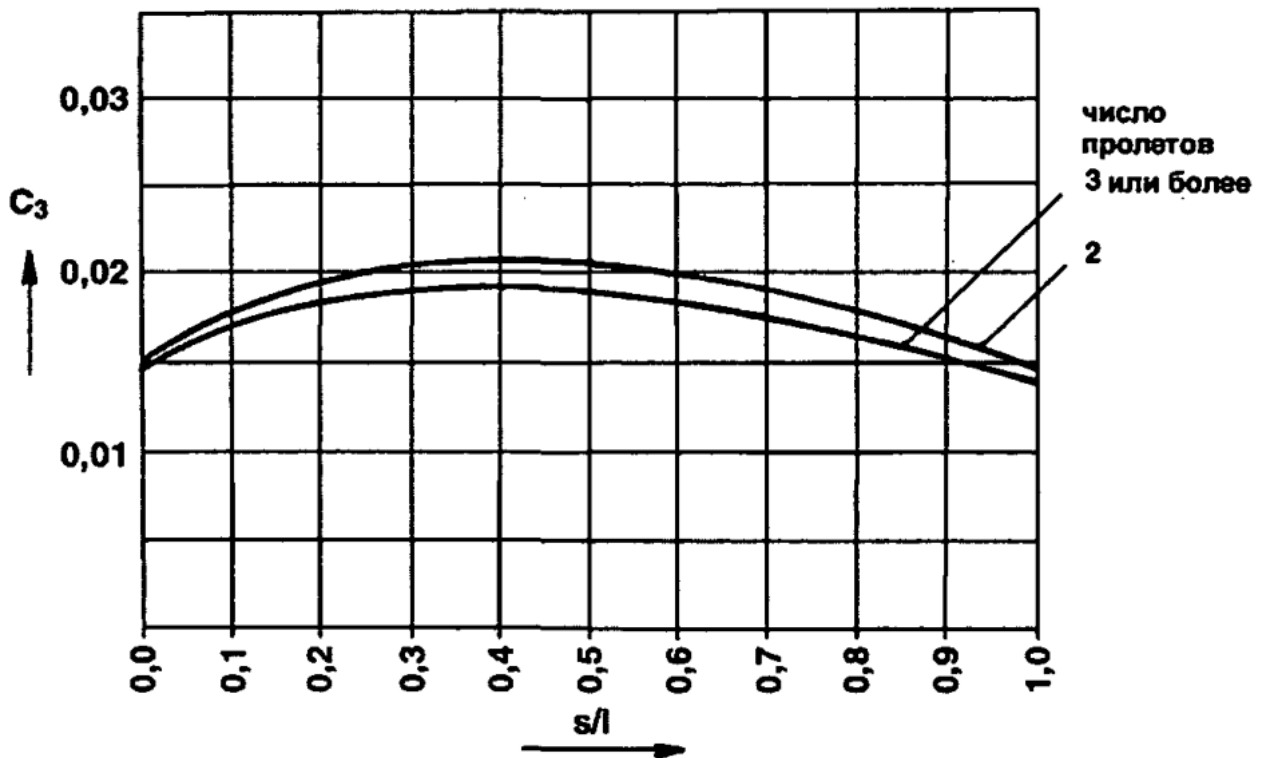


Рисунок 3.5 – График для определения коэффициента  $C_3$

*При загрузке (разгрузке).*

5. Сила, действующая на порог кабины в центральной точке, определяется по формуле:

$$F_s = f_1 \cdot Q \cdot g_{\text{п}}, \text{ Н}$$

где  $f_1$  – коэффициент для пассажирских лифтов равна 0,4;

$f_1$  – коэффициент для грузовых лифтов без загрузки вилочными погрузчиками равна 0,75.

Если кабина оборудована дверями центрального открывания, и имеет место одноосный изгиб.

6. Поперечная сила, действующая на направляющую, равна:

$$F_x = \frac{F_s \cdot b}{4 \cdot h}, \text{ Н}$$

где  $b$  – ширина кабины, мм;

$h$  – расстояние (вертикальное) между направляющими башмаками, мм.

7. Изгибающий момент для  $h > 1,5 \cdot l_k$

$$M_{\text{изг}} = 0,2 \cdot F_x \cdot l_k, \text{ Н} \cdot \text{мм}$$

8. Напряжение изгиба равно:

$$\sigma_{\text{х.изг.}} = \frac{M_{\text{изг.}}}{W_y}, \text{ Н/мм}^2$$

9. Прогиб равен:

$$\sigma_{x.\text{прог.}} = \frac{C_3 \cdot F_x \cdot l_k^3}{E \cdot J_y}, \text{ мм}$$

Заключение: если напряжение изгиба в пределах до 100 Н/мм<sup>2</sup>, то спроектированная направляющая соответствует всем требованиям.

## Лабораторная работа №4 ИСПЫТАНИЕ ЛИФТОВЫХ ТОРМОЗОВ

*Целью настоящей работы является:*

- доказать, что тормоз способен развивать предварительный тормозной момент, для него установленный;
- определить, способен ли тормоз развивать требуемый тормозной момент в заранее определённых эксплуатационных условиях, характеризуемый коэффициентами нагрузки и количеством пусков в час, с допустимым увеличением температуры рабочих компонентов;
- убедиться, что избыточный износ накладок тормоза не происходит при длительном периоде работы.

*Оборудование:* кабина лифта, тормоз, электродвигатель, испытательный стенд.

*Задание:*

1. Изучить тормозную систему лифта.
2. Вычертить кинематическую схему к расчёту тормозного момента (рис. 3.1).
3. Вычертить схему испытательного оборудования (рис. 3.2)
4. Определить тормозной момент электромагнитного тормоза для пассажирского лифта заданного варианта.

### Общие сведения

Тормозная система лифта, которая должна приводиться в действие автоматически в случае отключения электропитания и/или отключения питания цепей контроллера, должна быть оборудована электромеханическим фрикционным тормозом. Этот тормоз должен быть способен остановить лебедку, когда кабина перемещается с номинальной скоростью при нагрузке составляющей 125% номинального значения и после этого удерживать её в неподвижном состоянии. Замедление не должно превышать величины, соответствующей срабатыванию ловителей или посадке кабины на буфер.

В течении процесса остановки кинетическая энергия движущихся частей лифта преобразуется в тепловую; удерживающая функция тормоза предотвращает изменение потенциальной энергии.

Тормоз обычно устанавливается на скоростном валу (вал двигателя), т.к. тормозной момент здесь относительно небольшой при условии, что вал соединен со шкивом (барabanом, звездочками) непосредственно механическими средствами.

Торможение должно создаваться посредством пружин сжатия или силы тяжести. Он может выключаться или электромагнитным, или электрогидравлическим способом. Прекращение подачи тока должно контролироваться минимум двумя независимыми электрическими устройствами.

Торможение должно произойти, когда прерывается электрическая цепь управления тормозом.

Тормозной момент должен быть достаточным для того, чтобы безопасно остановить кабину с нагрузкой, эквивалентной 125% номинальной грузоподъемности, и потом удерживать её в неподвижном положении.



Тормозной (вращающий) момент состоит из двух частей: статической составляющей, необходимой для удержания системы в покое, и динамической составляющей необходимой для поглощения кинетической энергии всех движущихся частей системы.

### Методические указания к работе

Тормозной момент будет рассчитываться при условии, что кабина останавливается на самой нижней посадочной площадке, т.к. это условие имеет решающее значение для торможения. Схема системы представлена на рисунке 3.1.

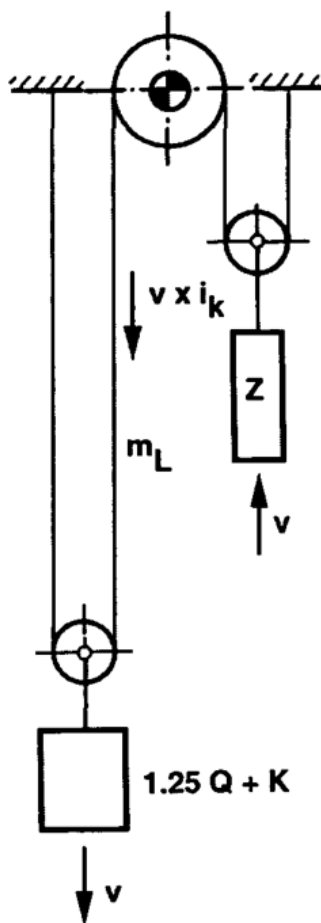


Рис. 3.1 Схема к расчёту тормозного момента

Испытания проводят на специальном испытательном стенде (рис. 3.2).

Приводной электродвигатель 1 используется для ускорения махового колеса 4 до заранее определенной угловой скорости. После достижения такой скорости двигатель отсоединяется от электрической сети и включается тормоз 5.

Маховое колесо спроектировано таким образом, что имеется возможность менять общую массу махового колеса, и соответственно изменять его момент инерции в определенном диапазоне величин.

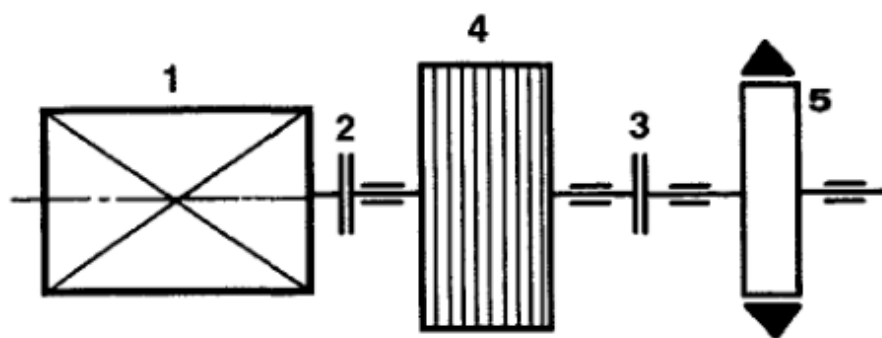


Рис. 3.2 – Схема испытательного оборудования

1 – приводной электродвигатель; 2, 3 – упругая муфта; 4 – маховое колесо изменяемой массы; 5 – испытываемый тормоз и тормозной шкив

Момент инерции червячного колеса и шкива, приведенный к скоростному валу предполагается равным 20% момента инерции двигателя и тормозного шкива.

При условии, что электрическое торможение применяется при скорости, практически равной нулю, механический тормозной момент при нормальных условиях эксплуатации будет приблизительно равен вращающему статическому моменту.

В случае обрыва цепи электропитания, в момент приближения кабины к уровню самой низкой посадочной площадки с нагрузкой, равной 125% номинального значения, тормоз должен быть способен безопасно остановить кабину и предотвратить перебеги площадки остановки.

### Последовательность выполнения работы

1. *Определяется общий тормозной момент* при остановке кабины с номинальным грузом плюс 25%, останавливающейся на самой нижней посадочной площадке:

$$M_T = M_{CT} + M_D, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

где  $M_{CT}$  – статический крутящий момент;

$M_D$  – динамический крутящий момент.

2. *Определяется статический крутящий момент:*

$$M_{CT} = \left( \frac{1,25 \cdot Q + K - Z}{i} + m_L \right) \cdot g_n \cdot \frac{D}{2 \cdot i_p} \cdot \eta_m, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

где  $Q$  – номинальная грузоподъемность, кг;

$K$  – масса кабины, кг;

$Z$  – масса противовеса, кг;

$i$  – коэффициент кратности подвески ( $i = 2$ );

$m_L$  – масса каната подвески, между ободом шкива и кабиной, кг;

$g_n$  – ускорение свободного падения,  $\text{м}/\text{с}^2$ ;

$D$  – диаметр шкива, м;

$i_p$  – передаточное число редуктора;

$\eta_m$  – механический КПД в условиях торможения.

3. Определяется передаточное число редуктора:

$$i_p = \frac{n_{\text{дв}}}{n_{\text{в}}},$$

где  $n_{\text{дв}}$  – частота вращения двигателя, об/мин;

$n_{\text{в}}$  – частота вращения вала двигателя, об/мин.

4. Определяется частота вращения вала двигателя:

$$n_{\text{в}} = \frac{60 \cdot v_c}{\pi \cdot D}, \text{ об/мин}$$

где  $v_c$  – скорость кабины, м/с;

$D$  – диаметр шкива, м.

5. Определяется механический КПД в условия торможения:

$$\eta_m = \eta_{RS} \cdot \eta_S \cdot \eta_G,$$

где  $\eta_{RS}$  – КПД канатной системы;

$\eta_S$  – КПД тягового шкива;

$\eta_G$  – КПД (обратный) червячного колеса.

6. Определяется динамический крутящий момент:

$$M_{\text{д}} = I \cdot \varepsilon, \text{ Н} \cdot \text{м}$$

где  $I$  – момент инерции всех движущихся частей системы, кг · м<sup>2</sup>;

$\varepsilon$  – угловое ускорение торможения скоростного вала, об/с<sup>2</sup>.

7. Определяется момент инерции всех движущихся частей системы:

$$I = I_1 + I_2 + I_3, \text{ кг} \cdot \text{м}^2$$

где  $I_1$  – момент инерции ротора, тормозного шкива, червяка, кг · м<sup>2</sup>;

$I_2$  – момент инерции червячного колеса и шкива, кг · м<sup>2</sup>;

$I_3$  – момент инерции всех частей системы, которые находятся в линейном движении, кг · м<sup>2</sup>.

8. Определяется угловое ускорение торможения скоростного вала:

$$\varepsilon = \frac{\pi \cdot n_{\text{дв}}}{30 \cdot t_{\text{т}}}, \text{ об/с}^2$$

где  $n_{\text{дв}}$  – обороты двигателя в минуту, в начальный момент торможения, об/мин;

$t_{\text{т}}$  – время торможения, с

## **Лабораторная работа №5**

### **ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНТАКТНОГО ДАВЛЕНИЯ И КОЭФФИЦИЕНТА ТРЕНИЯ В РУЧЬЯХ ШКИВА**

*Цель работы:* определение контактного давления и коэффициента трения в ручьях шкива.

*Оборудование:* канатоведущий шкив, канат.

*Задание:*

1. Изучить устройство канатных систем.
2. Вычертить профили канавок канатоведущего шкива.
3. Вычертить схему канатной системы согласно заданию.
4. Определить допустимое контактное давление.
5. Определить максимальную силу натяжения канатов.
6. Определить максимальную величину контактного давления для клинового ручья и полукруглого ручья с подрезом.
7. Определить коэффициент трения для клинового ручья и полукруглого ручья с подрезом.

#### **Общие сведения**

Тяговый привод используется как средство передачи энергии на канаты лифта. Тяговое усилие передается за счет трения между канатами и ручьями шкива.

В конструкции механизмов подъема лифтов с канатной подвеской кабины (противовеса) барабаны и канатоведущие шкивы используются для преобразования вращательного движения выходного вала механизма привода в поступательное перемещение кабины (противовеса).

Применение канатоведущего шкива (далее КВШ) в лифтовых лебедках позволяет существенно повысить безопасность пассажиров, практически исключая опасность обрыва канатов, так как кабина может быть подвешена на нескольких параллельных ветвях канатов, а высота переподъема ограничивается проскальзыванием канатов из-за посадки противовеса на буфер.

Внешняя нагрузка КВШ, равная разности натяжения канатов подвески кабины и противовеса, уравнивается действием сил сцепления (трения) канатов с канавками шкива. Эти силы зависят от угла обхвата шкива канатами, формы профиля поперечного сечения канавки, коэффициента трения между канатом и рабочей поверхностью канавки и соотношения сил натяжения в ветвях канатов.

Для предотвращения проскальзывания канатов в канавках КВШ во время работы лебедки этим канавкам придают специальный профиль (рисунок 5.1).

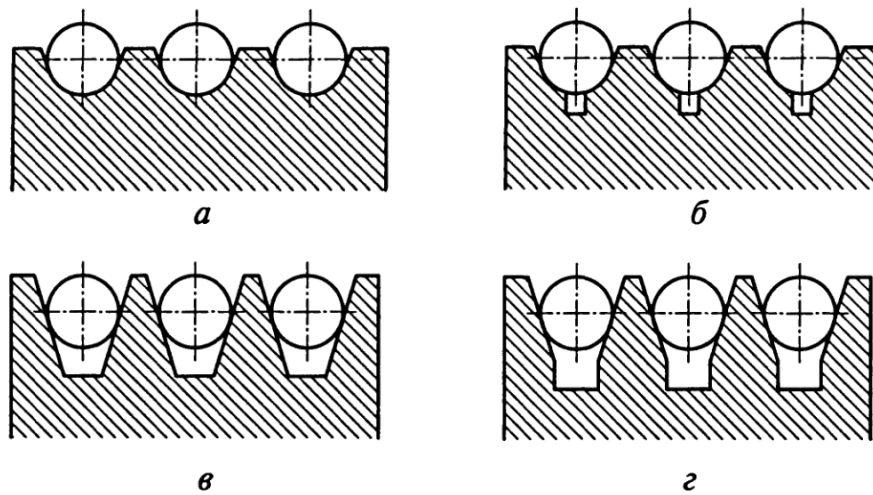


Рисунок 5.1 – Профили канавок канатоведущего шкива  
 а – полукруглый; б – полукруглый с подрезом; в – клиновой; г – клиновой с подрезом

Схемы основных канатных систем представлены на рисунках 5.2-5.8.

Верхнее расположение лебедки:

- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=1$  (рисунок 5.2);
- привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески  $i=1$  (рисунок 5.3);
- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=2$  (рисунок 5.4);
- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i=4$  (рисунок 5.5).

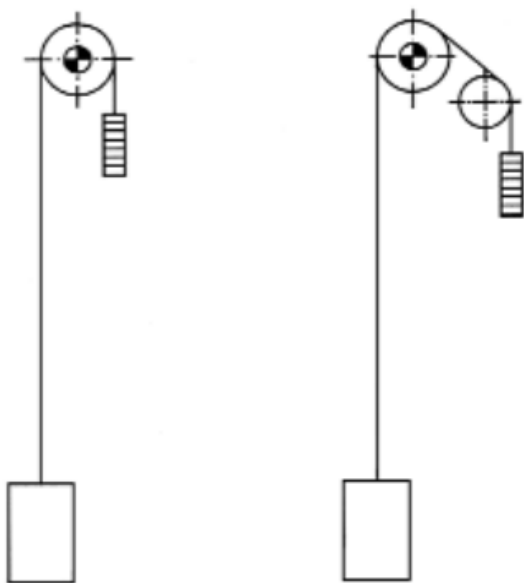


Рисунок 5.2 - Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 1



Рисунок 5.3 - Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески 1

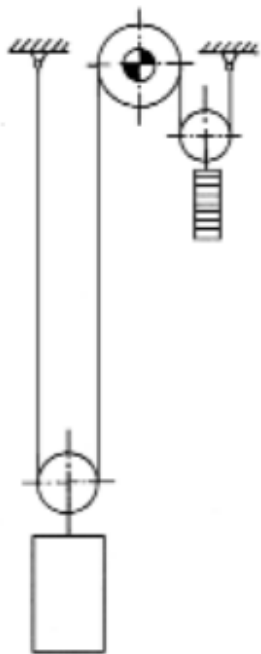


Рисунок 5.4 – Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 2

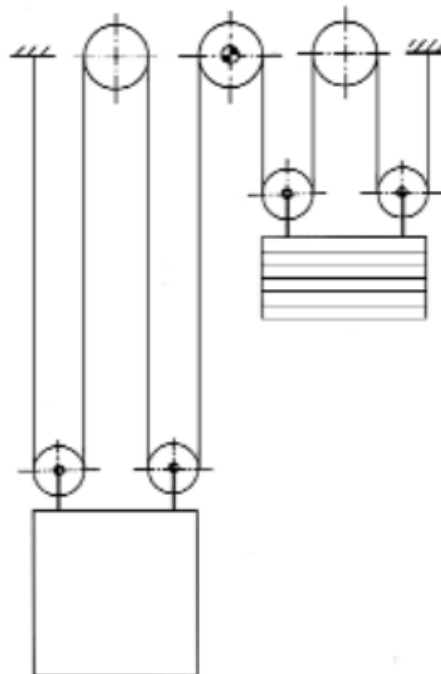


Рисунок 5.5 - Канатная система с верхним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 4

Лебедка в нижнем помещении:

- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i = 1$  (рисунок 5.6);
- привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески  $i = 1$  (рисунок 5.7);
- привод с одним обхватом, кратность канатной подвески  $i = 2$  (рисунок 5.8).

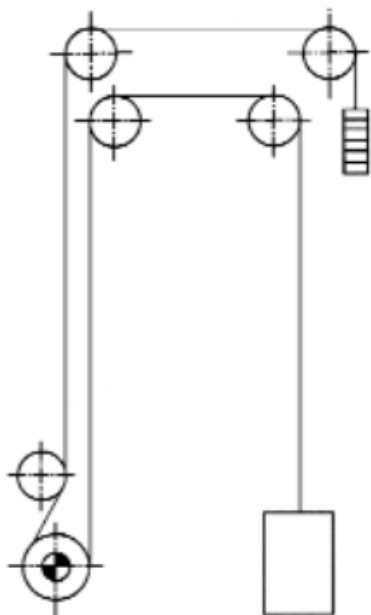


Рисунок 5.6 - Канатная система с нижним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 1

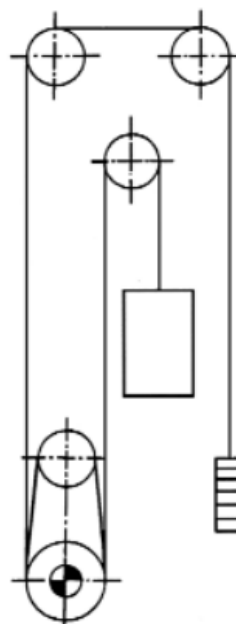


Рисунок 5.7 - Канатная система с нижним расположением лебедки, привод с двойным обхватом, кратность канатной подвески 1

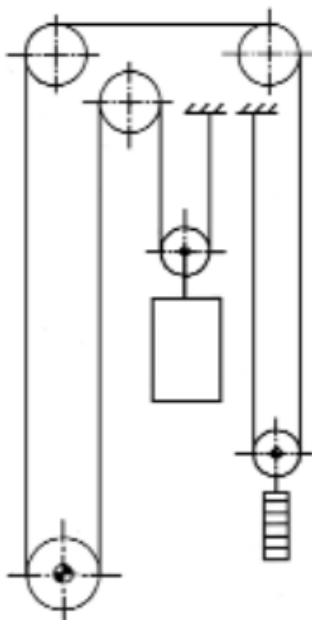


Рисунок 5.8 – Канатная система с нижним расположением лебедки, привод с одним обхватом, кратность канатной подвески 2

В системах с кратностью канатной подвески не равным 1, оба конца канатов лифта неподвижно зафиксированы на верхних балках, тогда как блоки подвески установлены на кабине и противовесе.

Теоретическая сила натяжения в канатах лифта в  $i$  раза меньше, чем при кратности канатной подвески 1, а окружная скорость обода тягового шкива в  $i$  раз больше.

В соответствии с требованиями стандартов соотношение между расчетным диаметром шкива или блока и номинальным диаметром подвесных канатов, независимо от числа прядей, должно быть не менее 40.

Тяговые шкивы (рисунок 5.9) обычно изготавливаются из стального или чугунного литья; блоки также изготавливаются методом литья из чугуна или из стали.

Относительно недавно на рынке появились новые неметаллические материалы, т.е. термо- и дюропластиковые материалы.

Эти материалы обладают следующими преимуществами:

- малый удельный вес,
- высокая жесткость и твердость,
- высокую ударную вязкость,
- устойчивость к трению и износу,
- высокое сопротивление проскальзыванию,
- устойчивость против коррозии,
- незначительное влагопоглощение,
- частичное или полное отсутствие необходимости в техническом обслуживании.

Отводные блоки производятся литьем без размерных ограничений. Они могут опираться на роликовые подшипники или втулки (рисунок 5.9).

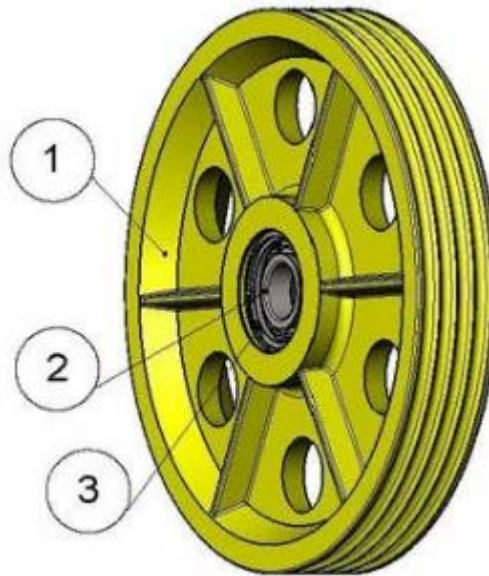


Рисунок 5.9 – Отводной блок

1 – блок; 2 – подшипник; 3 – стопорное кольцо

Тяговые шкивы изготавливаются с окончательно готовыми ручьями для подвесных канатов.

### Методические указания к работе

#### Последовательность выполнения работы

1. *Определяется максимальное допустимое значение контактного давления:*

$$P_{\text{доп}} = \frac{12,5 + 4 \cdot v_c}{1 + v_c}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $v_c$  – скорость каната, соответствующая номинальной скорости кабины, м/с.

2. *Определяется максимальная сила натяжения канатов:*

$$T = \frac{(K + Q) \cdot g_{\text{п}}}{n}, \text{ Н}$$

где  $K$  – масса пустой кабины, кг;

$Q$  – номинальная грузоподъемность, кг

$g_{\text{п}}$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup> ( $g_{\text{п}} = 9,81 \text{ м/с}^2$ );

$n$  – кратность подвески (согласно схемы исходного задания).

#### **Клиновой ручей**

Предполагается, что длина деформированной части поверхности каната, вызванная радиальным давлением, составляет приблизительно одну треть часть диаметра каната и величина контактного давления изменяется на этом участке по синусоидальному закону (рисунок 5.10).



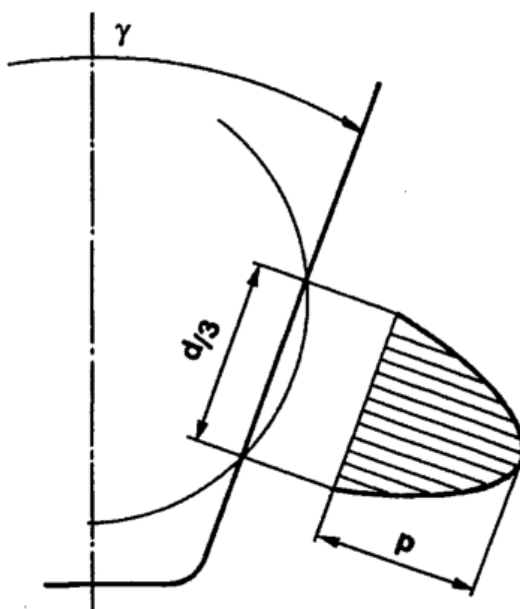


Рисунок 5.10 – Распределение контактного давления в клиновом ручье

3. Максимальная величина контактного давления в любой точке дуги обхвата шкива канатом для клинового ручья определяется следующей формулой:

$$P_{max} = \frac{3 \cdot \pi \cdot T}{2 \cdot D \cdot d \cdot \sin \frac{\gamma}{2}}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $D$  – диаметр шкива, мм;

$d$  – диаметр каната, мм;

$\gamma$  – угол ручья, град (рисунок 5.11).

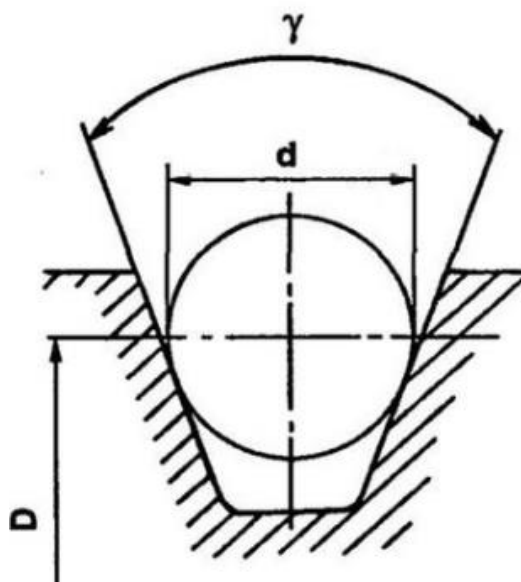


Рисунок 5.11 – Схема клинового ручья шкива

Если  $P_{max} > P_{доп}$ , то следует увеличить диаметр канатов и произвести перерасчет.

4. Определим коэффициент трения для клинового ручья по формуле:

$$f = \frac{\mu}{\sin \frac{\gamma}{2}}$$

где  $\mu$  – фактический коэффициент трения между канатом и стальным шкивом или шкивом из чугуна ( $\mu = 0,09$ ).

Для 35°-ного клинового ручья коэффициент трения будет равен:

$$f = 3,325 \cdot \mu.$$

### ***Ручей полукруглый с подрезом***

Распределение контактного давления по площади контакта (рисунок 5.12) аналогично распределению для полукруглого ручья, так как оно определяется той же кривой; однако есть существенное различие, связанное с изменением профиля ручья.

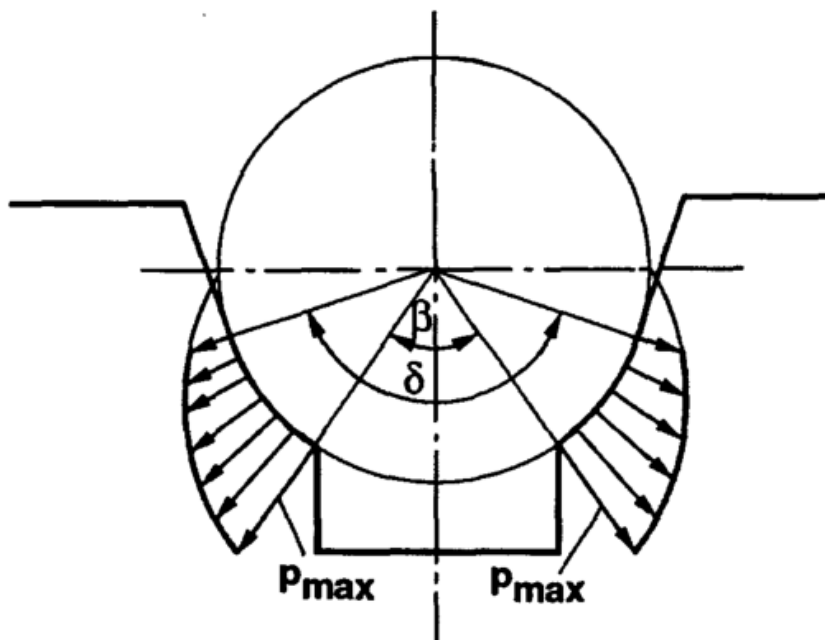


Рисунок 5.12 - Распределение контактного давления в полукруглом ручье с подрезом

Линия контакта между канатом и ручьем прерывается там, где изначально давление должно было бы быть наибольшим; поэтому векторы давления распространяются на меньшей площади контакта ручья, создавая в нем более высокое давление, чем в полукруглом ручье.

5. Определяем контактное давление:

$$P_{\text{кон}} = \frac{8 \cdot T \cdot \cos \beta}{D \cdot d \cdot (\sigma - \beta + \sin \sigma - \sin \beta)}, \text{ Н/мм}^2$$

где  $\sigma$  это соотношение углов  $\sigma_1$  и  $\sigma_2$  ( $\sigma = \frac{\sigma_1}{\sigma_2} \cdot \pi$ );

$\beta$  – полукруглый угол, град.

6. Определяем максимальное давление на краю подреза:

$$P_{\text{max}} = \frac{8 \cdot T \cdot \cos \frac{\beta}{2}}{D \cdot d \cdot (\sigma - \beta + \sin \sigma - \sin \beta)}, \text{ Н/мм}^2$$

Если  $P_{\text{max}} > P_{\text{кон}}$ , то следует увеличить диаметр канатов и произвести перерасчет.

7. Определим коэффициент трения для полукруглого ручья с подрезом по формуле:

$$f = 4 \cdot \mu \cdot \frac{\sin \frac{\sigma}{2} - \sin \frac{\beta}{2}}{\sigma - \beta + \sin \sigma - \sin \beta}$$

## **Лабораторная работа №6**

# **ИЗУЧЕНИЕ ТЯГОВЫХ И КОМПЕНСИРУЮЩИХ КАНАТОВ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА**

*Цель работы:* выбрать подвесной канат для пассажирского лифта.

*Оборудование:* кабина лифта, компенсирующие канаты.

*Задание:*

1. Изучить устройство компенсирующих канатов лифта.
2. Вычертить канатные системы лифтов.
3. Вычертить поперечное сечение компенсирующего кабеля.
4. Определить коэффициент запаса прочности для канатов лифтов различных групп конструкций.

### **Общие сведения**

В конструкции высотных лифтовых установок применяются компенсирующие канаты или цепные кабели для минимизации степени неуравновешенности тяговых канатов и подвесных кабелей, которая создает дополнительную нагрузку на шкиве и двигателе независимо от положения кабины.

Пока влияние изменения силы тяжести канатов подвески не скомпенсировано, тяговое усилие может стать или недостаточным или избыточным, что может создать опасную ситуацию.

Кроме того, при использовании компенсирующих канатов (цепных кабелей), требуется меньший крутящий момент двигателя лифта.

Компенсация обычно необходима для высоты подъема более 30 м.

При номинальной скорости более 2,5 м/с, для компенсации могут использоваться только канаты. Они закрепляются в нижней части кабины, проходят вниз и огибают блоки натяжного устройства, расположенного в прямке, и далее вверх для крепления к нижней части противовеса (рис. 5.1). Лебёдка расположена вверх и применяется привод с одним обхватом.

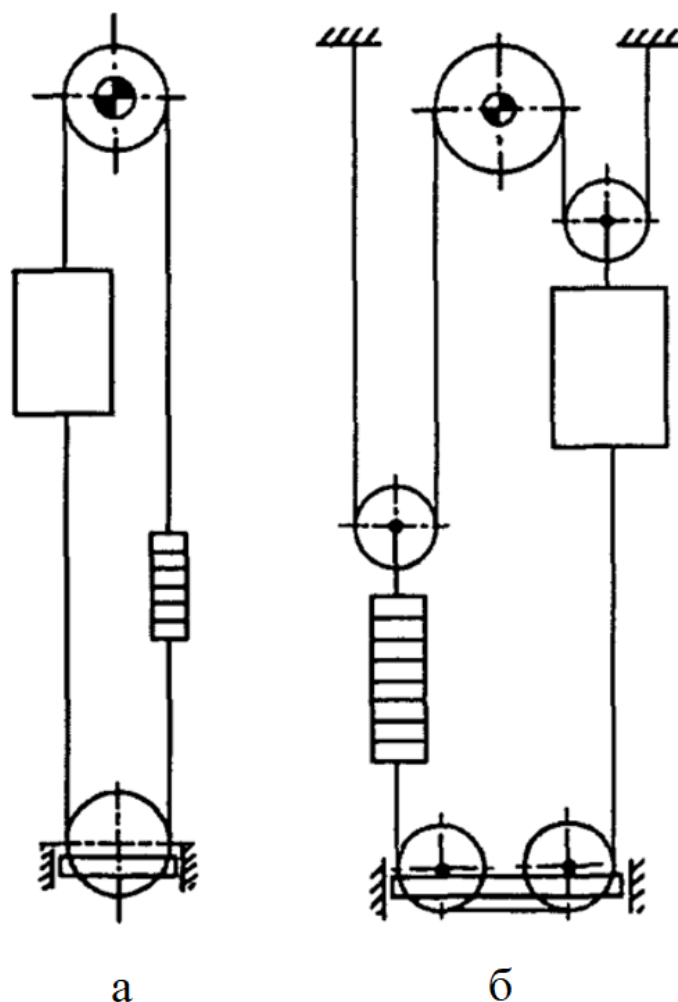


Рис. 5.1 Канатные системы лифтов

а – канатная система с компенсирующими канатами, кратность канатной подвески 1; б - канатная система с компенсирующими канатами, кратность канатной подвески 2

При номинальной скорости больше 3,5 м/с натяжное устройство должно быть оборудовано противо-подскоковым устройством. Срабатывание противо-подскокового устройства вызывает разрыв электрическая цепь безопасности, которая должна отключить лебедку.

При скорости меньше 2,5 м/с может использоваться компенсирующие цепные кабели. Они дешевле и система подвески проще, т.к. не требуется натяжное устройство.

Компенсирующие устройства были вначале выполнены в виде цепи, она вызывала шум, особенно при высокой скорости. В связи с этим уравнивающая цепь может применяться при скоростях до 1 м/с. Кроме того, трение одного звена с другим вызывало абразивный износ.

В настоящее время применяют компенсирующие цепи с пропущенной через звенья веревкой (пеньковый канат пропущенный через звенья) или составлять из звеньев с пластиковым покрытием. Фирма Siesco США, выпускает кабель Whisperflex (рис. 5.2).

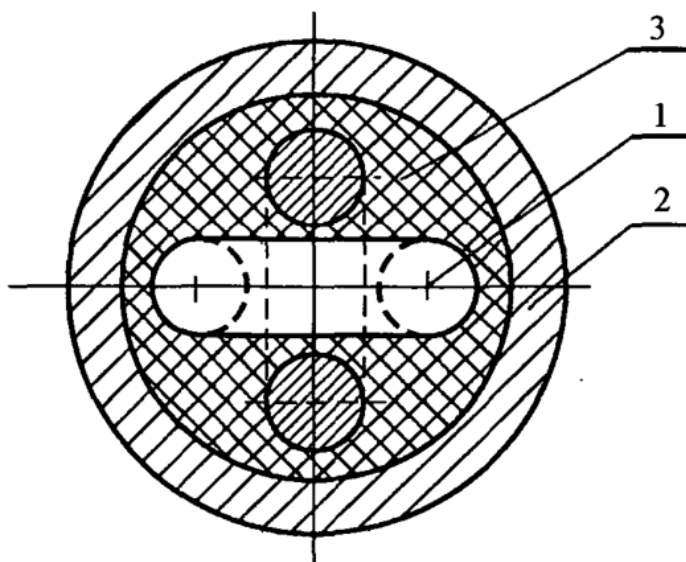


Рис. 5.2 – Поперечное сечение компенсирующего кабеля Whisperflex  
 1 – цепь; 2 – оболочка из чёрного поливинилхлорида; 3 - смесь металлических частиц и пластиковых элементов

Характерной особенностью кабеля Whisperflex - минимизация шума и абразивного износа. Он формирует свободно висящую петлю в шахте лифта и имеет меньшее поперечные колебания, так, что маловероятны его удары по стенкам шахты. Он имеет характеристику демпфирования колебаний, сходную с подвесным кабелем лифта.

Металлические частицы могут быть железистые или нежелезистые любого размера и формы, предпочтительно от 0,5 до 1,0 мм в диаметре. Они занимают 50-70% объема, остальное занято пластиковыми (поливинилхлорид) элементами.

Применение металлических частиц ведет к увеличению веса на единицу линейной длины так, что при том же весе на единицу длин, кабель Whisperflex меньше в диаметре по сравнению с прежними компенсирующими цепями.

## Методические указания к работе

### Последовательность выполнения работы

При расчете растяжения каната рассматривается только статическая нагрузка.

В связи с этим, коэффициент запаса должен быть довольно высоким, т.к. его величина должна учитывать действие дополнительного напряжения, например, напряжения изгиба, когда канат охватывает шкив и/или блоки; начального внутреннего напряжения в проволоках, связанного с процессом производства канатов; напряжения вызванные действием инерционных сил при разгоне и торможении, а также, эффект неравномерного распределения нагрузки по ветвям каната из-за несовершенства конструкции механизма подвески.

*Коэффициент запаса прочности* выражается величиной отношения минимальной разрушающей нагрузкой и максимальной силы статического натяжения каната.

$$f = \frac{n \cdot N}{F},$$

где  $n$  – число канатов подвески;

$N$  – минимальная разрушающая нагрузка одного каната, Н;

$F$  – максимальная сила растяжения в канатах подвески лифтов, Н.

В соответствии со стандартом EN 91-1:1998 коэффициент запаса  $f$  подвесных канатов должен быть минимальным из представленных условий:

- 12 в случае с тяговым приводом с тремя или более канатами;
- 16 в случае с тяговым приводом и с двумя канатами;
- 12 в случае с барабанным приводом.

Для определения максимальной силы растяжения  $F$  предполагается, что неподвижная кабина с номинальным грузом находится на нижней посадочной площадке, учитывается действие силы тяжести массы кабины, части канатов лифта и подвесного кабеля, а также уравнивающих устройств наряду с учетом коэффициента кратности канатной системы  $i$  (полиспаста).

Максимальная сила растяжения  $F$  выражается из уравнения коэффициент запаса:

$$F = \frac{n \cdot N}{f}, \text{ Н}$$

Произведение числа канатов подвески  $n$  на минимальную разрушающую нагрузку одного каната  $N$  определяется по следующему уравнению:

$$n \cdot N = \left( \frac{Q + K}{i} + m_L \right) \cdot g_n \cdot f, \text{ Н}$$

где  $Q$  – номинальная грузоподъемность, кг;

$K$  – масса кабины, кг;

$i$  – коэффициент кратности подвески;

$m_L$  – вес каната, кг (для предварительных расчетов весом каната допускается пренебречь);

$g_n$  – ускорение свободного падения, м/с<sup>2</sup>.

Минимальная разрушающая нагрузка всех канатов определяется по уравнению:

$$M_{min} = n \cdot N, \text{ Н}$$

Отсюда выражается минимальная разрушающая нагрузка одного каната:

$$N = \frac{M_{min}}{n}, \text{ Н}$$

Исходя из полученной минимальной разрушающей нагрузки одного каната  $N$  по исходным данным таблиц 5.2 и 5.3 подбираем диаметры канатов лифта группы конструкций 6х19 и 8х19.

Фактический коэффициент запаса прочности для канатов лифтов группы конструкций 6х19 и 8х19:

$$f = \frac{n \cdot N}{\left(\frac{Q + K}{i} + n \cdot m_L \cdot H\right) \cdot g_n},$$

где  $H$  – высота подъёма, м;

$m_L$  – масса единицы длины каната, кг/100м;

$N$  – минимальная разрушающая нагрузка, Н (выбирается по таблицам 5.2 и 5.3 исходя из выбранного диаметра каната).

Таблица 5.2

Технические данные для канатов 6х19

Номинальный диаметр каната d, мм	Минимальная разрушающая нагрузка N, кН	Приблизительная масса единицы длины каната $m_L$ , кг/100м
8	28,1	22,2
10	43,9	34,7
11	53,2	42,0
13	74,3	58,6
16	113,0	88,8
19	159,0	125,0
22	213,0	168,0

Таблица 5.3

Технические данные для канатов 8х19

Номинальный диаметр каната d, мм	Минимальная разрушающая нагрузка N, кН	Приблизительная масса единицы длины каната $m_L$ , кг/100м
6	17,8	13,0
8	31,7	23,1
10	49,5	36,1
11	59,9	43,7
13	83,7	61,0
16	127,0	92,4
19	179,0	130,0
22	240,0	175,0



## Лабораторная работа №7

### РАСЧЕТ МОЩНОСТИ ДВИГАТЕЛЯ ЛИФТА МЕТОДОМ ЭКВИВАЛЕНТНОГО МОМЕНТА

*Цель работы:* изучить устройство, типоразмеры и режимы работы электродвигателей лифтов.

*Оборудование:* электродвигатель лифта.

*Задание:*

1. Изучить общие сведения о электрических машинах.
2. Изучить типоразмеры и режимы работы электродвигателей лифтов.
3. Изучить устройство, принцип и режимы работы асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором.
4. Изучить устройство, принцип и режимы работы асинхронного электродвигателя с фазным ротором.
5. Изучить устройство, принцип и режимы работы двигателей постоянного тока.
6. Определить мощность двигателя методом эквивалентного момента и выбрать трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором.

#### Общие сведения

**Электрическая машина** представляет собой электромеханическое устройство, предназначенное для преобразования либо механической энергии в электрическую (электрический генератор), либо электрической энергии в механическую (электрический двигатель).

**Электродвигатель** – основной элемент электропривода рабочих машин.

В настоящее время существуют разнообразные конструктивные формы электрических машин, но подавляющее их большинство построено на принципе вращательного движения подвижной части относительно неподвижной. Обобщенная конструкция такой электрической машины (рисунок 7.1) состоит из неподвижной части *а*, называемой **статором** и вращающейся части *б*, называемой **ротором**.



Рисунок 7.1 – Обобщенное устройство электрической машины вращательного действия  
а – статор; б – ротор

Ротор располагается в расточке статора (рисунок 7.2) и отделен от него воздушным зазором. Одна из указанных частей машины снабжена элементами, возбуждающими в машине магнитное поле, а другая — имеет обмотку, которую можно условно назвать рабочей обмоткой машины. Как неподвижная часть машины (статор), так и подвижная (ротор) имеют сердечники, выполненные из магнитномягкого материала и обладающие небольшим магнитным сопротивлением.



Рисунок 7.2 – Расположение ротора в расточке статора

Если электрическая машина работает в режиме генератора, то при вращении ротора (под действием приводного двигателя) в рабочей обмотке наводится ЭДС и при подключении к ней потребителя появляется электрический ток. При этом механическая энергия приводного двигателя преобразуется в электрическую энергию, расходуемую в потребителе. Если машина предназначена для работы в качестве электродвигателя, то рабочая обмотка машины подключается к сети. При этом ток, возникший в этой обмотке, взаимодействует с магнитным полем возбуждения и на роторе возникают электромагнитные силы, приводящие ротор во вращение. При этом электрическая энергия, потребляемая двигателем из сети, преобразуется в механическую, затрачиваемую на приведение в действие какого-либо механизма, станка, транспортного средства и т. п.

При передаче вращательного движения рабочему механизму двигатель испытывает противодействие со стороны этого механизма, определяемое статическим моментом сопротивления  $M_c$ .

Двигатели изготавливают двухскоростными с двумя обмотками на статоре с разным числом полюсов  $2p$ . При запуске двигатель включается на обмотку статора с меньшим числом полюсов (на большую синхронную частоту вращения) и лишь перед остановкой, с целью «притормаживания», всего на несколько секунд двигатель переключается на обмотку статора с большим числом полюсов (с меньшей синхронной частотой вращения). Эта мера позволяет «погасить» инерцию движущихся частей системы и снизить скорость движения кабины лифта перед ее остановкой.

Двигатели для привода лифтов выполняют малошумными с повышенными требованиями к вибрации.

Двигатели изготавливают с высотами оси вращения 160, 180 и 200 мм. Исполнение по степени защиты IP23 с самовентиляцией или независимой вентиляцией. Крепление двигателей фланцевое (без лап); с одним или двумя выступающими концами вала.

Структура обозначения типоразмеров двигателей для привода лифтов:

X X X X X X X X X  
 $\bar{1}$   $\bar{2}$   $\bar{3}$   $\bar{4}$   $\bar{5}$   $\bar{6}$   $\bar{7}$   $\bar{8}$   $\bar{9}$

1 – базовая серия 5А, АИ; 2 – исполнение по защите и способу охлаждения: буква Н – защищенное исполнение с самовентиляцией; буква Ф – защищенное исполнение с принудительной (независимой) вентиляцией; 3 – высота оси вращения, мм; 4 – размер по длине станины (S – меньший, М – средний); 5 – число полюсов показано дробью: 4/16, 4/24, 6/18, 6/24; 6 – буква Н – малошумное исполнение; 7 – буква Л – двигатель для привода лифтов; 8 – буква Б – двигатель со встроенными датчиками температурной защиты (может отсутствовать); 9 – климатическое исполнение и категория места размещения при эксплуатации.

Пример обозначения лифтового двигателя: 5АН180S4/16НЛ1В УХЛ4.

На рисунке 7.3 показан образец таблички асинхронного электродвигателя лифта с обозначением паспортных характеристик.

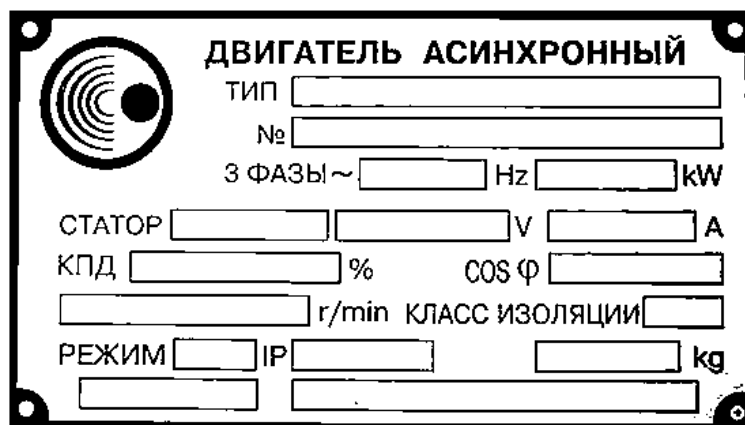


Рисунок 7.3 – Табличка электродвигателя лифта

**Режим работы электрической машины** — это установленный порядок чередования периодов, характеризуемых величиной и продолжительностью нагрузки, отключений, торможения, пуска реверса во время ее работы.

Существуют три основных режима работы двигателей, различающиеся характером изменения нагрузки:

- продолжительный режим S1;
- кратковременный режим S2;
- повторно-кратковременный режим S3.

Примерами повторно-кратковременного режима S3 являются работа электроприводов лифтов, подъемных кранов, экскаваторов и других устройств, для которых характерна цикличность (чередование периодов работы с паузами).

Для лифтов применяют электроприводы различных типов, каждый из которых имеет специфическое обозначение. Необходимость применения различных электроприводов объясняется тем, что в процессе эксплуатации к лифтам применяются различные требования. Основной эксплуатационной характеристикой

лифтов является номинальная рабочая скорость, которая зависит от типа приводного двигателя. Кроме того, тип приводного двигателя в лифтах выбирают в зависимости от требуемой точности останова кабины, необходимой плавности работы лифта, стоимости изготовления и эксплуатации привода и некоторых других факторов.

**Асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором** (рисунок 7.2) — наиболее простой по конструкции, изготовлению и надежный в эксплуатации.

Асинхронные машины относятся к категории неявнополюсных электрических машин, поскольку ни на статоре, ни на роторе асинхронной машины нет явно выраженных полюсов, при этом обмотки статора и ротора равномерно распределены в пазах по внутреннему периметру сердечника статора и внешнему периметру сердечника ротора.

На внутренней поверхности сердечника статора и наружной поверхности сердечника ротора расположены продольные пазы, в которых располагаются пазовые стороны обмоток статора и ротора соответственно. Сердечники статора и ротора, разделенные воздушным зазором, образуют магнитную систему асинхронной машины, в которой замыкается основной магнитный поток (рисунок 7.3).

Короткозамкнутую обмотку ротора выполняют из алюминия путем заливки сердечника ротора под давлением. При этом размеры и форма стержней ротора определяются размерами и формой пазов сердечника ротора. Одновременно со стержнями отливают коротко замыкающие кольца и вентиляционные лопасти. Пазы ротора обычно имеют овальную форму, и лишь в двигателях с улучшенными пусковыми свойствами применяют пазы другой формы.

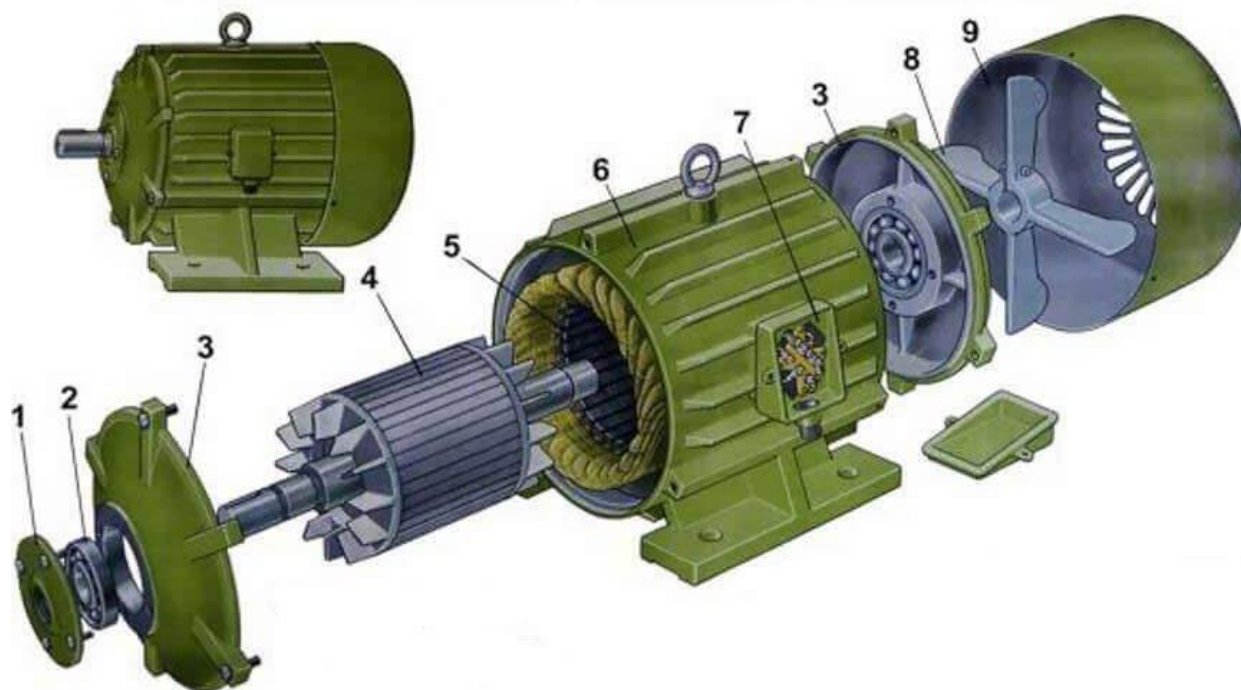


Рисунок 7.2 – Трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором

1 – крышка подшипника; 2 – подшипник; 3 – подшипниковый щит; 4 – ротор с крыльями вентилятора; 5 – статор с обмотками; 6 – станина; 7 – коробка зажимов; 8 – вентилятор; 9 – кожух

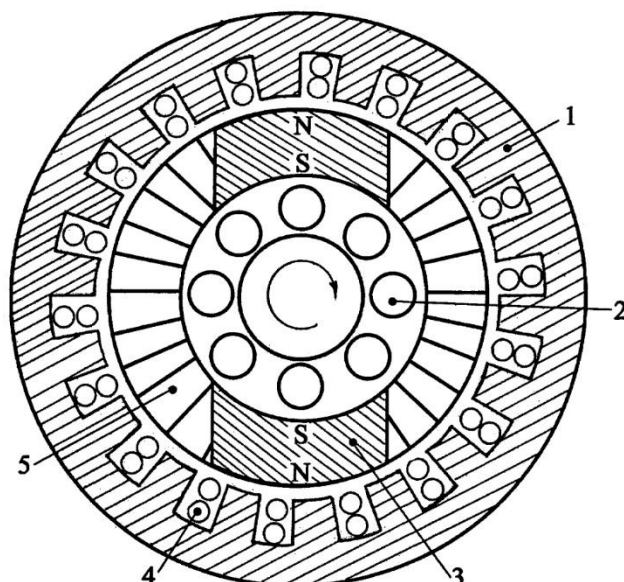


Рисунок 7.3 – Магнитная система асинхронной машины

1 – сердечник статора асинхронного двигателя; 2 – вентиляционные отверстия; 3 – полюса возбуждения ротора; 4 – симметричная трехфазная обмотка статора; 5 – короткозамкнутый ротор с обмоткой

Роторы асинхронных машин могут быть короткозамкнутыми и фазными, различающиеся типом обмотки.

У большинства трехфазных асинхронных двигателей начала фазных обмоток статора С1, С2 и С3 и концы этих обмоток С4, С5 и С6 выводят на клеммы коробки выводов, что позволяет соединять фазные обмотки статора в «звезду» или «треугольник» непосредственно в месте эксплуатации двигателя.

Это дает возможность использовать один и тот же двигатель для включения в сеть на два разных напряжения: 220/380 или 380/660 В. Соединение обмотки статора «звездой» или «треугольником» выполняется перестановкой перемычек на панели коробки выводов (рисунки 7.4 и 7.5).

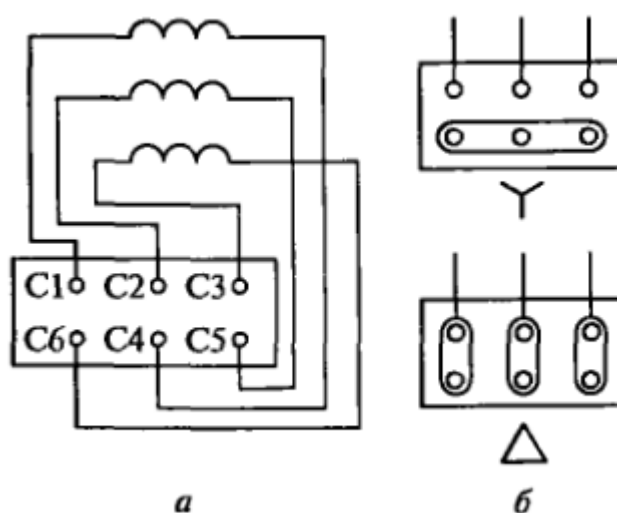
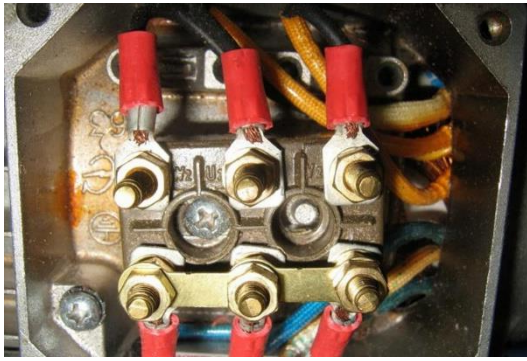
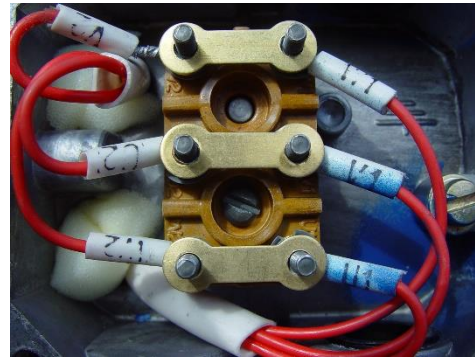


Рисунок 7.4 - Расположение выводов обмотки статора на клеммной панели и способы соединения обмотки статора «звездой» (а) и «треугольником» (б)



а



б

Рисунок 7.5 - Расположение выводов обмотки статора на клеммной панели  
а – звездой; б – треугольником

Чтобы подключить двигатель к сети напряжением 380 В, его надо соединить по схеме в звезду, а к сети 220 В — по схеме в треугольник.

При включении двигателя в сеть в обмотках статора возникает вращающееся магнитное поле, наводящее в обмотке ротора электродвижущую силу, которая создает в цепи ротора ток. В результате взаимодействия вращающегося магнитного поля статора и магнитного поля ротора двигатель развивает некоторый движущий момент, который зависит от скорости вращения ротора. Существенная особенность асинхронного двигателя состоит в том, что ток в цепи ротора возникает только в том случае, если скорость вращения ротора двигателя меньше скорости вращающегося магнитного поля статора. С другой стороны, движущий момент двигателя определяется величиной тока ротора. Поэтому при наличии на валу двигателя некоторой внешней нагрузки (момента сил сопротивления) ротор вращается медленнее магнитного поля статора, т. е. асинхронно.

Механическая характеристика лифтового асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором показана на рисунке 7.5. Через  $M$  обозначен крутящий момент двигателя, а через  $n$  – число оборотов ротора в минуту.

Рассмотрим работу двигателя при подъеме кабины лифта с грузом. Положим, что для подъема кабины необходимо на валу двигателя создать номинальный движущий момент  $M_n$ . При подключении двигателя к сети и неподвижной кабине ( $n = 0$ ) двигатель развивает пусковой начальный момент  $M_0$ . Но поскольку  $M_0$  больше  $M_n$ , то двигатель начинает разгоняться, частота вращения его ротора  $n$  увеличивается. Разгон двигателя и, следовательно, кабины продолжается до тех пор, пока движущий момент  $M$  не уменьшится до  $M_n$ , после чего двигатель будет вращаться с постоянной частотой  $n_n$ .

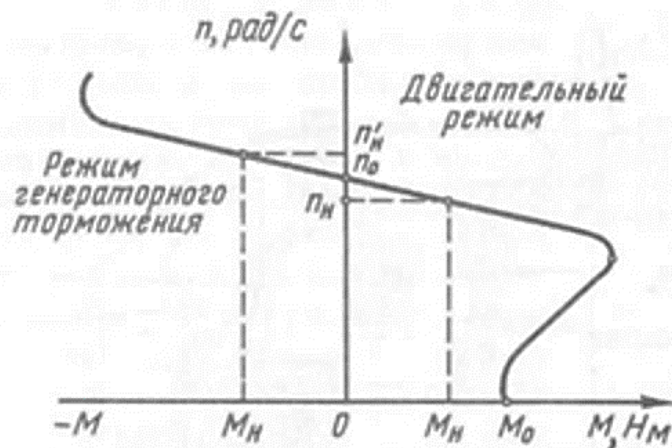


Рисунок 7.5 – Механическая характеристика асинхронного короткозамкнутого двигателя

В случае спуска кабины с грузом работа приводного двигателя протекает по-иному. Предположим, что неуравновешенный вес кабины с грузом на валу двигателя создает момент  $M_n$ , который стремится вращать вал двигателя в ту же сторону, что и момент, создаваемый самим двигателем при подключении его к сети. Вследствие этого двигатель очень быстро разгоняется до частоты  $n_n$ . Но на этом разгон не заканчивается. Когда частота вращения двигателя становится больше  $n_0$ , частота вращения ротора будет больше частоты магнитного поля статора, в результате чего ротор притормаживается. Это означает, что двигатель перешел в тормозной режим работы. Режим работы двигателя, когда магнитное поле статора вращается в одном направлении с ротором, но с частотой, меньшей, чем частота ротора, называется **режимом генераторного торможения**.

Схема электропривода лифта с короткозамкнутым асинхронным двигателем (так он будет называться в дальнейшем для сокращения) приведена на рисунке 7.6. Тормозной электромагнит ТМ подключен параллельно приводному двигателю Д, а направление вращения двигателя изменяется с помощью трехполюсных контакторов В и Н. При подготовке лифта к работе включают рубильник Р. Для движения лифта вверх включают контактор В, а для движения вниз — контактор Н. Для изменения направления вращения двигателя, т. е. для его реверсирования, необходимо переключать только две фазы статорной обмотки двигателя.

Рассмотрим теперь, как изменяется скорость кабины лифта от момента пуска до ее полной остановки. Это удобно сделать, изучая диаграммы скорости движения кабины, представленные на рисунке 7.7. На этом рисунке  $v_1$  означает скорость кабины при ее подъеме с грузом,  $v_2$  — скорость кабины при ее спуске с грузом.

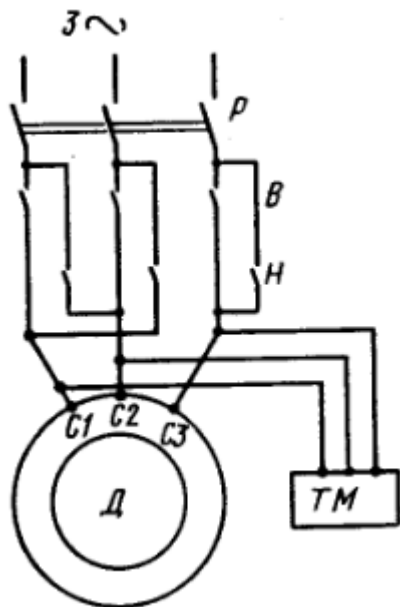


Рисунок 7.6 – Схема электропривода лифта с короткозамкнутым асинхронным двигателем

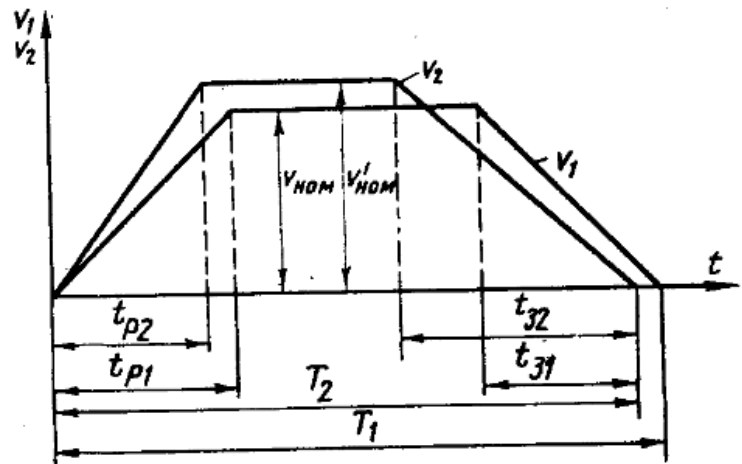


Рисунок 7.7 – Диаграммы скорости движения кабины лифта

После включения контактора В (рисунок 7.6) двигатель и тормозной электромагнит ТМ подключаются к сети. Вследствие этого привод лифта растормаживается, а двигатель Д начинает подъем кабины вверх. Спустя время  $t_{p1}$  (рисунок 7.7), скорость кабины достигает максимального значения  $v_{ном}$ . С этой скоростью кабина подходит к месту отключения двигателя для остановки кабины на уровне этажа. Контактор В отключается с помощью этажного переключателя или иного путевого выключателя, который устанавливают в таком месте шахты, чтобы при отключении двигателя и тормозного магнита от сети кабина остановилась на уровне этажа. Торможение привода лифта идет в течение времени  $t_{z1}$ , а время подъема кабины с этажа на этаж равно  $T_1$ .

Спуск кабины с одного из верхних этажей на нижний начинается после включения контактора Н. По окончании разгона кабина движется со скоростью  $v'_{ном}$ , причем эта скорость несколько больше, чем скорость подъема  $v_{ном}$ . В заданном месте шахты этажный выключатель (переключатель) отключает контактор Н и после торможения кабина останавливается на уровне этажа.

**Асинхронный электродвигатель с фазным ротором** (рисунок 7.8) отличается от двигателя с короткозамкнутым ротором тем, что его роторные обмотки делают трехфазными.



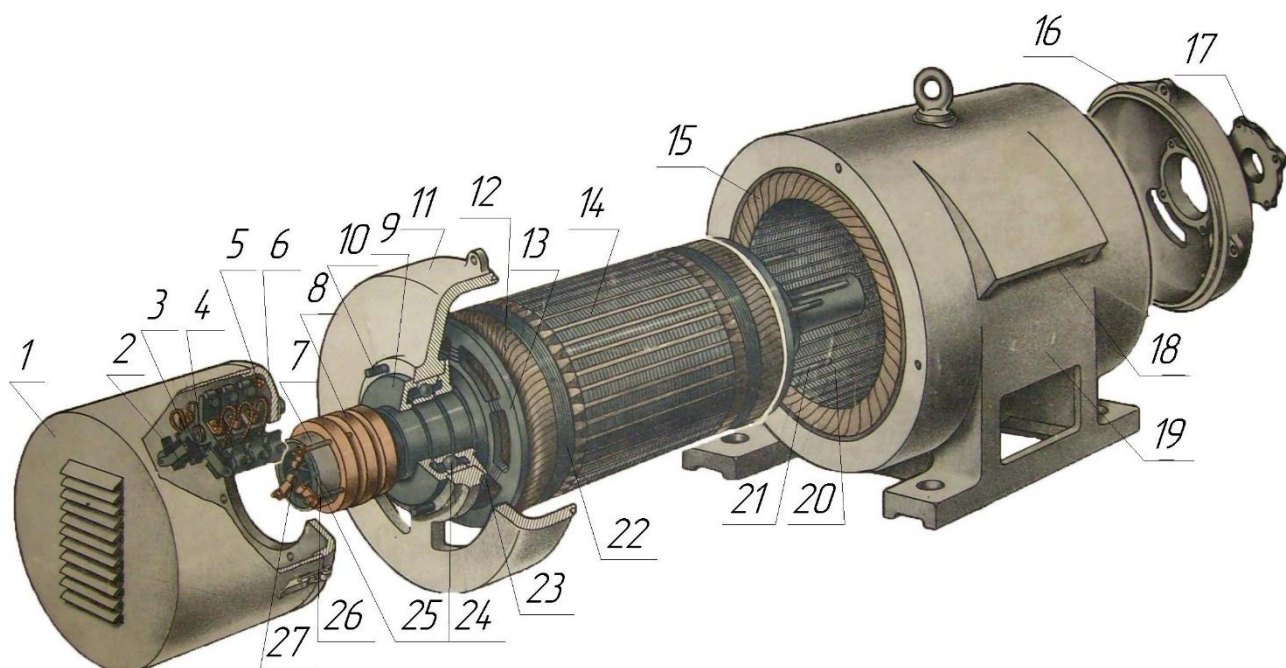


Рисунок 7.8 – Трехфазный асинхронный двигатель с фазным ротором  
 1 – кожух с жалюзи, 2 – щетки, 3 – щеточная траверса со щеткодержателями, 4 – палец крепления щеточных траверс, 5 – выводы от щеток, 6 – коробка, 7 – изоляционная втулка, 8 – контактные кольца, 9 – наружная крышка подшипника, 10 – шпилька крепления коробки и крышек подшипника, 11 – задний подшипниковый щит, 12 – обмотка ротора, 13 – обмоткодержатель, 14 – сердечник ротора, 15 – обмотка статора, 16 – передний подшипниковый щит, 17 – наружная крышка подшипника, 18 – вентиляционные отверстия, 19 – станина, 20 – сердечник статора, 21 – шпильки внутренней крышки подшипника, 22 – бандаж, 23 – внутренняя крышка подшипника, 24 – подшипник, 25 – вал, 26 – контактные кольца, 27 – выводы обмотки ротора

Статор с обмоткой такого двигателя в принципе не отличается от асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором. Что же касается фазного ротора, то его сердечник имеет трехфазную двухслойную обмотку, выполненную изолированными обмоточными проводами по типу обмотки статора, с тем же числом полюсов. Фазные обмотки ротора соединены «звездой», а три конца подключены к трем контактными кольцам. При наложении на эти кольца щеток возникает конструкция, позволяющая электрически соединить вращающийся ротор устройствами, находящимися вне двигателя. На рисунке 7.8 показано устройство асинхронного двигателя с фазным ротором. Здесь контактные кольца и щетки вынесены в отдельный узел 1-8, прикрепленный к правому подшипниковому щиту 11, а провода от обмотки фазного ротора подведены к контактным кольцам через патую часть вала 25. Других принципиальных отличий от двигателя с короткозамкнутым ротором данный двигатель не имеет.

Сравнение асинхронных двигателей с короткозамкнутым и двигателей с фазными роторами позволяет сделать выводы: двигатели с короткозамкнутым ротором проще по конструкции и имеют меньшие габариты, а, следовательно, они надежнее и дешевле двигателей с фазным ротором. Однако по своим пусковым и регулировочным свойствам они уступают двигателям с фазным ротором, так как в

этих двигателях имеется возможность посредством пусковой реостата, включенного в цепь ротора, увеличить пусковой момент и уменьшить пусковой ток. Кроме того, посредством реостата возможно изменять форму механических характеристик, что определяет их успешное применение в регулируемом электроприводе подъемных механизмов и других устройств.

Введение дополнительных (пусковых) резисторов изменяет механическую характеристику асинхронного двигателя. На рисунке 7.9 показаны механические характеристики двигателя при различных сопротивлениях резисторов, введенных в цепь ротора. Характеристика ЗУ показывает зависимость движущего момента  $M$  двигателя от частоты вращения ротора  $n$  при полностью выведенных резисторах из цепи ротора. Характеристика ЗУ присуща двигателю при включенном контакторе ЗУ (рисунок 7.10). Она называется естественной характеристикой двигателя.

При введении резисторов в цепь ротора (характеристики 1У, 2У и В/Н) величина движущего момента двигателя при малых скоростях увеличивается, а величина тока в обмотках ротора и статора уменьшается. Поэтому роторные резисторы вводят в основном для уменьшения токов при разгоне двигателя. Пусковые резисторы подключают к обмоткам ротора по схеме звезда.

Схема электропривода лифта от асинхронного двигателя с фазным ротором показана на рисунке 7.10. При неподвижной кабине как статорные контакторы В и Н, так и роторные контакторы 1У, 2У и 3У отключены и поэтому в цепь ротора введены все резисторы. Разгон двигателя (кабины) начинается после включения контактора В, причем движущий момент двигателя изменяется по характеристике ВН (рисунок 7.9).

Единственным отличием процесса пуска кабины лифта вниз от процесса пуска вверх является то, что последовательное включение контакторов 1У, 2У и 3У при спуске производится быстрее, чем при подъеме кабины. Если бы при спуске кабины с грузом по каким-либо причинам не были своевременно выведены резисторы из цепи ротора,

то частота вращения двигателя быстро увеличилась бы до частоты, намного превышающей номинальную рабочую частоту вращения. Это привело бы к созданию аварийной ситуации. Поэтому при спуске кабины роторные резисторы должны выводиться сразу после окончания разгона. Останавливают лифт при движении кабины вниз путем одновременного отключения контакторов Н, 1У, 2У и 3У.

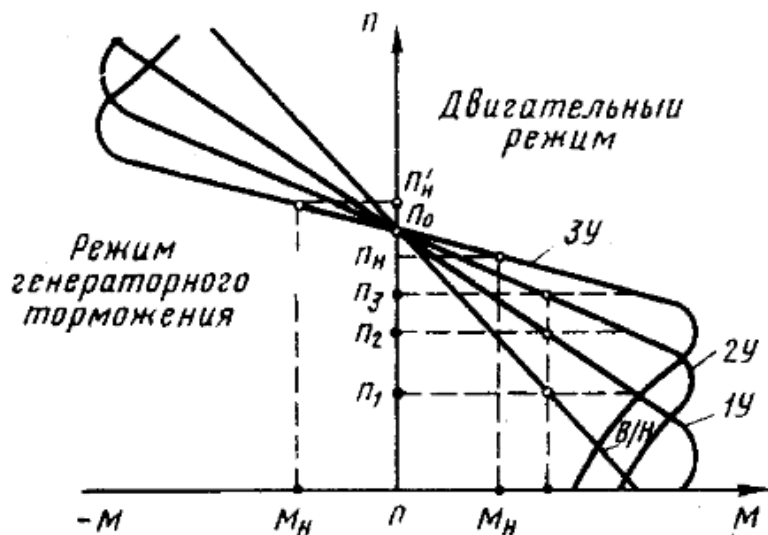


Рисунок 7.9 – Механические характеристики асинхронного двигателя с фазным ротором

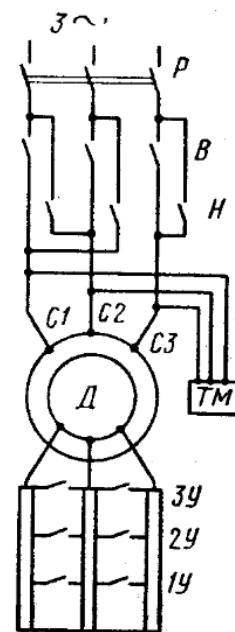


Рисунок 7.10 – Схема электропривода лифта от асинхронного двигателя с фазным ротором

Двигатель с фазным ротором отличается от асинхронного двигателя с короткозамкнутым ротором более сложной конструкцией. Привод от такого двигателя сложнее привода с короткозамкнутым двигателем из-за использования роторных резисторов и контакторов. Вследствие этого двигатели с фазным ротором в лифтах применяют реже, чем короткозамкнутые двигатели. Электропривод от двигателя с фазным ротором применяют только при ограниченной мощности трансформаторной подстанции, от которой лифтовая установка получает электроэнергию. При пуске двигатель с фазным ротором потребляет из сети меньшую мощность, чем двигатель с короткозамкнутым ротором.

**Использование двигателей постоянного тока** для привода лифтов позволяет повысить их производительность (что особенно важно при большом числе этажей), снизить время ожидания кабины и существенно увеличить плавность хода кабины, особенно в периоды пуска и замедления. Основное преимущество двигателей постоянного тока по сравнению с асинхронными двигателями переменного тока – возможность регулирования частоты вращения в широких пределах.

Путем изменения частоты вращения приводного двигателя скорость кабины изменяется от максимальной до очень малой в момент наложения тормоза, что обеспечивает высокую точность остановки. Вместе с тем современный привод лифта от двигателей постоянного тока намного сложнее, дороже в изготовлении и эксплуатации, чем привод от двигателей переменного тока. Поэтому приводом постоянного тока оборудуют лифты со скоростью движения кабины выше 1,4 м/с.

Двигатель постоянного тока (рисунок 7.11) состоит из неподвижного статора 4, к которому крепят стальные сердечники, называемые полюсами 2, с намотанной на них обмоткой 3, и вращающегося якоря 1 – стального сердечника с обмоткой. На валу якоря укреплен коллектор 7, состоящий из изолированных одна от другой тонких медных пластин (ламель). К концам пластин припаяны концы якорной

обмотки. На статоре с помощью щеткодержателя укреплены две диаметрально расположенные щетки 6, прижимаемые к поверхности коллектора пружинами. Прикрепленные к щеткам концы якорной обмотки и концы обмоток полюсов статора выведены на выводную коробку. На полюсах статора уложено несколько обмоток различного назначения.

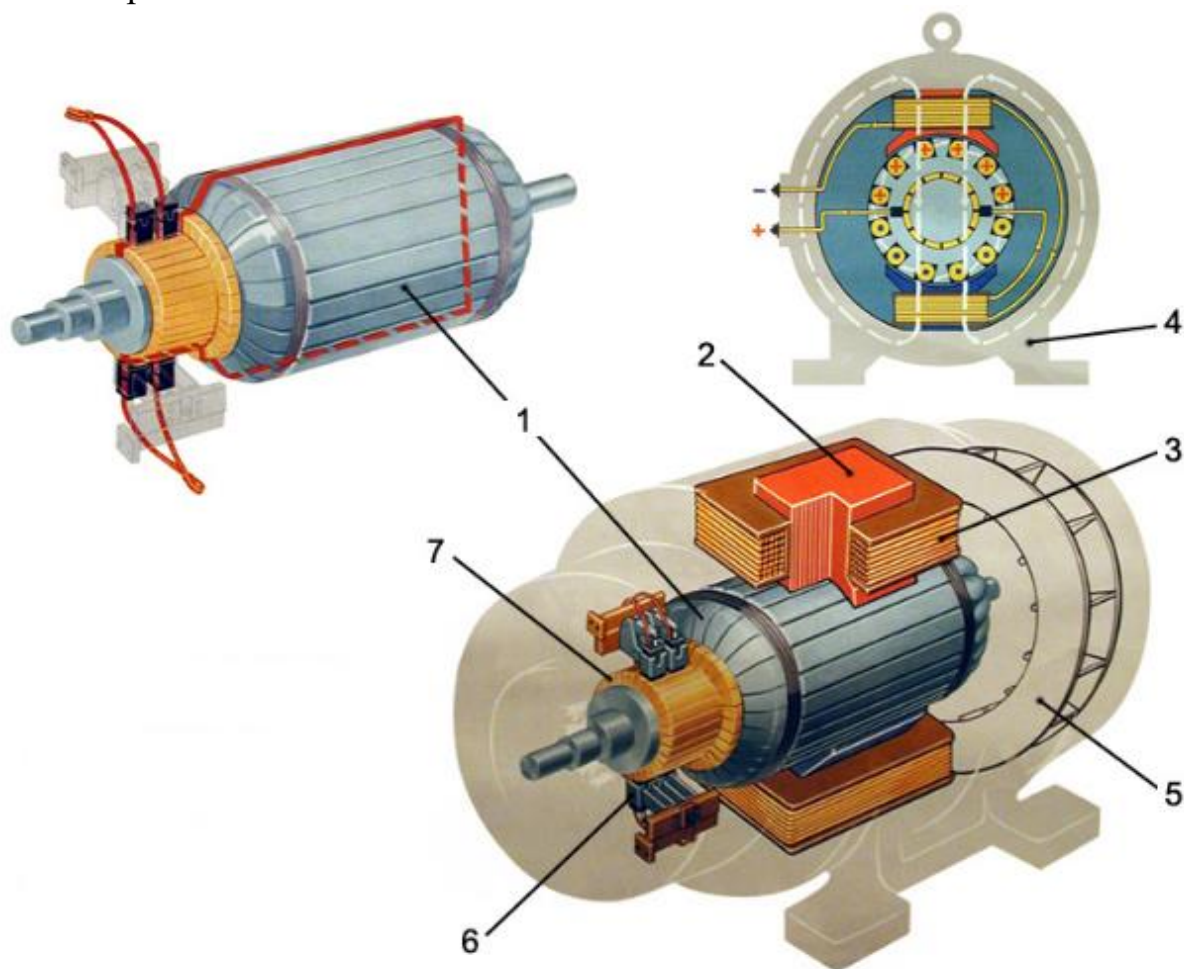


Рисунок 7.11 – Электродвигатель постоянного тока

1 – якорь; 2 – сердечник полюса; 3 – обмотка полюса; 4 – статор; 5 – вентилятор; 6 – щетки; 7 – коллектор

Основные обмотки статора двигателя постоянного тока — шунтовая и серийная обмотки возбуждения, используемые для создания различных схем включения двигателей.

В электроприводе лифтов наиболее часто используют схему включения двигателя с независимым возбуждением (рисунок 7.12). Напряжение  $U_c$  от источника постоянного тока подводится к зажимам якорной обмотки Я1 и Я2, а напряжение  $U_b$  – к шунтовой обмотке возбуждения двигателя ОВ<sub>д</sub> на зажимы Ш1 и Ш2.

Частота вращения двигателя постоянного тока зависит от напряжения  $U_c$ , подводимого к якорной обмотке, и напряжения  $U_b$ , подводимого к обмотке возбуждения, а также от величины нагрузки, приложенной к валу двигателя, т. е. от момента сопротивления, препятствующего вращению двигателя, и величины сопротивления резистора, введенного в цепь якоря двигателя.

Эти зависимости легко уяснить при рассмотрении механических характеристик двигателя постоянного тока (рисунок 7.13). Характеристик 1, построенная для номинальных значений  $U_c^0 = U_B^0$ , называется естественной механической характеристикой, а значения  $M_H$  и  $n_H$  соответственно номинальными значениями момента двигателя и частоты вращения. Характеристика 2 получена при уменьшенном значении  $U_c < U_c^0$  и прежнем значении  $U_B < U_B^0$ . Характеристика 3 построена при  $U_c = U_c^0$  и  $U_B < U_B^0$ . Если в цепь якоря ввести некоторое сопротивление резистора, то частота вращения двигателя при увеличении момента будет снижаться быстрее (характеристика 4), чем на естественной характеристике.

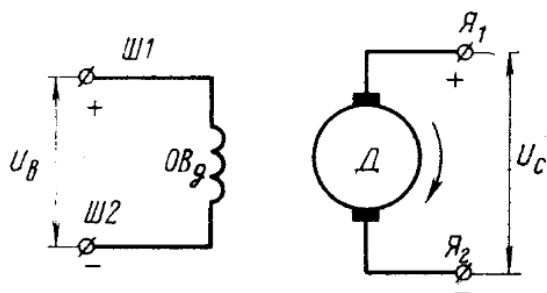


Рисунок 7.12 – Схема включения двигателя постоянного тока с независимым возбуждением

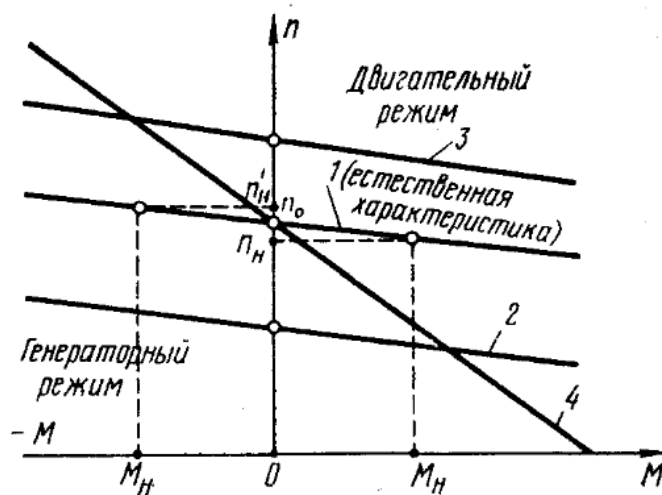


Рисунок 7.13 – Механическая характеристика двигателя постоянного тока с независимым возбуждением

Как и всякая электрическая машина, двигатель постоянного тока является обратимой машиной, т. е. он может работать и как генератор постоянного тока. Это происходит в том случае, если вал машины принудительно вращать с частотой вращения, большей  $n_0$  (при  $U_c = U_c^0$  и  $U_B = U_B^0$ ). Двигатель, работая в генераторном режиме, вырабатывает электрическую энергию и отдает ее в сеть.

Распределение электроэнергии идет на переменном токе. Поэтому в лифтах приводной двигатель постоянного тока получает питание от электромеханического преобразователя, состоящего из асинхронного короткозамкнутого двигателя, генератора постоянного тока и генератора-возбудителя. Такая система электропривода называется системой «генератор – двигатель» (система Г – Д).

Принципиальная схема электропривода лифта по системе Г – Д показана на рисунке 7.14. Приводной двигатель лифта Д получает питание от генератора Г, якорь которого вращается от асинхронного короткозамкнутого двигателя АД, питающегося от сети трехфазного тока. От двигателя АД вращается и якорь генератора-возбудителя В, напряжение которого используется для питания обмоток возбуждения двигателя  $OB_d$ , генератора  $OB_r$ , цепей управления постоянного тока и обмотки возбуждения самого возбудителя  $OB_B$ .

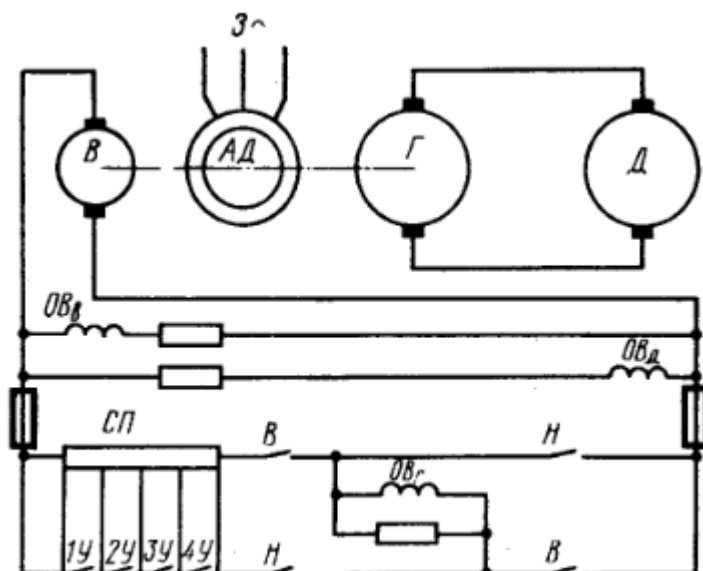


Рисунок 7.14 – Упрощенная принципиальная схема электропривода по системе Г – Д

Диапазон регулирования скорости для упрощенной системы Г – Д равен около 10. Этого предела регулирования скорости недостаточно для плавной работы лифта. Кроме того, скорости, при которых происходит наложение механического тормоза, сильно отличаются одна от другой и зависят от величины загрузки кабины и направления ее движения. Это обстоятельство, а также малый диапазон регулирования скорости не позволяет точно останавливать кабину высокоскоростных лифтов. Поэтому для привода высокоскоростных лифтов применяют более сложную систему Г – Д с использованием электромашинных и магнитных усилителей.

Скорость кабины лифтов с приводом от двигателя постоянного тока составляет 1,4; 2 и 4 м/с.

## Методические указания к работе

### Последовательность выполнения работы

Для электропривода лифта необходимо рассчитать мощность двигателя методом эквивалентного момента выбрать трехфазный асинхронный двигатель с короткозамкнутым ротором серии 5А или АИ для повторно-кратковременного режима работы S3 в соответствии с нагрузочной диаграммой, аналогичной диаграмме, представленной на рисунке 7.15.

**Методы эквивалентных величин** основаны на методе средних потерь с учетом соответствующих допущений. Данный метод основывается на том, что в электродвигателях, работающих при постоянной величине магнитного потока, момент пропорционален току.

Для использования этого метода необходимо наличие нагрузочной диаграммы момента, развиваемого асинхронным электродвигателем (рисунок 7.15).

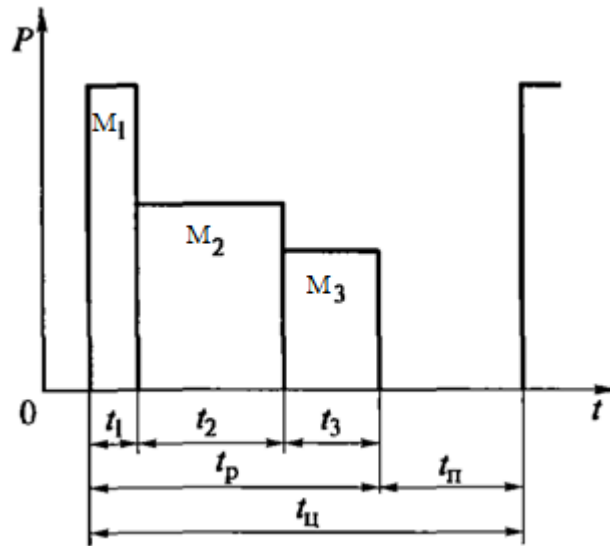


Рисунок 7.15 – Трехступенчатая нагрузочная диаграмма повторно-кратковременного режима

Эквивалентный момент равен:

$$M_{\text{эк}} = \sqrt{\frac{M_1^2 t_1 + M_2^2 t_2 + M_3^2 t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

где  $M_1$  – момент на валу двигателя во время пуска, Н · м;  
 $M_2$  – момент на валу двигателя во время движения, Н · м;  
 $M_3$  – момент на валу двигателя во время торможения, Н · м;  
 $t_1$  – время пуска, с;  
 $t_2$  – время движения, с;  
 $t_3$  – время торможения, с.

Эквивалентная мощность двигателя равна:

$$P_{\text{эк}} = 0,105 \cdot M_{\text{эк}} \cdot n_{\text{ном}}, \text{ кВт}$$

где  $n_{\text{ном}}$  – номинальная частота вращения двигателя, об/мин.

Продолжительность цикла равна:

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{р}} + \beta \cdot t_{\text{п}}, \text{ с}$$

где  $t_{\text{р}}$  – период работы, с

$$t_{\text{р}} = t_1 + t_2 + t_3, \text{ с}$$

$\beta$  – коэффициент для асинхронного двигателя ( $\beta = 0,50$ );

$t_{\text{п}}$  – время паузы, с.

Расчетное значение относительной продолжительности включения определяется по формуле:

$$\text{ПВ}' = \frac{t_{\text{р}}}{t_{\text{ц}}} 100, \%$$

Если же  $10\% \leq \text{ПВ}' \leq 60\%$ , то эквивалентную мощность  $P_{\text{эк}}$  пересчитывают на номинальную мощность повторно-кратковременного режима работы  $P_{\text{пкр}}$ , соответствующую ближайшему из номинальных значений:

ПВ = 15; 25; 40 или 60%.

Номинальная мощность повторно-кратковременного режима при номинальном ПВ равна:

$$P_{\text{пкр}} = P_{\text{эк}} \sqrt{\frac{\text{ПВ}'}{\text{ПВ}}}, \text{ кВт}$$

По таблице 7.2 выбираем типоразмер двигателя с его техническими данными.

Таблица 7.2

Технические данные асинхронных двигателей для привода лифтов

Типоразмер двигателя	$P_{\text{НОМ}}$ , кВт	$n_{\text{НОМ}}$ , об/мин	$n_1$ , об/мин	Коэффициент $\alpha$ для $M_{\text{п}}$	Коэффициент $\gamma$ для $M_{\text{max}}$	$h_{\text{НОМ}}$	Масса, кг
5АН160S6/18	3,0	960	1000	2,7	3,0	120	110
АИН180М6/24	4,5	910	1000	2,5	2,8	150	182
5АН180S4/16	6,0	1425	1500	2,4	3,0	150	160
5АН180М4/16	7,5	1425	1500	2,8	3,0	150	180
5АН(Ф)200МА4/24	8,0	1410	1500	2,4	2,6	$\frac{150^*}{200^*}$	$\frac{255^*}{267^*}$

\* *Примечание.* В числе отмечено допустимое количество пусков в 1 ч и масса двигателей с самовентиляцией, а в знаменателе – с независимой вентиляцией.

Номинальный момент на валу двигателя равен:

$$M_{\text{НОМ}} = 9,55 \cdot \frac{P_{\text{НОМ}}}{n_{\text{НОМ}}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Максимальный момент на валу двигателя равен:

$$M_{\text{max}} = \gamma \cdot M_{\text{НОМ}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Пусковой момент на валу двигателя равен:

$$M_{\text{п}} = \alpha \cdot M_{\text{НОМ}}, \text{ Н} \cdot \text{ м}$$

Выбранный для электропривода двигатель необходимо проверить на достаточность начального пускового момента и перегрузочную способность.

Частота вращения на ступени диаграммы  $M_1$  равна:

$$n = n_1 - \frac{M_1}{M_{\text{НОМ}}} (n_1 - n_{\text{НОМ}}), \text{ об/мин}$$

Наибольший момент на валу ( $M_1 = M_{\text{наиб}}$ ) должен быть меньше пускового, т.е.  $M_{\text{наиб}} < M_{\text{п}}$ .

Если статический момент сопротивления  $M_c$  превышает значение начального пускового момента данного двигателя  $M_{\text{п}}$ , то при включении в сеть пуск двигателя не произойдет.

Перегрузочная способность двигателя равна:

$$\lambda_{\text{п}} = \frac{M_{\text{п}}}{M_{\text{НОМ}}}.$$



После выбора двигателя по таблице 7.2 и проверки его на величину пускового момента и перегрузочную способность определяют *число включений в час*:

$$h = \frac{3600}{t_{\text{ц}}},$$

где  $t_{\text{ц}}$  – продолжительность цикла, с.

Затем сравнивают его с допустимым числом пусков данного типоразмера двигателя  $h_{\text{доп}}$  (см. таблицу 7.2).

## Лабораторная работа №8

### ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ СКИПОВЫХ ЛЕБЁДОК

*Цель работы:* изучить устройство скиповых лебёдок.

*Оборудование:* плакаты (схемы) скиповых лебёдок.

*Задание:*

1. Изучить кинематические схемы и технические характеристики скиповых лебёдок.
2. Изучить конструкции скиповых лебёдок.
3. Изучить систему безопасности при эксплуатации скиповых лебёдок.
4. Определить основные параметры скиповой лебёдки.

#### Общие сведения

*Скиповые лебедки* (рисунок 8.1) предназначены для передвижения скипов по мосту наклонного подъемника. Кинематические схемы и технические характеристики электрических скиповых лебедок различны. Грузоподъемность и скорость передвижения скипов по мере повышения объема и производительности производств неуклонно растут, поэтому мощность скиповых лебедок также увеличивается.

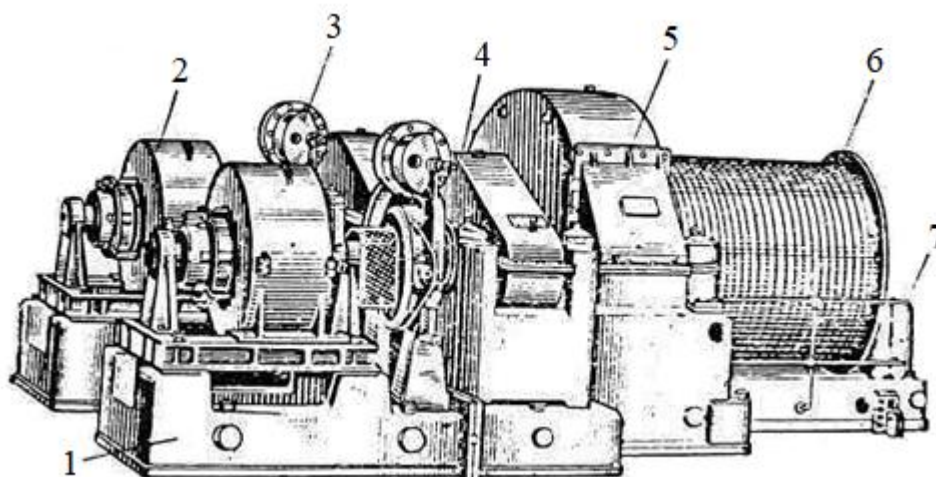


Рисунок 8.1 – Скиповая лебедка

1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – тормоз; 4 – привод; 5 – зубчатое колесо с кожухом; 6 – барабан; 7 – ограждение

Электропривод главного скипового подъёмника предназначен для подъёма различных материалов, загруженных в скип, в приёмную воронку. Скипы (рисунок 8.2, а и б) подвешены на концах канатов лебёдки 1. Два каната 4а, 4б от каждого скипа 3а, 3б проходят через головные 9, 10 и направляющие 7, 8 блоки. Когда один из скипов, например, правый 3б (рисунок 8.2, а), находится в скиповой яме, второй (левый) 3а (рисунок 8.2, а) в это время находится на вершине наклонного моста в опрокинутом положении. Если вращать лебёдку по часовой стрелке («вперёд»), то правая ветвь канатов будет наматываться, а левая сматываться. Скипы придут в движение, и когда правый скип достигнет крайнего положения на вершине

наклонного моста, левый опустится в скиповую яму и станет на погрузку. После загрузки скипа лебёдка запускается в обратном направлении («назад»), и левый скип поднимается на вершину наклонного моста, а правый опустится в скиповую яму.

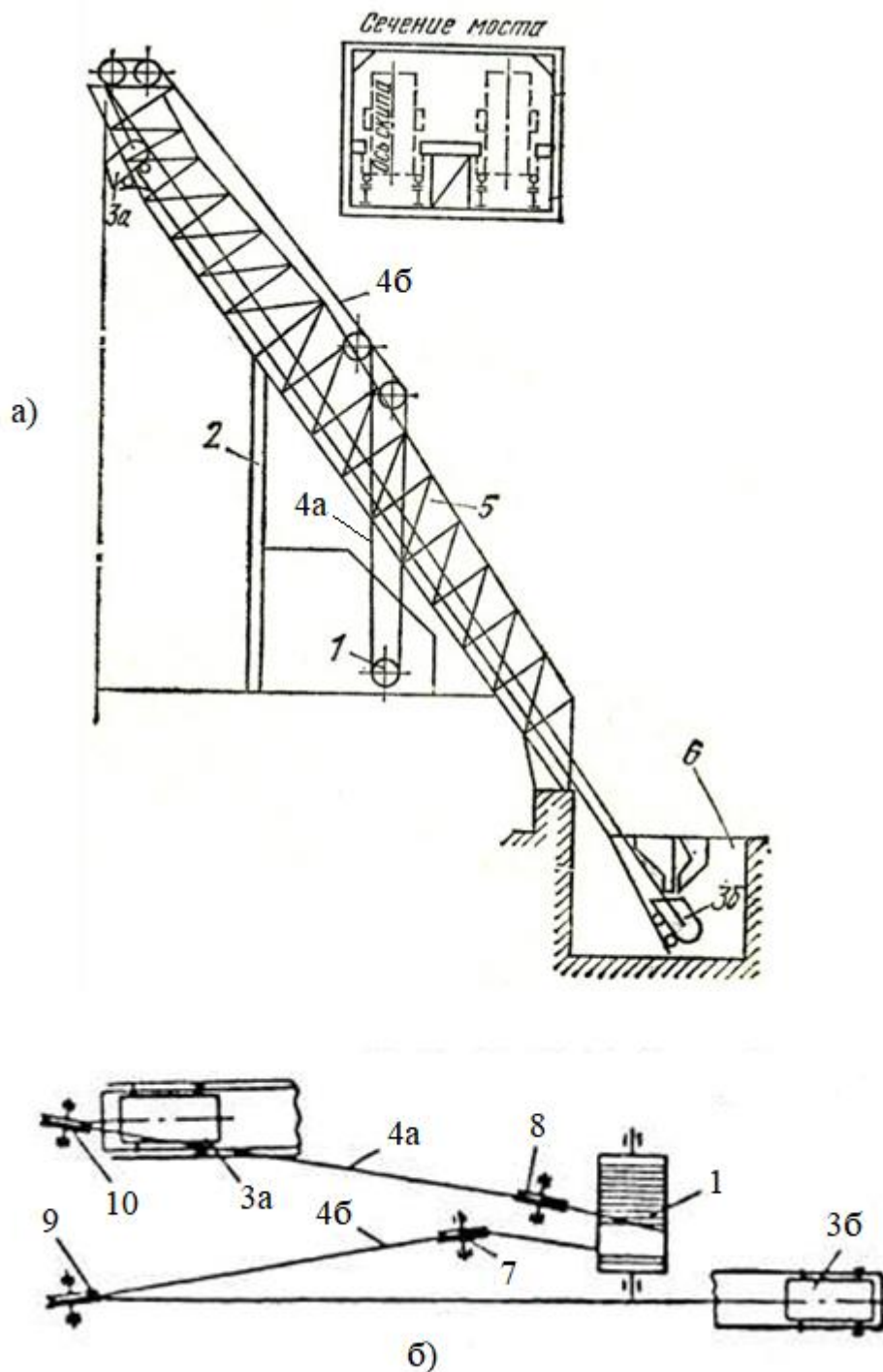


Рисунок 8.2 – Привод скипового подъёмника

а – скиповый подъёмник; б – кинематическая схема

1 – скиповая лебедка; 2 – колонна; 3а и 3б – скипы; 4а, 4б – система канатов; 5 – наклонный мост; 6 – скиповая яма; 7, 8 – направляющие блоки; 9, 10 – головные блоки

С появлением электродвигателей скиповые лебедки стали оборудовать быстроходными электродвигателями постоянного тока, получающими питание от

заводской сети. Между электродвигателем и барабаном стали устанавливать вторую зубчатую пару. Для большей надежности скиповых лебедок стали устанавливать два электродвигателя постоянного тока.

Как правило, это низкооборотные двигатели (безредукторный привод) и только в отдельных случаях высокооборотные двигатели с редуктором.

Получили широкое распространение приводы типа Г–Д (система «генератор – двигатель») и ТП–Д (система тиристорный преобразователь–двигатель). Такие приводы обеспечивают эффективное автоматическое регулирование скорости с применением пропорциональноинтегральных регуляторов в цепях обратных связей по току в якорной цепи и скорости машины по принципу подчиненного регулирования с ограничением рывка.

Конструкция скиповых лебедок, грузоподъемного элемента скипового подъемника, отработывалась десятилетиями для обеспечения необходимой производительности и высокого уровня эксплуатационной надежности.

На данный момент существуют модернизированные системы автоматического управления скиповой лебедкой путем применения современных преобразовательных агрегатов и бесконтактных кодовых датчиков перемещения, а также отмечается снижение количества аварийных ситуаций за счёт использования щадящих режимов работы. Но сами конструкции лебедок, остались без изменения:

- однодвигательные (рисунок 8.3);
- двухдвигательные (рисунок 8.4).

Двухдвигательные в свою очередь подразделяются:

- с объединённым (общим) редуктором;
- с разъединённым редуктором.

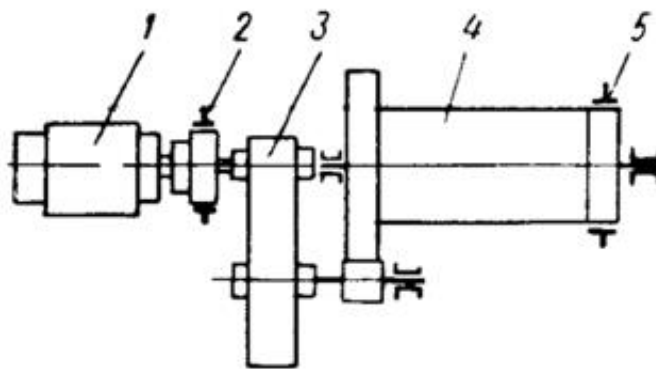


Рисунок 8.3 – Кинематическая схема однодвигательной скиповой лебёдки

1 – двигатель; 2 – рабочий тормоз; 3 – редуктор; 4 – барабан; 5 – аварийный тормоз

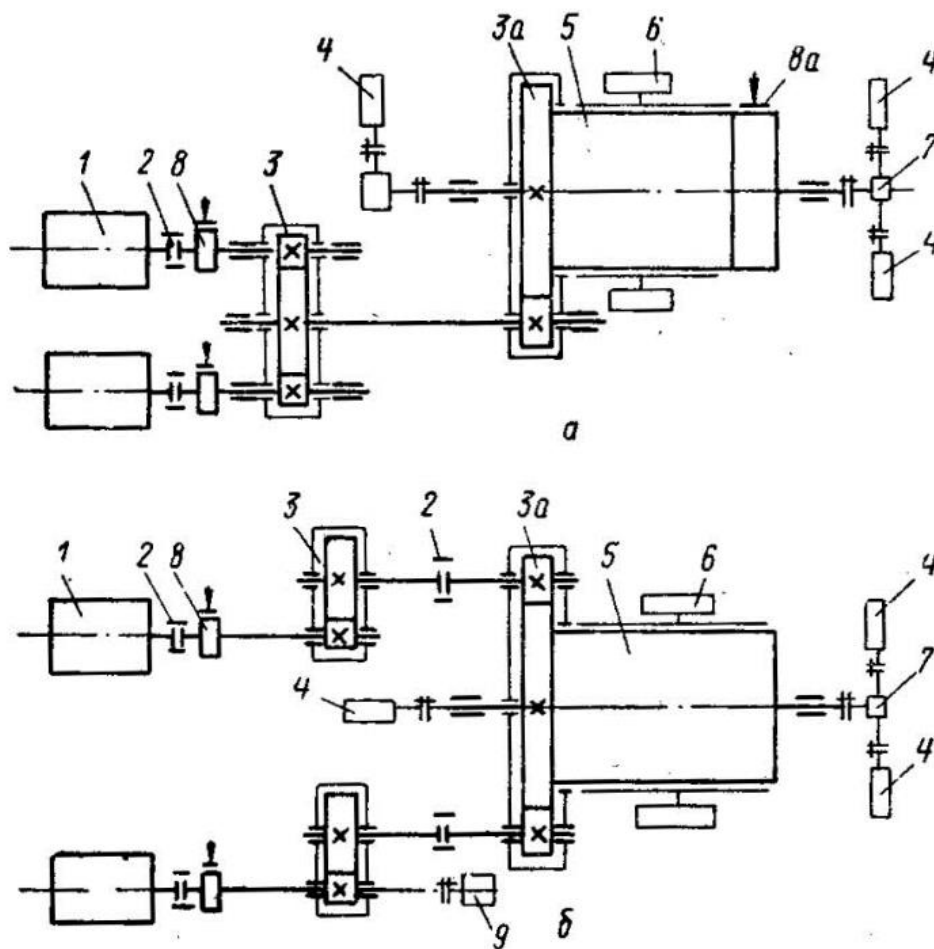


Рисунок 8.4 – Кинематические схемы скиповых двухдвигательных лебёдок  
 а – с объединённым (общим) редуктором; б – с разъединённым редуктором

1 – двигатель; 2 – зубчатая муфта; 3 – редуктор; 3а – зубчатая передача; 4 –  
 командоаппарат; 5 – барабан; 6 – выключатель слабины каната; 7 – выключатель; 8  
 – тормоз; 8а – аварийный тормоз; 9 – тахогенератор

На рисунке 8.4 представлены кинематические схемы скиповых лебедок с объединённым (общим) и отдельными редукторами.

Лебедка (рисунок 8.4, а) состоит из двигателей 1 постоянного тока (для регулирования скорости скипа в процессе его передвижения), соединительных зубчатых муфт 2 тормозов 8, общего редуктора 3, зубчатой передачи 3а и барабана 5.

Управление лебедкой осуществляется командоаппаратом 4, а контроль скорости и аварийная остановка при превышении скорости — центробежным ртутным или рычажным выключателем 7.

Останавливается лебедка при слабине или обрыве одного из канатов выключателями слабины каната 6, которые установлены по обе стороны барабана вдоль нарезной части. Для измерения частоты вращения в лебедках с отдельными

редукторами предусмотрен тахогенератор 9 (рисунок 8.4, б). Установка двух электродвигателей, помимо увеличения надежности, позволяет снизить маховой момент инерции системы.

В первых конструкциях лебедок, помимо рабочих тормозов 5, предусматривался аварийный 8а, колодки которого охватывали гладкий участок барабана (рисунок 8.4, а). Аварийный тормоз должен останавливать лебедку в случае поломки ее элементов и стопорить барабан при ремонтных работах. В связи с тем, что такие поломки практически не наблюдаются, в последних моделях такой тормоз исключен (рисунок 8.4, б) рабочие тормоза рассчитаны на аварийный режим. Барабаны изготавливают чугунами с двухходовой нарезкой.

Узлы лебедок всех типов смонтированы на чугунной станине (рисунок 8.1), установленной в машинном здании. Станина для удобства изготовления и транспортировки состоит из нескольких частей, зафиксированных шпонками и скрепленных болтами. Опорами валов служат роликовые подшипники качения. Зубчатые передачи — шевронные в редукторном исполнении.

Разработана конструкция безредукторной скиповой лебедки с тихоходным двигателем, который соединен непосредственно с валом барабана; аналогичные по конструкции лебедки выпускают и зарубежные фирмы.

На основании обзора конструкций скиповых лебедок в лабораторной работе ниже представлены современные скиповые лебедки и их характеристики.

Основными узлами *лебедки С-15-180* (рисунок 8.5), являются двигатели 1, зубчатые муфты 2, рабочие тормоза 3, первая зубчатая передача 4, вторая зубчатая передача 6, барабан 7 и аварийный тормоз 9. Узлы смонтированы на станине 12. Лебедка снабжена аппаратурой управления и защиты – выключатель слабины канатов 8, центробежный выключатель 10, большой путевой выключатель 11 и малый путевой выключатель 5. Двигатели постоянного тока, управляемые по схеме Г-Д, обеспечивают остановку скипа с точностью до 25 мм.

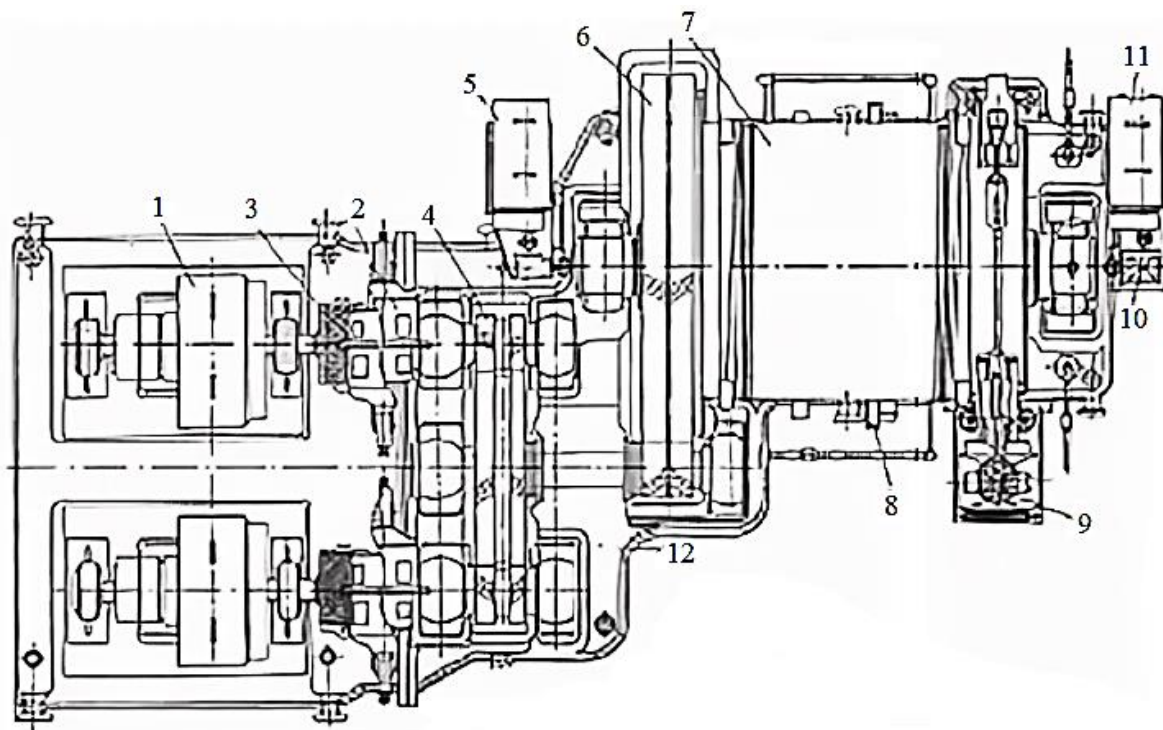


Рисунок 8.5 – Скиповая лебёдка С-15-180

Лебедка С-15-180 работает следующим образом. Под действием тока электромагниты растормаживают колодки аварийного тормоза, а затем рабочих тормозов, после чего электродвигатели через муфты и зубчатые передачи приводят во вращение барабан лебедки, вал которого установлен на подшипниках качения.

Станина скиповой лебедки выполнена литой из чугуна и состоит из двух частей, соединенных болтами. Станина снабжена опорными приливами для установки электродвигателей, тормозов, подшипников зубчатых колес и барабана. На станине также размещена и вся электроаппаратура лебедки.

Барабан лебедки снабжен двухходовой винтовой нарезкой и установлен двумя ступицами на стальной вал, который покоится на двух опорах, снабженных подшипниками качения. Для передачи вращения одна из ступиц барабана закреплена на валу шпонкой. Концы канатов к барабану прикреплены при помощи клиньев или накладных планок с болтами. С обоих концов барабана оставлены обточенные поверхности, одна из которых служит для прижатия колодок аварийного тормоза, а другая— для насадки зубчатого колеса, передающего вращение барабану. Это зубчатое колесо прикреплено к торцу барабана болтами.

Зубчатые шевронные колеса лебедки объединены в две передачи. В первую передачу входят две приводных шестерни и одно промежуточное зубчатое колесо, объединенное в общий закрытый редуктор. Вторая зубчатая пара, состоящая из шестерни промежуточного вала и зубчатого колеса барабана, также смонтирована в закрытом корпусе. Все валы зубчатых передач установлены на подшипниках качения. Так как все зубчатые колеса изготовлены шевронными, то они образуют самоустанавливающуюся систему. Поэтому в ней только один подшипник

закреплен в корпусе неподвижно, а все остальные установлены свободно и могут перемещаться в осевом направлении.

Тормоза лебедки представляют собой рычажно-шарнирную систему с колодками и электромагнитами постоянного тока с пружинами. При работе лебедки катушки электромагнитов всегда находятся под током, в результате чего сердечники, втянутые внутрь катушки, сжимают пружины и отводят тормозные диски от колодок. В случае обесточивания или других неполадок электромагнит перестает действовать, и освобожденные пружины зажимают тормозной диск колодками, в результате чего вращение барабана прекращается.

Предохранительные электрические устройства автоматически контролируют работу лебедки и обеспечивают ее надежность и безаварийность. Они останавливают ее при появлении каких-либо отклонений от нормальной работы лебедки, которые могут привести к аварии или поломке деталей.

При вращении барабана одна пара канатов навивается, а другая сматывается с барабана; в результате происходит подъем груженого и опускание порожнего скипов.

Управление электродвигателями осуществляется по системе генератор – двигатель, что позволяет точно остановить скипы в крайних положениях. Лебедка снабжена двумя рабочими короткоходовыми тормозами для электродвигателей и одним аварийным длинно ходовым для барабана. Рабочие тормоза срабатывают при движении скипов с пониженной скоростью, а аварийный – при скоростях, выше допустимых, при слабине каната или при переходе скипов за крайние положения. По конструкции тормоза выполнены колодочными. Для контроля за превышением допустимой скорости вращения барабана лебедки установлен ртутный центробежный выключатель. При вытяжке канатов выключатели слабину отключают электродвигатели и включают аварийный тормоз. Работа лебедки регулируется путевыми выключателями – командоаппаратами, которые контролируют скорость разгона и замедления скипов.

Установка двух электродвигателей выгодно отличает лебедку от зарубежных, снабженных одним электродвигателем типа «Отис». Хотя при выходе из строя одного электродвигателя производительность понижается, однако лебедка продолжает работать.

**Лебедка С 1-22,5-210** (рисунок 8.6) является самой мощной и высокопроизводительной из всех существующих скиповых лебедок. Она работает от двух электродвигателей постоянного тока, управляемых по электрической схеме генератор — двигатель. Эта лебедка может работать от одного электродвигателя в случае выхода другого электродвигателя вместе с редуктором из строя.

Аварийный тормоз у лебедки отсутствует. Она снабжена двумя рабочими тормозами, расположенными на тормозных шкивах электродвигателей, которые обеспечивают нормальный и аварийный режимы работы.



Скиповая лебедка типа С 1-22,5-210 работает так же, как и лебедка типа С 15-180.

Станина лебедки литая чугунная. Она состоит из четырех частей. На двух основных частях станины смонтированы все узлы лебедки, на двух других — ее электродвигатели. Отдельные части станины соединены между собой болтами и поперечными шпонками, поставленными в разъемах станины.

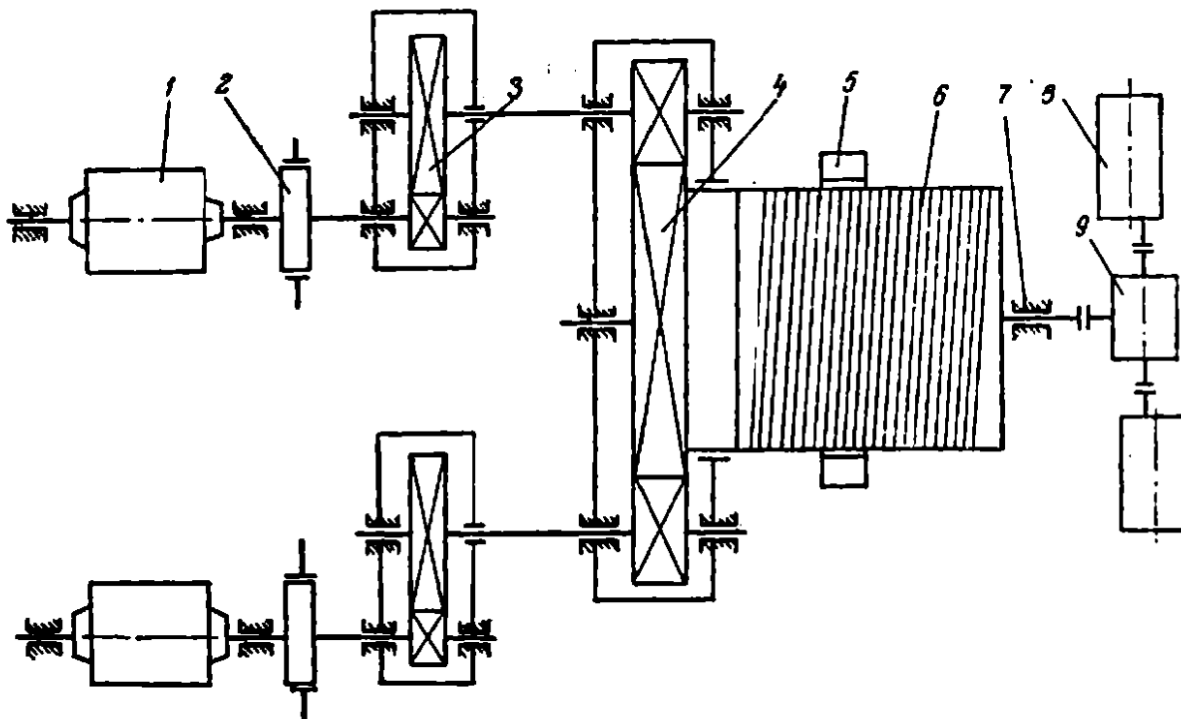


Рисунок 8.6 – Кинематическая схема скиповой лебёдки С-22,5-210

Барaban лебедки также изготовлен из чугуна. На его поверхности сделана двухходовая винтовая нарезка. Вал барабана смонтирован на подшипниках качения. На одном из концов барабана насажено зубчатое колесо, соединенное с двумя шестернями промежуточных валов. Эта зубчатая передача заключена в закрытый корпус. Два отдельных редуктора представляют собой закрытые зубчатые пары, смонтированные на подшипниках качения.

Все зубчатые колеса изготовлены шевронными. Тормоза лебедки выполнены колодочными, с электромагнитами постоянного тока и пружинами.

Для надежной автоматической работы скиповая лебедка оборудована двумя путевыми командоаппаратами, центробежным выключателем повышенной чувствительности и двумя выключателями слабины канатов, расположенными под барабаном.

**Скиповая лебедка ЛС-39-1** (рисунок 8.7) предназначена для сыпучих грузов большого объема. Она состоит из двух электродвигателей 2, зубчатых муфт 3, тормоза 4, быстроходного 5 и тихоходного 6 редукторов, барабана 7 и командоаппарата 8. Все оборудование лебёдки установлено на станине 1.

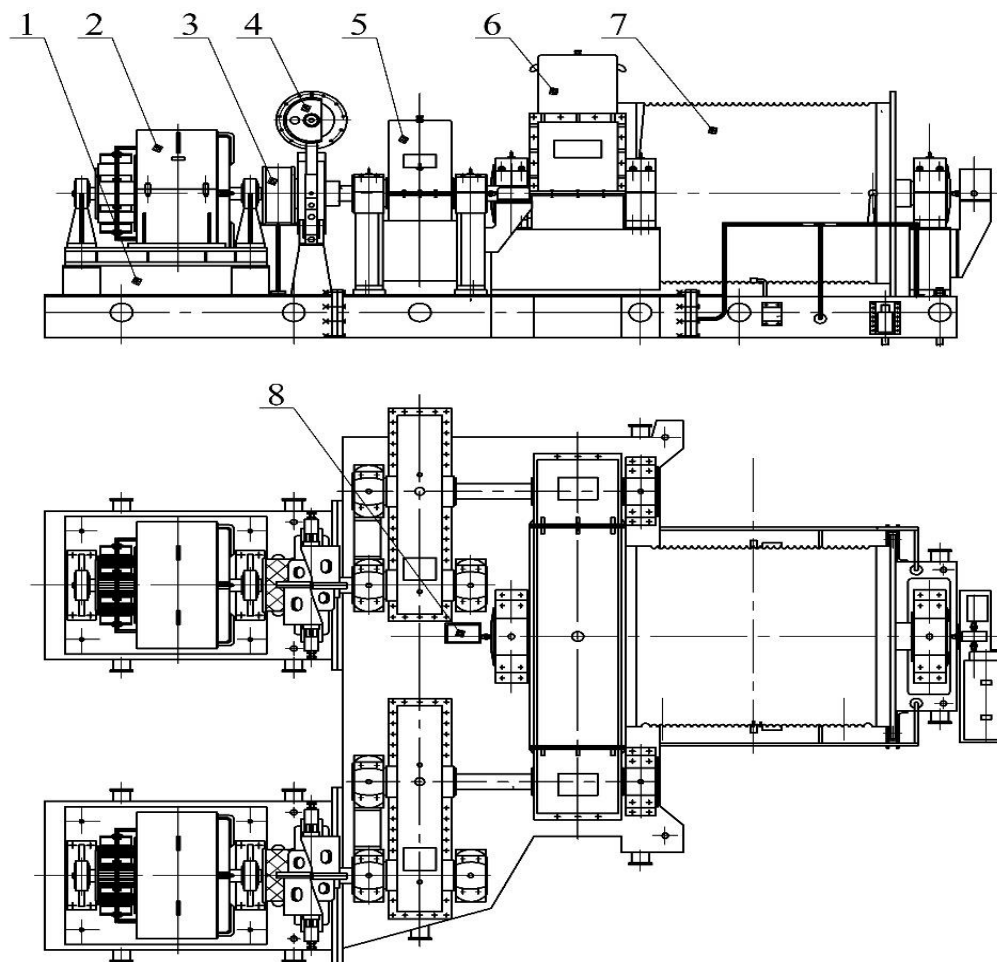


Рисунок 8.7 - Скиповая лебедка модели ЛС-39-1

1 – станина; 2 – электродвигатель; 3 – зубчатая муфта; 4 – тормоз; 5 – быстроходный редуктор; 6 – тихоходный редуктор; 7 – барабан; 8 – командоаппарат

На рисунке 8.8 приведена конструкция импортной однодвигательной *скиповой лебёдки фирмы «Отис»*. Лебёдка включает следующие элементы: электродвигатель 1, рабочий тормоз 2, шевронные передачи 3 и 4, барабан 5, аварийный тормоз 6, выключатели: аварийный 7, рабочий 8, центробежный 9. Наличие сложной системы управления указывает на необходимость обеспечения работы лебёдки в постоянном безопасном автоматическом повторно-кратковременном режиме.

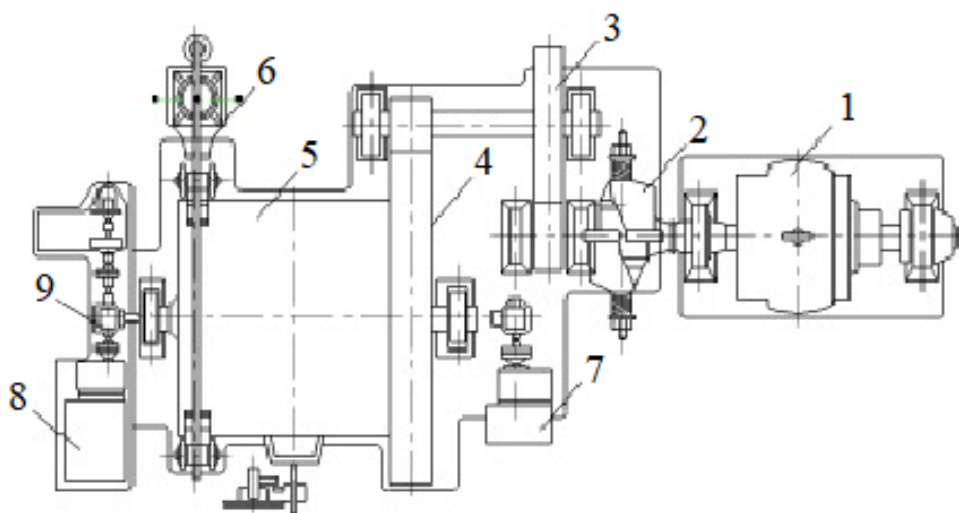


Рисунок 8.8 – Скиповая лебёдка фирмы «Отис»

В таблице 8.2 представлены характеристики выше описанных скиповых лебёдок.

Таблица 8.2

Характеристики скиповых лебёдок

Тип лебёдки	Мощность привода, кВт	КПД	Частота вращения, об/мин
С-15-180	2x190	0,8254	620
С-22,5-210	2x260	0,7928	500
ЛС-39-1	2x550/710	0,8254	685
Отис	270	0,895	500

### *Система безопасности при эксплуатации скипового подъёмника.*

Правила эксплуатации скипового подъемника предусматривают безаварийную и безопасную работу обслуживающего персонала.

При приемке смены необходимо осмотреть и проверить работу скиповой лебедки и скипов, а также состояние шкивов, канатов и направляющих моста.

При ежедневных осмотрах проверяют правильность верхнего и нижнего положения скипов, а также остановки его в соответствии с метками на барабане лебедки. Если конечные положения скипа отклоняются от предусмотренных на 15 мм, длину канатов регулируют. Если скип останавливается, перейдя за отметку на барабане или не дойдя до нее более чем на 30 мм, регулируют путевой выключатель. Правильность регулирования рабочих и аварийного тормозов скиповой лебедки обеспечивается, если сохраняется равномерный зазор между тормозными колодками и шкивами или барабаном. Зазор не должен превышать 1,5 – 2 мм.

Во избежание падения кусков шихты из скипов мосты обшивают снизу и боков густой сеткой или листами. По верху моста для задних и передних колес устанавливают контррельсы.

Профиль желоба шкивов выполняют так, чтобы исключить возможность соскакивания с них каната.

Скиповая лебедка размещена в специальном здании и снабжена ограждением. Для безаварийной работы подъемник оборудуют электроаппаратурой и тормозами.

### **Последовательность выполнения работы**

Для определения мощности электродвигателя скиповой лебедки необходимо вычислить окружное усилие на барабане, которое складывается из статического и динамического окружных усилий:

$$P = P_{ст} + P_{д}, \text{ кг.}$$

Статическое окружное усилие на барабане лебедки при двухскиповой загрузке материалов равно разности усилий в канатах (набегающего на барабан каната с груженым скипом и сбегаящего с барабана каната с порожним скипом). Усилие в канате при движении скипов непрерывно меняется. Поэтому при точном расчете канат разбивают на участки прямолинейного пути скипа и разгрузочные кривые, на которых в граничных точках и определяют усилия.

Режим работы скипового подъемника определяется заданным графиком скоростей скипа (рисунок 8.9). В течение времени  $t_1$  порожний скип находится на разгрузочном участке и движется под действием собственного веса вниз. При этом ускорение ( $j_1$ ) сбегаящего с барабана каната не должно превышать ускорение скипа во избежание ослабления каната. В период  $t_2$  для быстрого перехода скипа к максимальной скорости ускорение должно быть значительно большим ( $j_2$ ). В течение периода  $t_3$  скип движется по наклонному мосту с наибольшей скоростью ( $j_2 = 0$ ). В период  $t_4$  происходит первое замедление груженого скипа при его подходе к разгрузочным кривым ( $j_4$ ). В предпоследний период  $t_5$  скорость движения скипа сохраняется постоянной ( $j_5 = 0$ ). В течение периода  $t_6$  происходит второе замедление скипа ( $j_6$ ) до полной остановки.

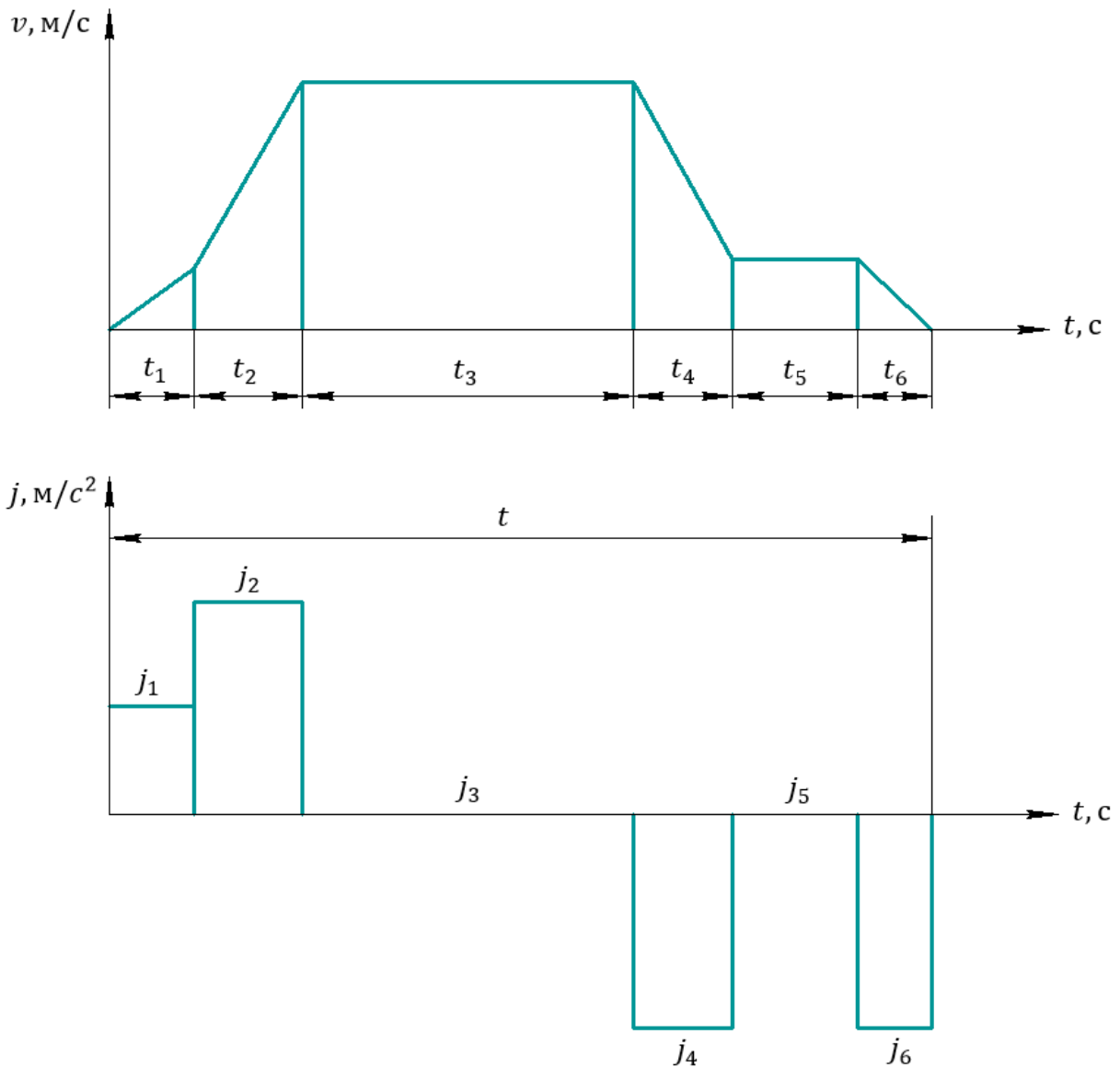


Рисунок 8.9 – График скоростей и ускорений скипа

В периоды  $t_1$  и  $t_2$  статическое окружное усилие на барабане лебёдки составит:

$$P_{ст1} \approx P_{ст2} \approx c_1(Q + G)\sin\alpha - c_2G\sin\alpha, \text{ кг}$$

где  $Q$  – вес материала в скипе, кг;

$G$  – вес скипа, кг;

$\alpha$  – угол наклона моста, град;

$c_1$  и  $c_2$  – коэффициенты дополнительных сопротивлений ( $c_1 \approx 1,1$ ;  $c_2 \approx 0,7$ ).

В периоды  $t_3$ ,  $t_4$  и  $t_5$  соответственно:

$$P_{ст3} \approx P_{ст4} \approx P_{ст5} \approx c_1(Q + G)\sin\alpha - c_3G\sin\alpha, \text{ кг}$$

где  $c_3$  – коэффициент дополнительных сопротивлений ( $c_3 \approx 0,9$ ).

В период  $t_6$  соответственно:

$$P_{ст6} \approx c_4(Q + G)\sin\alpha - c_5G\sin\alpha, \text{ кг}$$

где  $c_4$  и  $c_5$  – коэффициенты дополнительных сопротивлений ( $c_4 \approx 0,8$ ;  $c_5 \approx 0,95$ ).

*Динамические усилия на окружности барабана* определяются величиной движущихся масс  $m$  и ускорением  $j$ :

$$P_d = \pm m j, \text{ кг.}$$

где  $m$  – общая масса элементов подъемника, приведенная к окружности барабана,  $\text{кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}$ ;

$j$  – общее ускорение,  $\text{м} / \text{с}^2$ .

Ускорение для каждого периода  $t$  принимается по графику (рисунок 8.9).

*Общая масса элементов подъемника, приведенная к окружности барабана* равна:

$$m = m_1 + m_2, \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м},$$

где  $m_1$  – поступательно движущиеся массы, приведенные к окружности барабана,  $\text{кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}$ ;

$m_2$  – вращающиеся массы, приведенные к окружности барабана,  $\text{кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}$ .

*Поступательно движущиеся массы, приведенные к окружности барабана,* равны:

$$m_1 = \frac{Q + 2G + 4q}{g}, \text{ кг} \cdot \text{с}^2 / \text{м}$$

где  $q$  – вес каната, кг;

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

2 – количество скипов;

4 – количество канатов.

*Эквивалентное усилие,* необходимое для определения мощности электродвигателя, вычисляется по формуле:

$$P_э = \sqrt{\frac{\sum P_i^2 t_i}{\sum t_i}}, \text{ кг},$$

где  $P_i$  – суммарное окружное усилие на барабане для каждого участка пути, кг;

$$P_i = P_{cti} + P_d,$$

$t_i$  – время подъема скипа на каждом участке пути, с.

По эквивалентному усилию при подъеме различных скипов определяем требуемую *мощность для перемещения лебёдки*:

$$N = \frac{P_э v}{102\eta}, \text{ кВт}$$

где  $v$  – наибольшая скорость движения скипа, м/с;

$\eta$  – КПД передачи установки.

*Эквивалентная мощность* электродвигателя лебедки определяется по формуле:

$$N_э = \sqrt{\frac{2N^2 t}{5t + 0,5(2t'_1)}}, \text{ кВт},$$

где  $t'_1$  – пауза при загрузке скипа материалом ( $t'_1 = 10 \text{ с}$ );

0,5 – коэффициент, учитывающий недостаточную вентиляцию электродвигателя во время пауз.

По таблице 8.3 выбираем типоразмер двигателя с его техническими данными.

Выбранный электродвигатель проверяем перегрузку в пусковой период по формуле:

$$N_{\text{наиб}} < \lambda N_э, \text{ кВт},$$

Где  $N_{\text{наиб}}$  – наибольшая мощность электродвигателя в период пуска, кВт;

$\lambda$  – коэффициент, учитывающий перегрузку электродвигателя ( $\lambda = 2 - 2,5$ ).

## Лабораторная работа №9

### ИЗУЧЕНИЕ КОНСТРУКЦИИ И РАСЧЕТ СКИПОВОГО ПОДЪЁМНИКА

*Цель работы:* изучить устройство и назначение скипового подъёмника.

*Оборудование:* плакаты (схемы) скипового подъёмника.

*Задание:*

1. Изучить устройство и назначение скипового подъёмника.
2. Знать общую схему скипового подъемника.
3. Изучить схему скипа с донной разгрузкой.
4. Изучить профили ковшей скиповых подъёмников.
5. Знать схемы механизмов подъёма скиповых подъёмников.
6. Знать схему загрузочных устройств и систем управления скиповых подъемников.
7. Определить основные параметры скипового подъемника.

#### Общие сведения

**Скиповые подъемники** служат для перегрузки навалочных грузов (руда, уголь, песок и т. п.) и работают с автоматически разгружающимися ковшами (скипами). Основные части скипа — кузов, рама и приспособление для крепления к подъёмным приспособлениям (канатам, цепям и т. д.).

По способу разгрузки различают скипы, которые разгружаются через дно (рисунок 9.1), и опрокидывающиеся скипы (рисунок 9.2). В шахтах и на рудниках применяют также комбинированные подъёмные сосуды — скипо-клетки.



Рисунок 9.1 – Скиповый подъемник с донной разгрузкой скипа





Рисунок 9.2 – Скиповый подъемник с опрокидывающимся скипом

На рисунке 9.3 приведены схемы скиповых подъемников.

Основной частью такого подъемника (рисунок 9.3, а) является скип 2, передвигающийся по рельсам или направляющим, прикрепленным к специальной металлической конструкции (мосту) 1, растреллам шахты (в шахтных подъемниках) и т.п.

Ковш загружается вручную (малые подъемники) или через специальное загрузочное устройство 3.

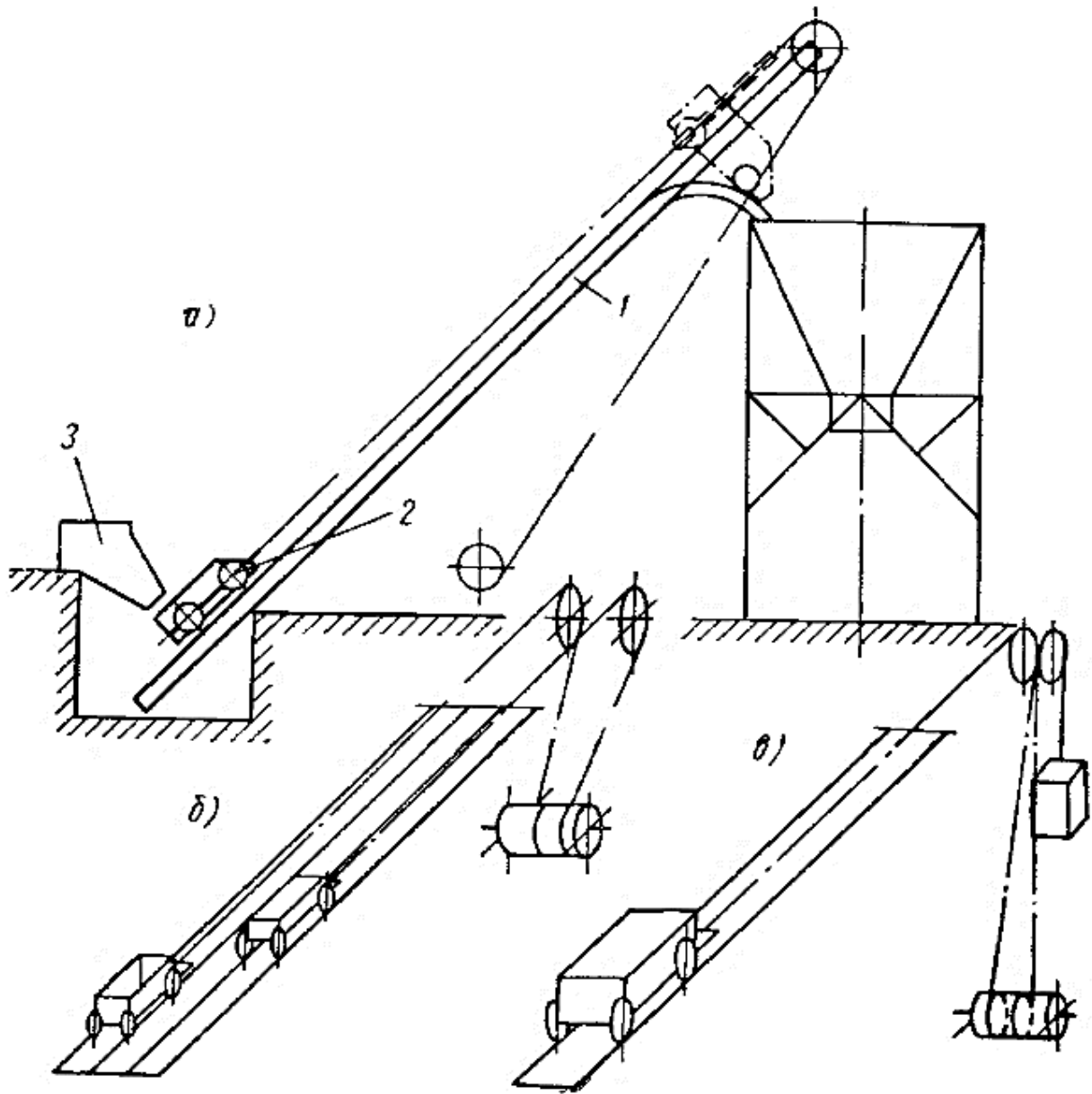


Рисунок 9.3 – Схемы скиповых подъёмников

а – принципиальная схема; в, б – подъёмники с одним и двумя скипами

В верхнем положении ковш автоматически разгружается. Разгрузка производится или опрокидыванием ковша (опрокидные скипы), или через отверстие в его стенке или днище (скипы с донной разгрузкой), перекрываемое на время загрузки и подъема затвором. При малой производительности подъёмника устанавливается один скип; его вес уравнивается противовесом, который подвешивается к концу каната, сбегаящего с барабана (рисунок 9.3, в). При большой производительности (шахтные и доменные подъёмники) взамен противовеса устанавливают второй скип (рисунок 9.1, б), в этом случае веса ковшей взаимно уравниваются.

При работе на крупнокусковых материалах возникает опасность заклинивания рычажных и особенно секторных затворов.

Для этих материалов были предложены скипы с качающимся кузовом по рисунку 9.4. Кузов 1 такого скипа шарнирно укреплен в раме 5 и может поворачиваться на некоторый угол (порядка 15) относительно точки А. При подъеме скип занимает вертикальное положение и его выпускное отверстие перекрывается выпускным лотком 3. Один конец этого лотка шарнирно прикреплен к кузову, а другой лежит на опорном ролике 4. Кузов поворачивается роликами 2, которые в зоне разгрузки наезжают на наклонную направляющую шину 6. При повороте кузова выдвигается нижний лоток 3, который устанавливается в рабочее положение под требуемым углом для разгрузки. При опускании скипа его кузов вновь принимает вертикальное, а лоток горизонтальное положения.

Скипы с донной разгрузкой не требуют снижения скорости в зоне разгрузки, что является их существенным преимуществом. Недостатком этих скипов является их неполное опоражнивание при работе на слипающихся материалах; при особо тяжелых материалах возникает также опасность повреждения затвора скипа при загрузке.

Общий вид скипа с донной разгрузкой представлен на рисунке 9.5.

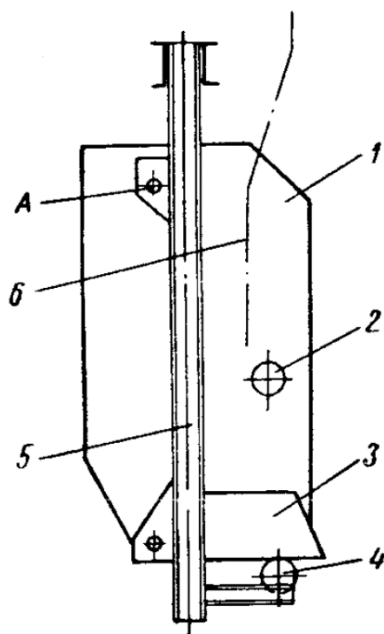


Рисунок 9.4 – Схема скипа с донной разгрузкой поворотный с качающимся кузовом

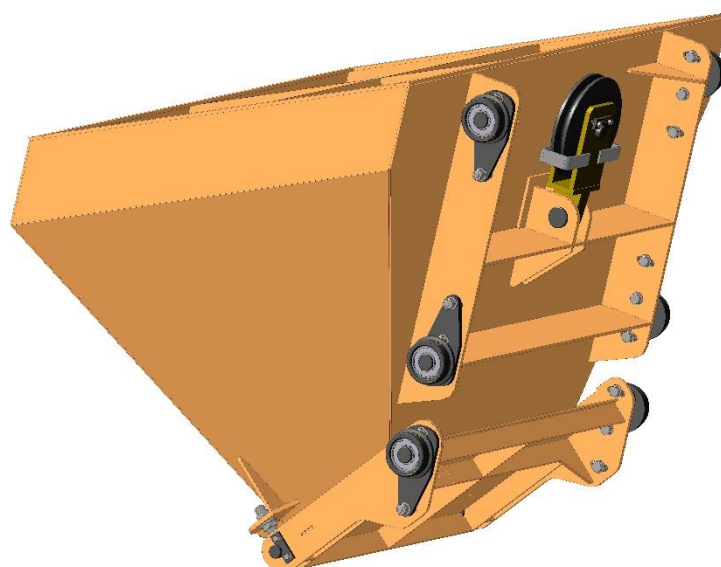


Рисунок 9.5 – Скип с донной разгрузкой поворотный с качающимся кузовом

На рисунок 9.6 приведены наиболее употребительные профили ковшей скиповых подъемников. Профили 1 – 4 обычно принимают для опрокидных скипов. Профиль 1 принят для мелких промышленных и профиль 2 для доменных подъемников. Скипы этих подъемников обычно имеют вытянутую форму, чтобы не увеличивать размеры металлической конструкции (моста), по которой передвигается скип. Профили 3 – 4 применяются для шахтных подъемников при опрокидных скипах. Профили 5 и 7 применяются в шахтных скипах с неподвижными кузовами и донной разгрузкой и профиль 6 – в качающихся скипах.

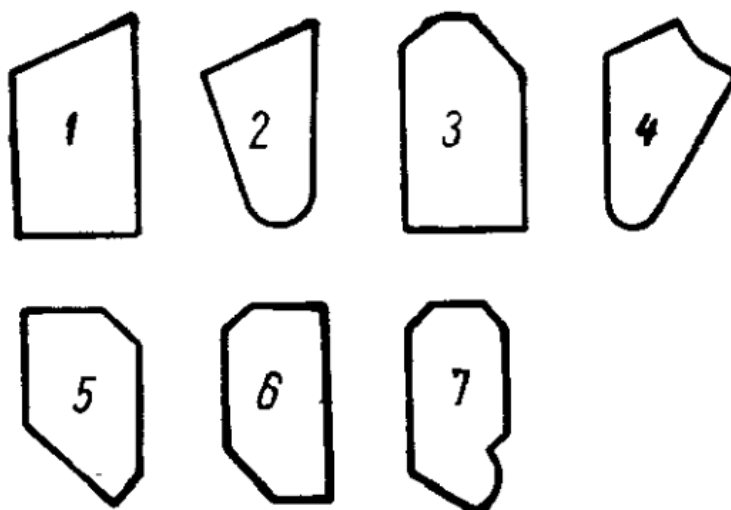


Рисунок 9.6 – Профили ковшей скипов

### *Механизмы подъема*

В большинстве случаев скиповые подъемники небольшой мощности имеют барабанные лебедки с цилиндрическими зубчатыми передачами.

Основными узлами скиповой лебедки являются двигатель, цилиндрический редуктор, тормоз и барабан, на который навивается канат. Навивка каната, как правило, производится в один слой.

Привод лебедки небольших скиповых подъемников обычно осуществляется от асинхронных двигателей с контактными кольцами или короткозамкнутым якорем. При скорости скипа более 0,5 м/сек применяют двухскоростные двигатели по типу лифтовых; эти двигатели позволяют наиболее удобно снизить число оборотов двигателя при проходе скипа по разгрузочным кривым.

Торможение лебедок обычно производится колодочными тормозами, которые помещаются между валом двигателя и редуктором.

По принципу работы подъемные механизмы скиповых подъемников близки к механизмам клетевых подъемников. Они также оборудуются центробежным ограничителем скорости, концевыми выключателями и двумя тормозами – рабочим и аварийным. Рабочий тормоз в этих механизмах часто устанавливается на валу двигателя, аварийный – на барабане.

Эти механизмы выполняются с приводом от одного и двух двигателей. Схема первого механизма приведена на рисунке 9.7, а. Он состоит из двигателя 1, редуктора 3, барабана 4 и двух тормозов: рабочего 2 и аварийного 5.

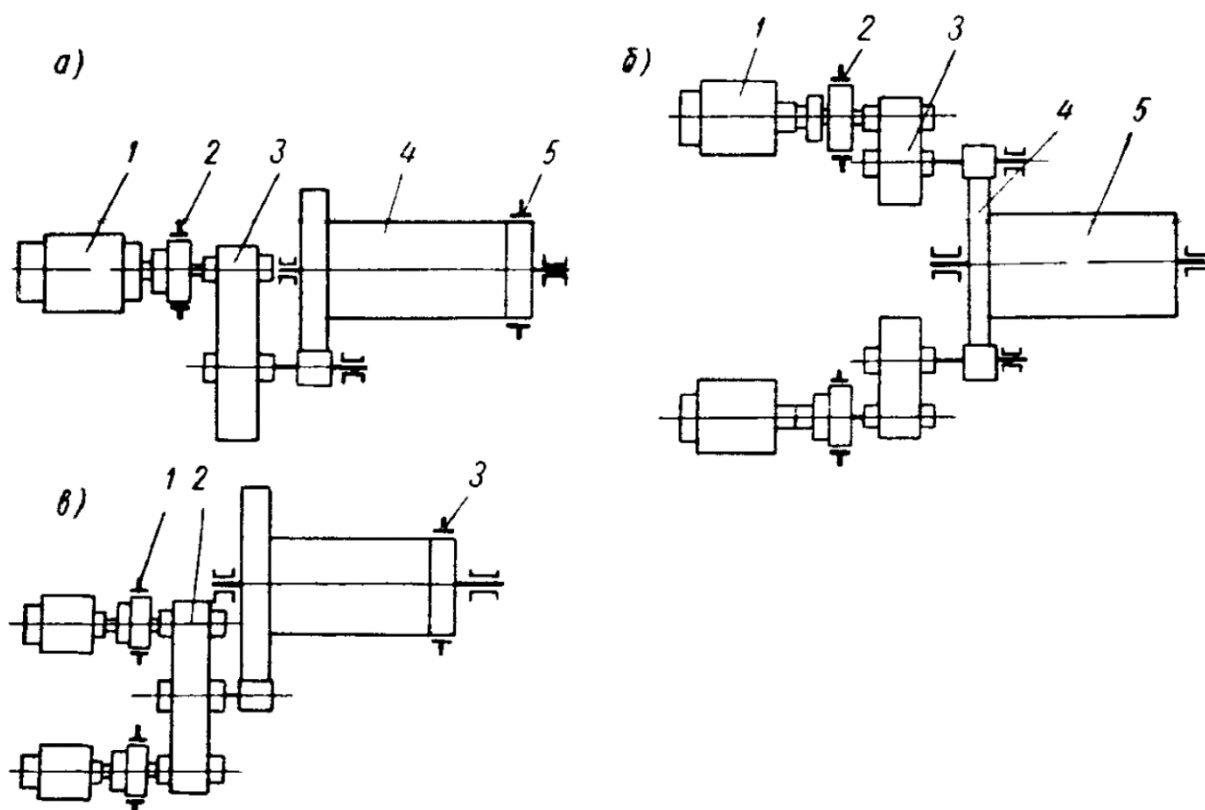


Рисунок 9.7 – Схемы механизмов подъема скиповых подъемников

а – с одним двигателем; б и в – с двумя двигателями

В схеме, приведенной на рисунке 9.7, б, установлены два двигателя 1. Вращение на барабан 5 в этом случае передается через два редуктора 3 и две пары зубчатых колес 4.

Механизм имеет два тормоза 2, каждый из которых рассчитан на полный грузовой момент. В случае необходимости один из них может работать как аварийный и поэтому специальный аварийный тормоз в нем не предусмотрен.

В схеме по рисунку 9.7, в, на оба двигателя установлен один редуктор 2 с передачей шевронными колесами. Механизм оборудован тремя тормозами, два из которых 1, установленные на валах двигателей, являются рабочими, и один 3, расположенный на валу барабана, – аварийным. В обоих рассмотренных механизмах центробежный ограничитель скорости и концевой выключатель для остановки двигателя (не показаны на схеме) связаны с валом барабана. Ограничитель скорости выключает двигатель при увеличении скорости движения скипа более чем на 15%, при этом автоматически вводится в действие аварийный тормоз, с которым также связан и выключатель слабины каната.

### ***Загрузочные устройства и системы управления***

Загрузка материала в скипы небольших промышленных подъемников часто производится вручную или вагонетками.

При возможности дозирования подачи материала в соответствии с емкостью скипа, его загрузка производится через направляющие воронки, при невозможности такой подачи устанавливают бункера с добавочными дозирующими устройствами.

Поступающий в скип материал направляется в него при помощи желобов или воронок. В наклонных подъемниках такая воронка может устанавливаться непосредственно над скипом, в вертикальных подъемниках и наклонных подъемниках с большими углами наклона необходима установка специальных откидывающихся лотков.

Схемы таких загрузочных устройств приведены на рисунке 9.8.

В первой из приведенных схем (рисунок 9.8, а) загрузочный лоток 1 может поворачиваться около шарнира 4. К лотку прикреплен противовес 3, вес которого подбирается таким образом, чтобы после поворота лотка на некоторый угол вверх он далее был бы откинут противовесом.

После опускания скипа под загрузку лоток устанавливается в рабочее положение вручную при помощи рукоятки 5, связанной с канатом 2.

На рисунке 9.8, б и в, приведены устройства для автоматического опускания лотка при подходе скипа.

В устройстве на рисунке 9.8, б, скип при опускании садится на подвижный упор 7, который скользит в вертикальных направляющих 6. Конец каната 5, с которым связан этот упор, намотан на барабан 1 вала затвора. При опускании скипа упор, двигаясь вниз, тянет канат 5, вращает барабан питателя и опускает лоток 4; при обратном движении скипа лоток поворачивается обратно противовесом 3, который связан с барабаном канатом 2.

На рисунке 9.8, в, показана схема загрузочного устройства с выдвижным лотком. В этом устройстве затвор 1 также приводится в движение тяговым канатом 5 от подвижного упора 6. Этот канат связан с Т-образным поворотным рычагом 4, на конце которого укреплен противовес 3. Рычаг связан с затвором 1, к которому присоединен загрузочный желоб 1. При повороте рычага вниз открывается затвор и одновременно выдвигается желоб. При подъеме скипа рычаг поворачивается вверх, закрывает затвор и одновременно вдвигает желоб. В нерабочем положении желоб опирается на ролик 7.

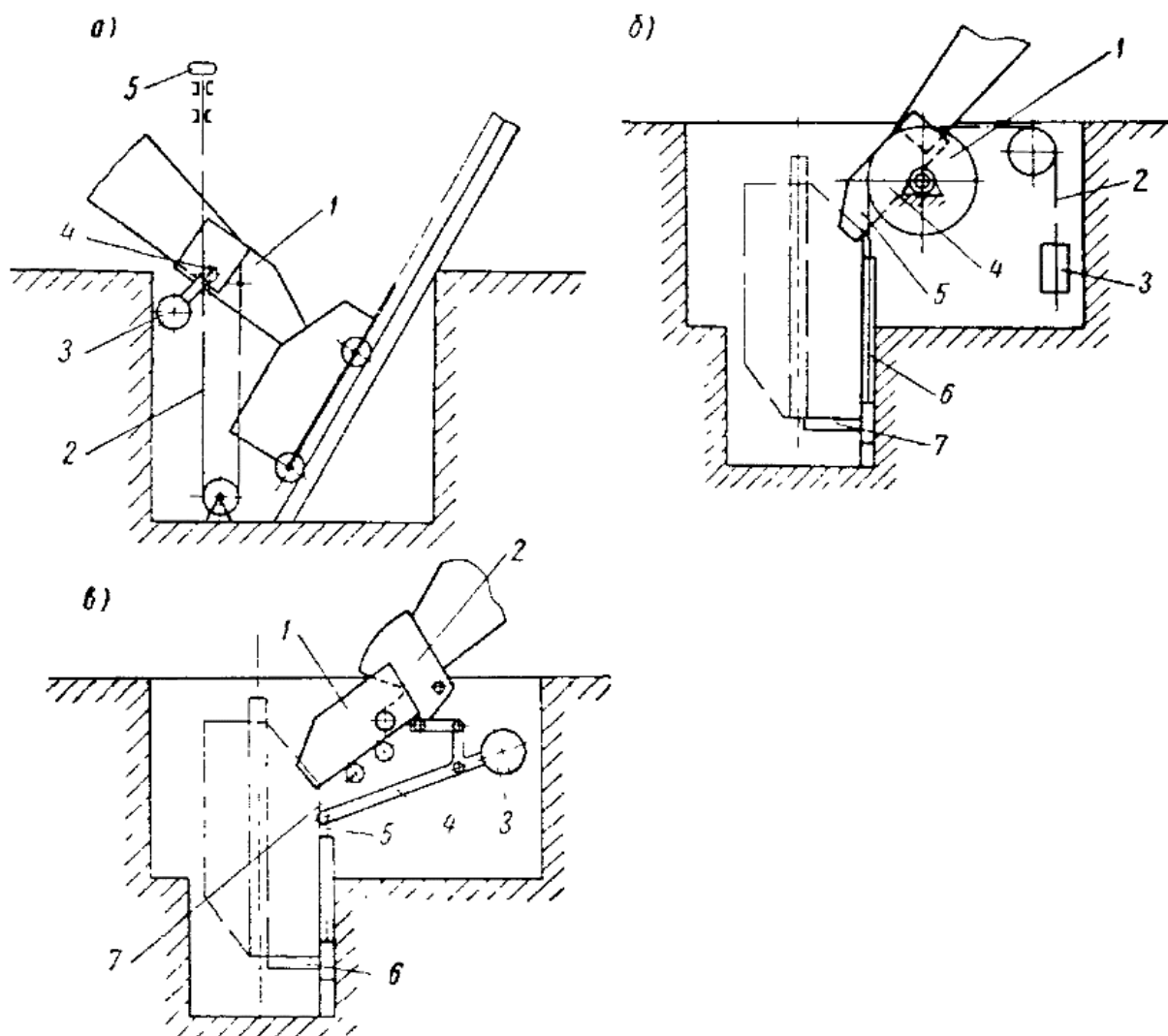


Рисунок 9.8 – Схемы загрузочных устройств скипов

а – с ручным управлением; б и в – автоматические

В настоящее время в промышленных подъемниках обычно применяют систему управления с автоматическим пуском скипа, после того как он будет заполнен материалом до определенного веса.

Удобными являются дополнительные весовые устройства, непосредственно взвешивающие скип, которые получили большое распространение. Эти устройства связываются с ползунами или рычагами, на которые при опускании садится скип; они могут быть выполнены рычажными или пружинными. При заполнении скипа

материалом ползун или рычаг, опускаясь вниз, замыкают электрический контакт, который и включает двигатель на подъем. Обратное включение двигателя после разгрузки производится реле времени.

На рисунке 9.9 приведена принципиальная схема цепи автоматического управления скиповым подъемником. После загрузки скипа, находящегося в нижнем положении, замыкается электрический контакт КЗ весового устройства и ток от предохранителя  $\Pi_1$  и кнопки «Стоп» проходит через контакты 11, 12 путевого выключателя ВП и катушку контактора  $\Pi$  подъема.

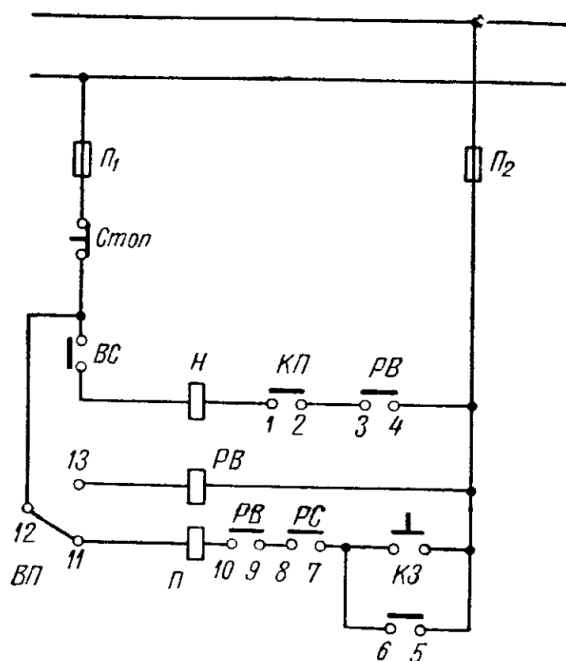


Рисунок 9.9 – Электрическая схема скипового подъемника с автоматическим управлением

Далее он проходит через контакты 9 и 10 реле выдержки РВ, контакты 7 и 8 реле спуска, которые при этом замкнуты, контакт КЗ и далее через предохранитель Л2 обратно в сеть. При срабатывании реле подъема  $\Pi$  включаются также его контакты 5 и 6, которые блокируют контакт КЗ после того, как он будет освобожден при подъеме скипа. После того как скип придет в верхнее положение, переключаются контакты путевого переключателя ВП с 11 – 12 на 12 – 13 и двигатель включается на работу на спуск. При этом ток проходит от предохранителя  $\Pi_1$  через кнопку «Стоп», контакты 12 – 13 переключателя ВП, катушку реле выдержки РВ к предохранителю Л2. Через некоторый промежуток времени, необходимый для разгрузки скипа (10 – 20 сек), реле РВ переключает контакты 9 – 10 на 3 – 4. После этого ток проходит через контакт выключателя спуска ВС, катушку контактора Н, которая включает двигатель в направлении спуска, дополнительные контакты 1 – 2 реле подъема КП и далее через контакты 3, 4 и предохранитель  $\Pi_2$  в сеть.

После того как скип опустится, контакты 11 – 12 реле ВП и 9 № реле РВ замыкаются вновь. При подходе скипа к нижнему положению контакты



выключателя ВС размыкают цепь контактора Н, контакты 7 – 8 находящиеся в реле Н, замыкаются и двигатель будет работать на подъем, после того как контакт КЗ будет замкнут скипом.

### Последовательность выполнения работы

Производительность скипового подъемника может быть подсчитана по формуле:

$$P_{\text{ск}} = 3600 \frac{V \cdot \rho \cdot \varphi}{\frac{2 \cdot L}{v_{\text{ср}}} + t_{\text{в}}} \cdot Z,$$

где  $V$  – объём ёмкости скипового подъемника, м<sup>3</sup>;

$\rho$  – вес материала, т/м<sup>3</sup> (таблица 9.2);

$\varphi$  – коэффициент заполнения скипа ( $\varphi = 0,9$ );

$Z$  – число скипов в подъемнике;

$L$  – длина рабочего пути, проходимого скипом, м;

$v_{\text{ср}}$  – средняя скорость движения скипа, м/с;

$t_{\text{в}}$  – время затрачиваемое на вспомогательные операции (загрузка, простой и т.п.), с.

Длина пути, проходимого скипом, определится из условия:

$$L = s_1 + s_2 = \frac{H}{\sin \alpha} + s_2,$$

где  $s_1$  – путь, проходимый скипом до момента разгрузки, м;

$s_2$  – дополнительный путь, проходимый при разгрузке скипа (при донной разгрузке  $s_2 = 0$  м), м;

$H$  – высота подъёма (до точки, в которой начинается опрокидывание скипа), м;

$\alpha$  – угол наклона пути, град.

При предварительном определении средней скорости движения опрокидного скипа в формуле производительности скипового подъемника, исходим из рабочей диаграммы, приведенной на рисунке 9.10 для случая, равноускоренного (или равнозамедленного) движения скипа в периоды пуска и остановки. В этой диаграмме по оси абсцисс отложено время и по оси ординат – скорость скипа.

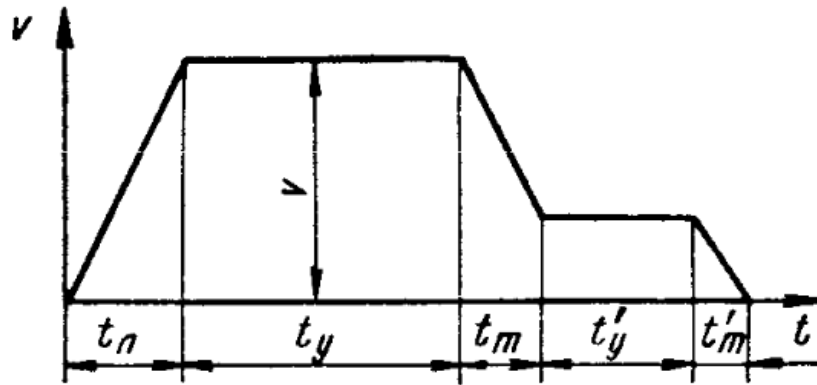


Рисунок 9.10 – Рабочая диаграмма скипового подъёмника с опрокидным скипом

Время пуска  $t_n$  и время торможения  $t_m$  на протяжении первого участка пути  $s_1$  равны:

$$t_n = \frac{v}{a};$$

$$t_T = \frac{v - v_1}{a},$$

где  $a$  – расчетная величина ускорения (замедления), м/с<sup>2</sup>;

$v$  – номинальная скорость движения скипа, м/с;

$v_1$  – скорость движения скипа при разгрузке, м/с.

Путь, проходимым за время установившегося движения этом участке:

$$s_y = s_1 - s_n - s_T = s_1 - \frac{v^2}{2a} - \frac{(v - v_1)^2}{2a} = s_1 - \frac{v_1}{a} \left( v - \frac{v_1}{2} \right),$$

где  $s_n$  – путь проходимый скипом за время пуска;

$s_T$  – путь проходимый скипом за время остановки.

Время установившегося движения в течение первого периода:

$$t_y = \frac{s_y}{v} = \frac{s_1}{v} - \frac{v_1}{a} \left( 1 - \frac{v_1}{2v} \right).$$

Из аналогичных подсчётов имеем для второго периода – движение скипа с пониженной скоростью на протяжении  $s_2$ :

$$t'_T = \frac{v_1}{a};$$

$$t'_y = \frac{s_2}{v_1} - \frac{v_1}{2a}.$$

Средняя (расчётная) скорость движения скипа:

$$v_{cp} = \frac{s_1 + s_2}{t_n + t_T + t_y + t'_T + t'_y}.$$

## Лабораторная работа №10

# ИЗУЧЕНИЕ АВТОМАТИЧЕСКИХ ВЫКЛЮЧАТЕЛЕЙ

*Цель работы:* изучить конструкции и назначение автоматических выключателей.

*Оборудование:* плакаты (схемы) автоматических выключателей.

*Задание:*

1. Изучить конструкции автоматических выключателей по роду тока главной цепи.
2. Изучить конструкцию автоматических выключателей по величине напряжения.
3. Изучить конструкцию выключателей по виду расцепителей.

### Общие сведения

#### *Назначение, классификация, нормируемые технические характеристики*

Выключатели автоматические предназначены для проведения тока в нормальном режиме и отключения тока при коротких замыканиях (к.з), перегрузках или недопустимых снижениях напряжения, а также для нечастых оперативных включений и отключений электрических цепей. Автоматические выключатели выполняют одновременно функцию защиты и управления.

*Классификация* автоматических выключателей:

1. *По роду тока главной цепи:* постоянного тока; переменного тока; постоянного и переменного тока.
2. *По величине напряжения:* на автоматы низкого (до 1000В) и высокого (выше 1000В) напряжения.
3. *По конструкции:* воздушный (рисунок 10.1) автоматический выключатель (англ. Air Circuit Breaker, сокращенно АСВ) от 800 А до 6300 А, выключатель в литом корпусе (МССВ – Molded Case Circuit Breaker) от 10 А до 2500 А, модульные автоматические выключатели (МСВ – Miniature Circuit Breaker) от 1 А до 125 А.

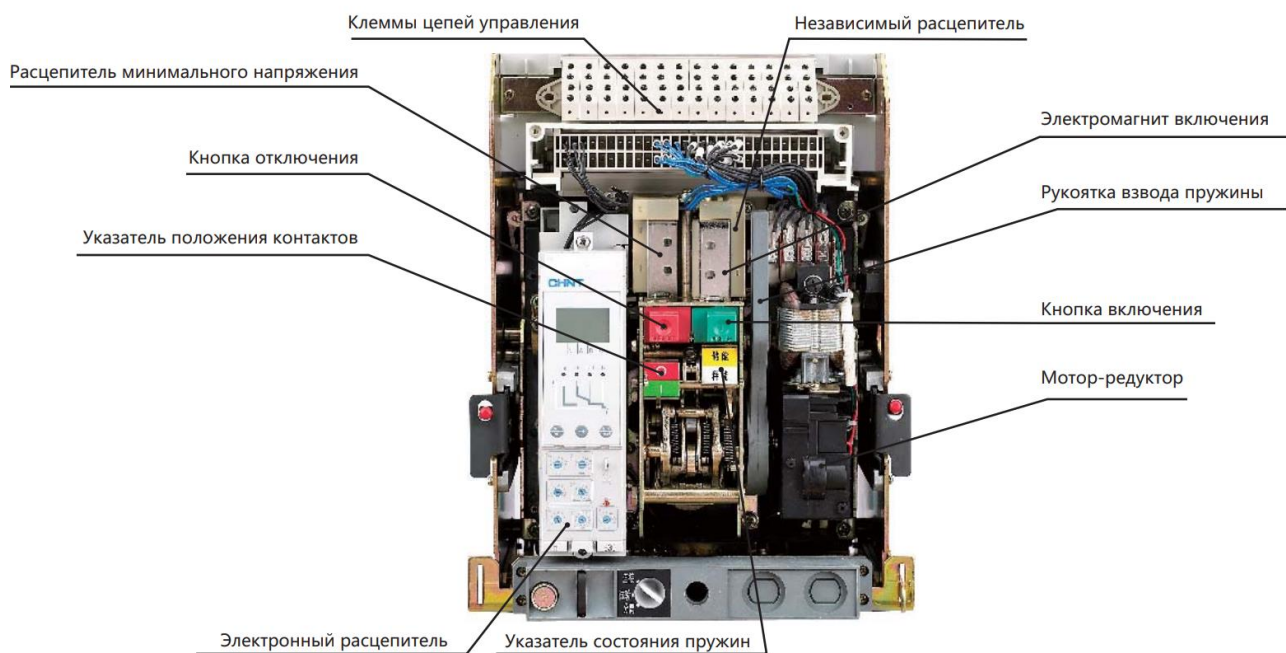
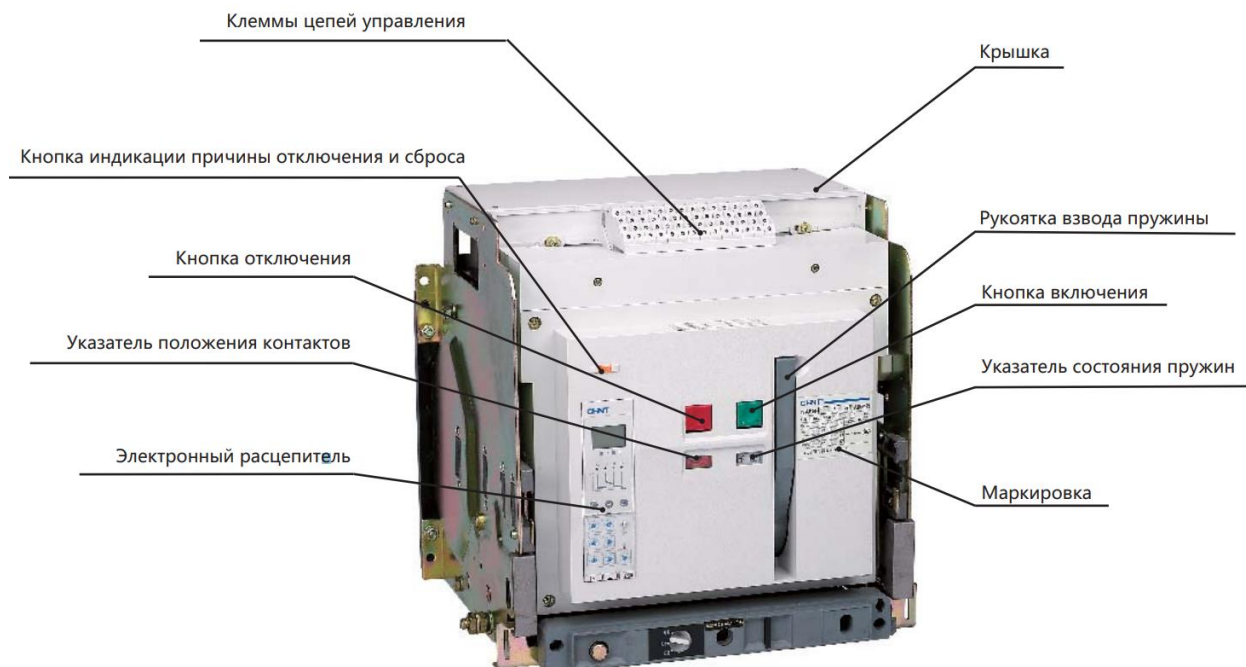


Рисунок 10.1 – Устройство воздушного автоматического выключателя

Модульными электрическими аппаратами (рисунок 10.2, 10.3), которые устанавливаются в распределительные щиты, называются устройства, чьи основные установочные размеры стандартизированы и не меняются от производителя к производителю (как правило). Такие приборы устанавливаются в щитах на специальный металлический профиль, именуемый DIN-рейкой 35 мм.



Рисунок 10.2 – Модульный автоматический выключатель IEK на DIN-рейке

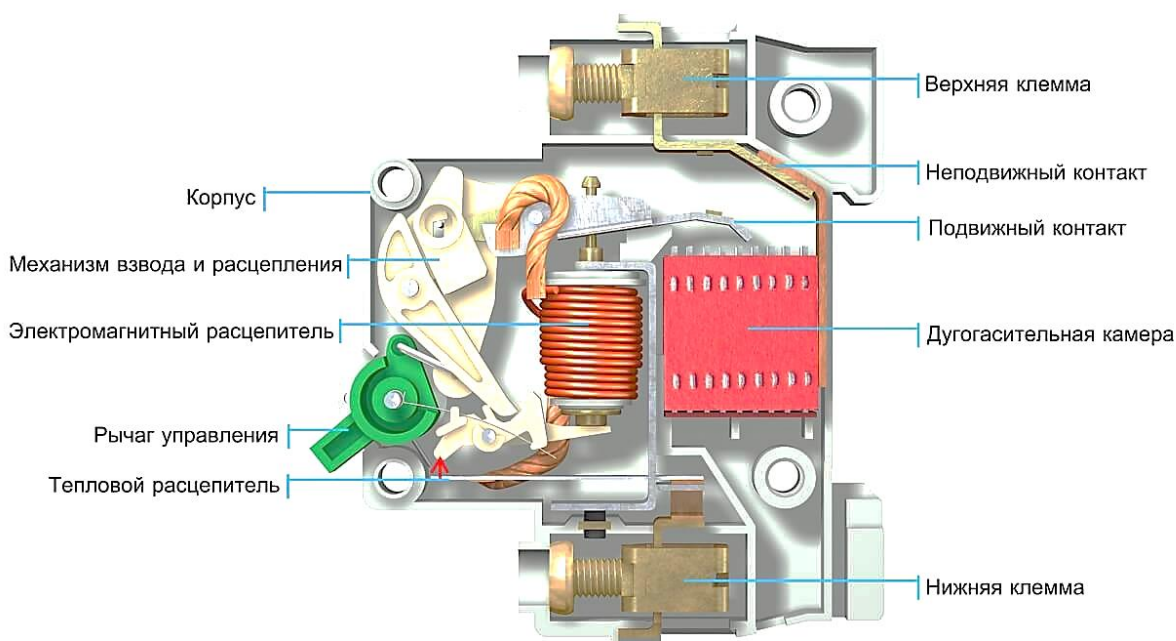


Рисунок 10.3 – Устройство автоматического выключателя IEK

4. **По числу полюсов главной цепи:** однополюсные; двухполюсные (рисунок 10.2, 10.3); трёхполюсные; четырёхполюсные.
5. **По наличию токоограничения:** токоограничивающие; нетокоограничивающие.

Нетокоограничивающие выключатели не ограничивают ток КЗ в цепи, и он достигает максимального ожидаемого значения.

Токоограничивающие выключатели ограничивают ток КЗ с помощью быстрого введения в цепь дополнительного сопротивления дуги (в первый же полупериод, до того, как ток КЗ значительно возрастет) и последующего быстрого отключения КЗ. При этом ток КЗ не достигает ожидаемого расчетного максимального значения.

## 6. По видам расцепителей:

- с максимальным расцепителем тока электромеханическим или электронным. В свою очередь электромеханические расцепители бывают:
  - термомагнитные;
  - электромагнитные;
  - для защиты генераторов
- с независимым расцепителем;
- с минимальным или нулевым расцепителем напряжения.

**Расцепитель** – это устройство (рисунок 10.1, 10.3), механически связанное с автоматическим выключателем, которое освобождает удерживающее приспособление и тем самым допускает размыкание или замыкание коммутационного аппарата.

Электромагнитный расцепитель (рисунок 10.4), приводится в действие катушкой и якорем. Резкое увеличение силы тока (например, короткое замыкание) вызывает в катушке или якоре значительное изменение магнитного поля, которое перемещает сердечник (головку толкателя). Это приводит к освобождению механизма отключения автоматического выключателя. Действие происходит мгновенно. Порог срабатывания может быть регулируемым или постоянным.

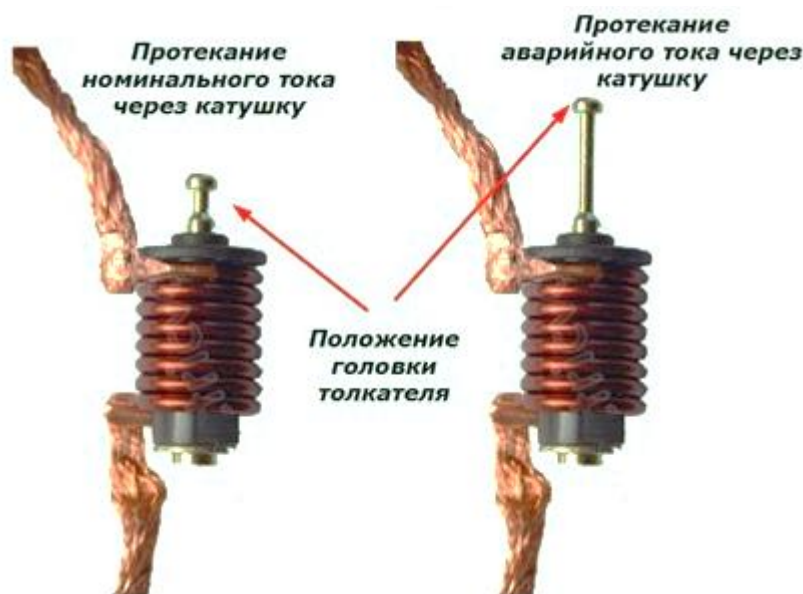


Рисунок 10.4 – Положение головки толкателя электромагнитного расцепителя

Тепловой расцепитель (рисунок 10.5), принцип действия которого основан на нагреве биметаллической пластины за счёт эффекта Джоуля. При превышении предельного уровня нагрева, зависящего от тока и времени его прохождения (характеристика  $I^2t = \text{cte}$ , типичная для нагрева кабелей), биметаллическая пластина деформируется и освобождает механизм отключения автоматического выключателя. Тепловые расцепители выполняются с зависимой амперсекундной характеристикой: чем больше ток протекает через тепловой элемент, тем меньше

время будет находится под повышенным током защищаемый элемент. Порог срабатывания может быть регулируемым. Тепловой расцепитель используется как составная часть магнитотермических расцепителей.



Рисунок 10.5 – Срабатывание биметаллической пластины теплового расцепителя

Магнитотермический расцепитель (термомагнитный) ТМ (рисунок 10.6), в котором сочетаются тепловая защита от перегрузок и электромагнитная защита.

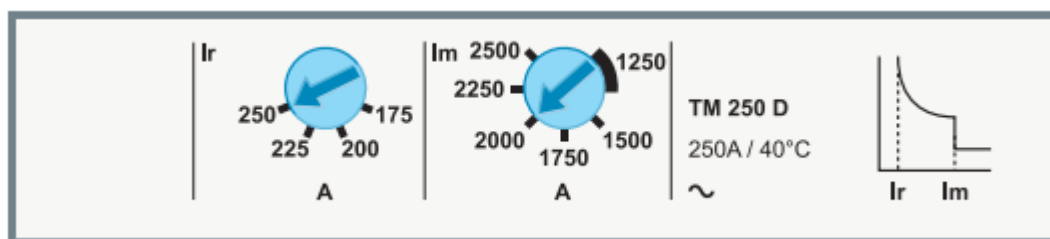


Рисунок 10.6 – Магнитотермический расцепитель ТМ

Расцепитель обратного тока или обратной мощности срабатывает при изменении направления тока. Его применяют для защиты генераторов, работающих на электрическую систему от выпадения из синхронизма (для синхронных генераторов).

Расцепители тока утечки устройств защитного отключения применяют для быстрого отключения участков сети, в которых из-за нарушения изоляции или прикосновения людей к проводникам возникает ток утечки в землю. При этом ток уставки расцепителя вытирают в пределах от 10 до 30 мА.

Электронный расцепитель (рисунок 10.7) – расцепитель, действующий на основе непрерывного измерения тока проходящего по каждой фазе, и, возможно, тока нейтрали. Результаты измерений поступает от встроенных датчиков тока, соединенных с аналого-цифровым преобразователем с высокой частотой дискретизации. Полученные значения постоянно сравниваются схемой со

значениями выбранных порогов. При превышении порога исполнительное устройство освобождает механизм отключения автоматического выключателя.



Рисунок 10.7 – Электронный расцепитель

Электронный расцепитель допускает выбор параметров:

- номинального тока расцепителя;
- уставки по току срабатывания в зоне токов перегрузки;
- уставки по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов перегрузки;
- уставки по времени срабатывания в зоне токов короткого замыкания.

Так в электронном расцепителе фирмы Moeller (рисунок 10.8) предусмотрена возможность регулирования: токов перегрузки  $I_r$  в диапазоне от  $0,5I_n$  до  $I_n$  и задержку  $t_r$  времени срабатывания расцепителя перегрузки от 2 до 20 секунд. Для расцепителя в зоне токов короткого замыкания переключателем  $I^2t$  можно задать скорость срабатывания расцепителя КЗ. Так при нахождении переключателя в положении «On» расцепитель КЗ будет срабатывать мгновенно при значениях тока срабатывания  $I_i$  в диапазоне от  $2 I_n$  до  $12 I_n$ . При нахождении переключателя в положении «Off» возможна регулировка тока срабатывания  $I_{sd}$  в диапазоне от  $2I_r$  до  $10I_r$  и времени срабатывания  $t_{sd}$  (времени задержки срабатывания) расцепителя КЗ в диапазоне от 0 до 1000мс. Причем чем больше ток  $I_{sd}$ , тем меньше надо устанавливать  $t_{sd}$ .



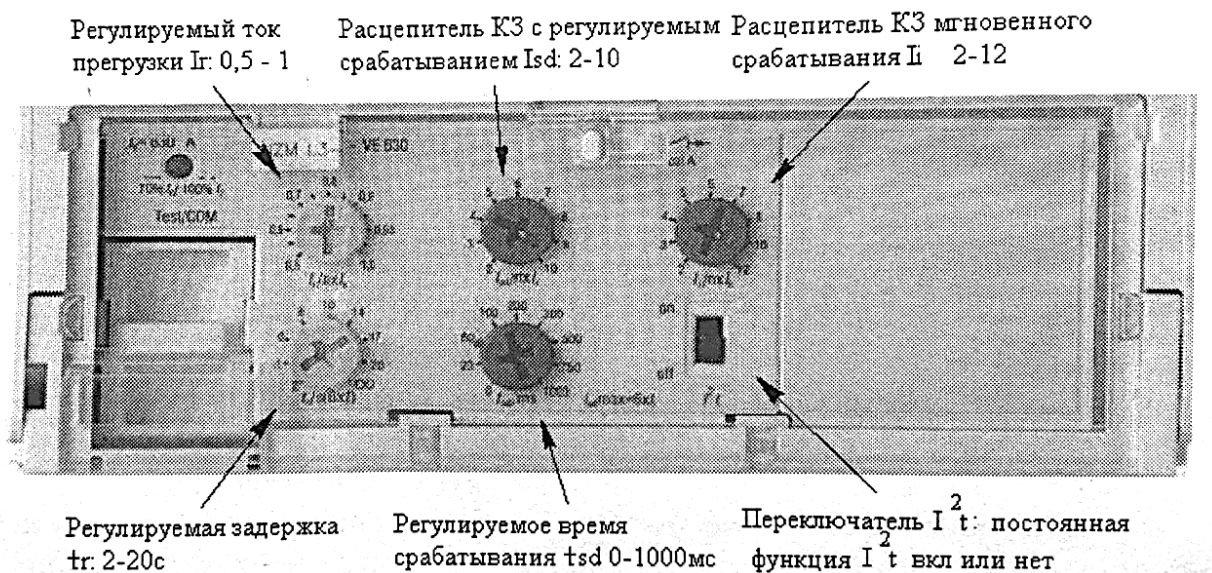


Рисунок 10.8 – Электронный расцепитель Moeller

Расцепитель минимального напряжения - этот тип расцепителя, который срабатывает, если напряжение питания опускается ниже установленного минимального порога.

Независимый расцепитель - это тип расцепителя срабатывает при подаче тока. Расцепитель вызывает отключение автоматического выключателя под воздействием импульсной или фиксированной команды.

Некоторые автоматические выключатели (например, фирмы Compact NSX) снабжены системой «рефлексного» отключения, действие которой основано на использовании энергии дуги и не зависит от других защит. Эта система срабатывает в очень короткий промежуток времени, опережая все остальные защитные устройства, что обеспечивает дополнительную безопасность при очень сильном коротком замыкании.

7. **По характеристике выдержки времени максимальных расцепителей тока:** без выдержки времени; с выдержкой времени, независимой от тока; с выдержкой времени, обратно зависимой от тока; с сочетанием указанных характеристик.
8. **По наличию свободных контактов** («блок-контактов» для вторичных цепей): с контактами; без контактов.
9. **По способу присоединения внешних проводников:** с задним присоединением; с передним присоединением; с комбинированным присоединением (верхние зажимы с задним присоединением, а нижние - с передним присоединением или наоборот); с универсальным присоединением (передним и задним).
10. **По виду привода:** с ручным; с двигательным; с пружинным.

Под двигательным понимают привод, в котором используется сила, создаваемая любым источником энергии (электромагнитом, электродвигателем, пневматической, гидравлической системами и т.д.), кроме мускульной силы оператора.

11. **По наличию и степени защиты выключателя** от воздействия окружающей среды и от соприкосновения с находящимися под напряжением частями выключателя и его движущимися частями, расположенными внутри оболочки в соответствии с требованиями ГОСТа.

12. **По способу установки:** стационарного, втычного и выдвигного типа.

Системы подключения втычного типа (рисунок 10.9) выполняются как в виде комплектов, так и отдельных сборок. Втычная система содержит цельное литое основание. Отличительной чертой такой системы является защитная блокировка, которая обеспечивает механическое расцепление выключателя перед его полным извлечением или установкой на место, когда он находится во включенном состоянии.



Рисунок 10.9 – Автоматический выключатель втычного действия

Выдвижные механизмы (рисунок 10.10) для автоматических выключателей как правило управляются вручную. Так система выдвигного типа Recod Plus позволяет компоновать выключатели в виде полностью автономных устройств с тремя возможными положениями: вставлен, проверен, изолирован и снят.

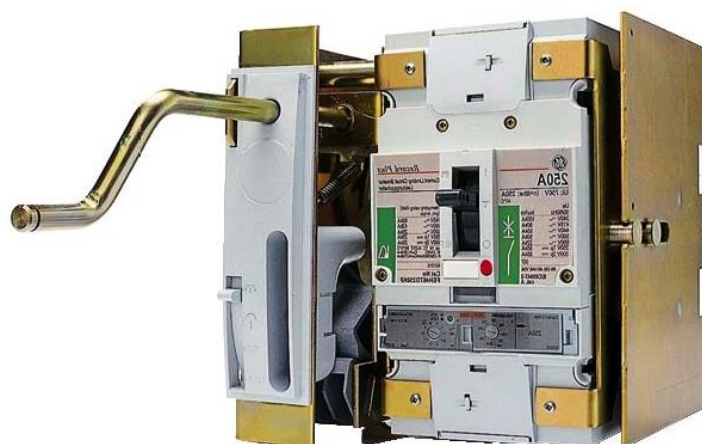


Рисунок 10.10 – Выдвижной механизм автоматического выключателя

Система монтажа (рисунок 10.11) Power Controls включает себя переходную пластину, которая вставляется в трех- или четырехполюсную систему шин, установленной на оборудовании.



Рисунок 10.11 – Система монтажа Power Controls

Выключатели могут комплектоваться крепежными изделиями, специальными кабельными наконечниками, устройствами ручного дистанционного привода для оперирования выключателем без открывания двери шкафа, устройствами запираания выключателя на замок в положении «выключено» и т.п.

### ***Нормируемые технические характеристики***

***Номинальный ток выключателя  $I_n$***  – максимальное значение тока (переменного или постоянного), протекающего в длительном режиме через автоматический выключатель при нормальных условиях эксплуатации.

***Номинальный рабочий ток  $I_e$***  – указанное изготовителем значение тока с учетом номинального рабочего напряжения, номинальной чистоты, номинального режима, категории применения и типа защитной оболочки при её наличии.

***Номинальный кратковременно допустимый ток ( $I_{ew}$ )*** – установленное значение кратковременно допустимого тока, который аппарат может проводить без повреждений в условиях испытаний, оговоренных в стандарте на соответствующий аппарат, обычно выражается в кА, в течение 0,5 - 1 - 3 с.

***Калибруемое значение номинального рабочего тока теплового (или электронного) расцепителя  $I_{np}$***  - такое значение тока, переменного или постоянного, при длительном протекании которого не происходит отключения автоматического выключателя, но происходит его отключение при протекании за нормированное время тока, большего по значению, как правило  $1,13 I_{np} \dots 1,45 I_{np}$  (для миниатюрных выключателей). Калибруемое значение номинального рабочего тока теплового (электронного) расцепителя выбирается из стандартного ряда. Автоматический выключатели с электронным расцепителем могут иметь регулируемый расцепитель перегрузки  $I_{np} = 0,5 - 1 \times I_n$ .

**Уставка по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания** - такое значение тока, переменного или постоянного, при котором происходит практически мгновенное срабатывание автоматического выключателя с разрывом электрической цепи. Уставка по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания (КЗ) нормируется либо в единицах тока, либо как величина, кратная номинальному току.

Для автоматических выключателей, выполненных в стандартах DIN, уставка по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания стандартизована и имеет обозначение (для миниатюрных выключателей):

- «**B**» - ток электромагнитного расцепителя лежит в пределах  $3...5 I_n$  теплового расцепителя;
- «**C**» -  $5...10 I_n$ ;
- «**D**» -  $10...20 I_n$ ;
- «**K**» -  $8...14 I_n$ ;
- «**L**» -  $3...4 I_n$ ;
- «**U**» -  $6...9 I_n$ ;
- «**Z**» -  $2,5...3,5 I_n$ .

На рисунке 10.12 представлены характеристики срабатывания В и С для автоматических выключателей фирмы Hager.

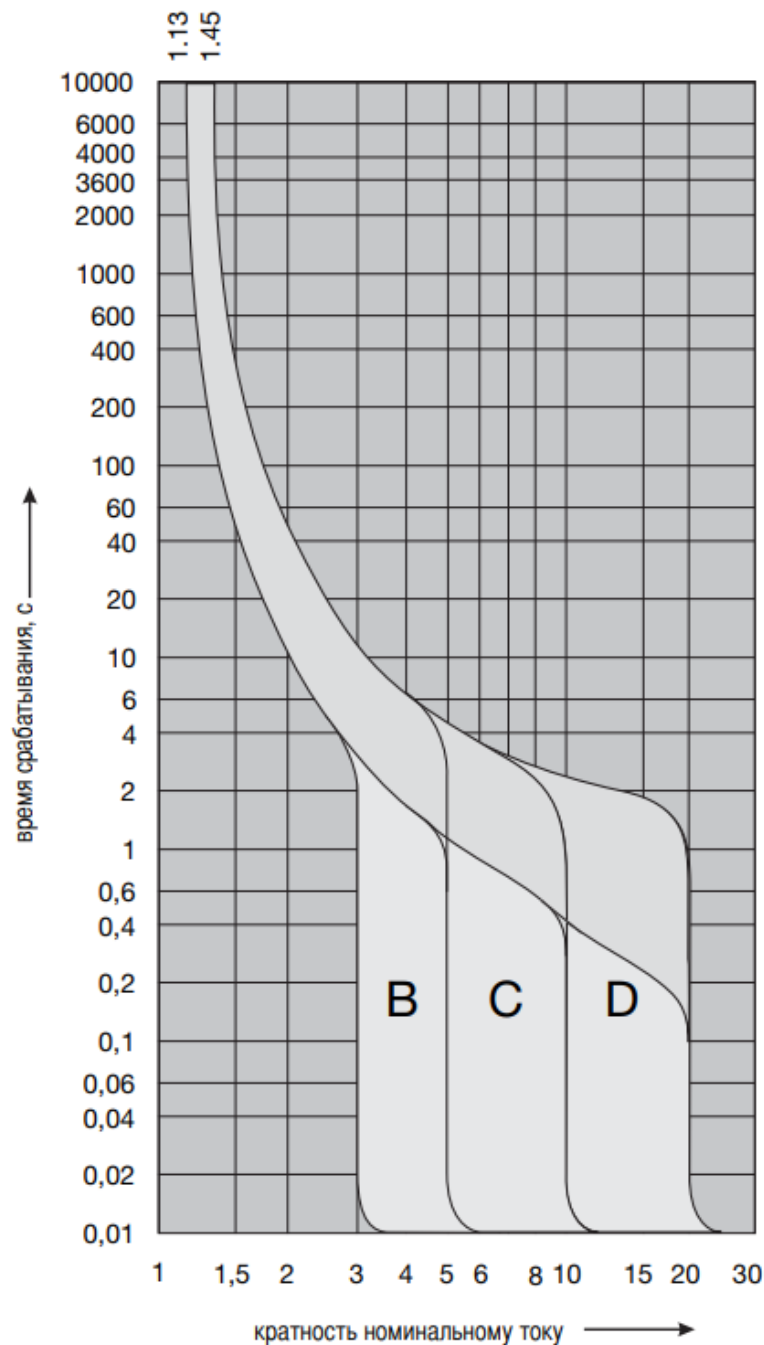


Рисунок 10.12 – Характеристики срабатывания В и С

Для автоматических выключателей с характеристиками «главного выключателя» уставка по току срабатывания в зоне токов КЗ может быть в диапазоне  $2-10 \times I_{np}$ . Причем некоторые выключатели имеют регулируемый расцепитель короткого замыкания и могут также иметь регулируемое время задержки для расцепителя короткого замыкания и регулируемое время срабатывания для расцепителя перегрузки.

Для автоматов приводится **характеристика расцепления (класс выключателя)**: А, В, С, D и т.д. Эта характеристика определяет, при каком токе КЗ у автомата сработает электромагнитный расцепитель. Характеристика срабатывания размыкающих устройств автоматических выключателей зависит от типа подключаемой нагрузки.

У европейских производителей классификация может несколько отличаться. В частности, имеется дополнительный тип А (свыше  $2 \cdot I_n$  до  $3I_n$ ). По ГОСТ Р 50030.2-99 (МЭК60947.2) выключатели с категорией А не предназначены, а с категорией В предназначены для обеспечения селективности при КЗ. Для отдельных типов автоматических выключателей числовые значения уставок могут, несколько меняться.

Автоматические выключатели с характеристикой типа А предназначены для размыкания цепей с большой протяженностью электропроводки и для защиты полупроводниковых устройств. Автоматические выключатели с характеристикой типа В, рекомендуется использовать для осветительных сетей общего назначения. Автоматические выключатели с характеристикой отключения типа С служат для размыкания осветительных цепей и установок с умеренными пусковыми токами (двигатели и трансформаторы). В цепях с активно-индуктивной нагрузкой, а также для защиты электродвигателей с большими пусковыми токами предлагается использовать выключатели с характеристикой типа D. Для подключения индуктивной нагрузки рекомендуется использовать автоматические выключатели с характеристикой типа К. Если в качестве нагрузки используются электронные устройства, их подключение лучше производить через автоматические выключатели с характеристикой типа Z.

**Время несрабатывания** - минимальное время, в течение которого защитное устройство не срабатывает, несмотря на выход за порог, если продолжительность выхода за порог не превышает заданную для этого порога уставку времени.

**Максимальное время отключения** – максимальное время, по истечению которого процесс отключения является законченным, а именно: контакты разомкнуты, ток полностью отключен.

**Номинальное рабочее напряжение**,  $U_e$ , В – напряжение переменного или постоянного тока, протекающего через автоматический выключатель, при котором нормируются его технические характеристики.

**Номинальное напряжение изоляции**,  $U_i$ , В - – значение напряжения, по которому определяют испытательное напряжение при испытании изоляционных свойств, расстояние утечки и воздушные зазоры.

**Номинальное импульсное выдерживаемое напряжение**,  $U_{imp}$ , В - Пиковое значение импульсного напряжения заданной формы и полярности, которое может выдержать аппарат без повреждений в установленных условиях испытания и к которому отнесены значения воздушных зазоров.

**Износостойкость** - термин «durability» (износостойкость) применяется в стандартах вместо «endurance» для выражения ожидаемого числа коммутационных циклов, которые выдерживает аппарат до ремонта или замены частей. Термин «endurance» используется для обозначения работоспособности в определённом режиме.

**Электрическая износостойкость** - стойкость аппарата к коммутационному износу: число коммутационных циклов под нагрузкой согласно условиям эксплуатации, указанным в стандарте на соответствующий аппарат, которые он должен осуществить без ремонта или замены частей.

**Механическая износостойкость** - стойкости аппарата к механическому износу: число коммутационных циклов без нагрузки, которые он должен

осуществить, прежде чем возникнет необходимость обслуживания или замены каких-либо механических частей.

**Максимальная частота включений** - число включений в час при котором сохраняется работоспособность включателя.

**Точность расцепителя короткого замыкания** - точность, с которой мы задаем уставку по току срабатывания в зоне токов короткого замыкания.

**Рабочий диапазон** - диапазон температур работоспособности включателя.

**Тепловые потери** - мощность, рассеиваемая на включателе при рабочей температуре.

**Номинальная частота** - частота сети в Гц. при которой гарантируется его работоспособность с указанными характеристиками.

**Отключающая способность** - значение ожидаемого тока отключения, который способен отключать коммутационный аппарат при установленном напряжении в предписанных условиях эксплуатации и поведения. Обычно указывается предельная отключающая способность ( $I_{cu}$ ) и рабочая отключающая способность ( $I_{cs}$ ).

**Рабочая отключающая способность**,  $I_{cs}$  — максимальная отключающая способность автомата, это максимальный ток короткого замыкания, который может отключить автомат, и при этом данный ток его не разрушит (не произойдет деформаций корпуса, критичных подгорания или спайки контактов, выгорания или расплава материалов корпуса и т.д.). Выражается в % от  $I_{cu}$ . Для бытового применения (ГОСТ Р 50345-99 (МЭК 60898)) автомат должен обладать отключающей способностью перекрывающую максимальный ток КЗ в данной цепи.

**Предельная отключающая способность**,  $I_{cu}$ , кА - это то значение тока КЗ, при котором автомат сработает, но при его включении уже нет гарантии, что он будет действовать согласно характеристикам. Для промышленного применения, имеющего доступ обученного персонала (ГОСТ Р 50030.2-99 (МЭК 60947.2). ГОСТ 9098-78, автомат должен обладать номинальной предельной наибольшей отключающей способностью перекрывающую максимальный ток КЗ в данной цепи. Автоматический выключатель работавший при таком токе в соответствии с установленным циклом не обязан длительно проводить ток.

**Включающая способность** - значение ожидаемого тока включения, который способен включать коммутационный аппарат при установленном напряжении в предписанных условиях эксплуатации и поведения. Обычно указывается включающая способность на короткое замыкание  $I_{cm}$ .

**Включающая способность на короткое замыкание**.  $I_{cm}$  - значение, характеризующее способность аппарата включать большой ток без взаимного отталкивания контактов. Выражается в кА (ударное значение).

**Степень защиты IP** - определяет защиту аппарата от проникновения твёрдых предметов или жидкостей и выражается двумя цифрами в соответствии со стандартом МЭК 60259. Каждая цифра соответствует уровню защиты, при этом 0 означает отсутствие защиты:

- 1-я цифра (0 - 6): защита от проникновения твёрдых внешних предметов. 1 соответствует защите от твердых предметов диаметром  $> 50$  мм, 6 соответствует полной пыленепроницаемости.

- 2-я цифра (0 - 8): защита от проникновения жидкостей (воды). 1 соответствует защите от вертикально падающих капель воды (конденсата). 8 соответствует защите от воздействия при длительном погружении в воду.

**Класс селективности** определяют энергию, которую выключатель пропустит при коротком замыкании. Стандартом МЭК898 определены 3 класса селективности. Чем выше класс, тем меньшую энергию автоматический выключатель пропустит при коротком замыкании. Значение пропускаемой энергии, характеризуется интегралом Джоуля  $I^2t$ , зависит главным образом от скорости отключения и эффективности работы дугогасительной камеры. Чем выше класс селективности, тем быстрее механизм выключателя разрывает электрическую цепь при появлении тока срабатывания.

Важнейшие электрические параметры (таблица 10.1) автоматических выключателей наносят на верхнюю площадку корпуса, прибора рядом с ручажкой (вкл-выкл) по единой схеме. Буква, обозначающая класс выключателя, всегда ставится перед цифрой, указывающей номинальный ток выключателя. Выключающая способность (рабочая отключающая способность) носится тут же в прямоугольной рамке, а под ней в квадратной рамке – селективность.

Таблица 10.1

Параметры срабатывания линейных защитных автоматов фирмы Hager

Стандарты	Характеристика срабатывания	Тепловое реле			Электромагнитное реле		
		Малый испытательный ток $I_1$	Большой испытательный ток $I_2$	Время срабатывания	Уержание	Срабатывание	Время срабатывания
DIN VDE 0641	B	1,13xI <sub>n</sub>	1,45xI <sub>n</sub>	>1 ч <1 ч	3xI <sub>n</sub>	5xI <sub>n</sub>	>1 ч <1 ч
Часть 11/8/92, EN60898	C	1,13xI <sub>n</sub>	1,45xI <sub>n</sub>	>1 ч <1 ч	5xI <sub>n</sub>	10xI <sub>n</sub>	>1 ч <1 ч
	D	1,13xI <sub>n</sub>	1,45xI <sub>n</sub>	>1 ч <1 ч	10xI <sub>n</sub>	20xI <sub>n</sub>	>1 ч <1 ч

Выключатель с токоограничением не позволяет току КЗ принять его максимальное значение и быстрее производит отключение. Класс токоограничения -2 ограничивает по времени КЗ в пределах полупериода, класс -3 ограничивает КЗ в пределах 1/3 полу периода. Если автомат с токоограничением, но не указан класс, предоставляется интегральная характеристика  $I^2t$ .

Выключатели изготавливаются со следующими дополнительными сборочными единицами (только те марки, для которых это предусмотрено):

- свободными контактами (СК), (определяют положение автомата (вкл / выкл.);
- вспомогательными контактами сигнализации автоматического отключения (ВСК), (сигнализируют срабатывание защиты автомата);
- электромагнитным приводом (ЭП);
- независимым расцепителем (НР), (обеспечивает отключение выключателя при подаче на катушку независимого расцепителя напряжения);



- нулевым расцепителем (РНН), (обеспечивает отключение выключателя без выдержки времени при напряжении на выводах его катушки ниже 0.1-0.35 номинального (в зависимости от марки автомата) и препятствует включению выключателя при напряжениях на выводах катушки 0.1 номинального и ниже);
- минимальным расцепителем (РМН), (обеспечивает отключение выключателя без выдержки времени при напряжении на выводах его катушки ниже 0.35-0.7 номинального (в зависимости от марки автомата) и препятствует включению выключателя при напряжениях на выводах катушки 0.35 номинального и ниже).
- дополнительным кожухом (для увеличения степени защиты автомата от окружающей среды);
- блокировкой положения «включено» и «отключено» замком.

По принципу действия автоматический воздушный выключатель (рисунок 10.13) представляет собой первичное реле прямого действия. За счет усилия  $F_n$ , создаваемого пружиной 2, автомат удерживается во включенном состоянии защелкой 1. Ток защищаемого участка, протекая по обмотке электромагнита 4, создает усилие  $F_э$ , которое стремится притянуть якорь 3 к электромагниту. Если ток в обмотке электромагнита достигает значения, при котором усилие  $F_э$  становится больше силы  $F_n$ , то якорь 3, притянувшись к электромагниту, повернет защелку и освободит рычаг 5. Под действием пружины 6 произойдет размыкание контактов.

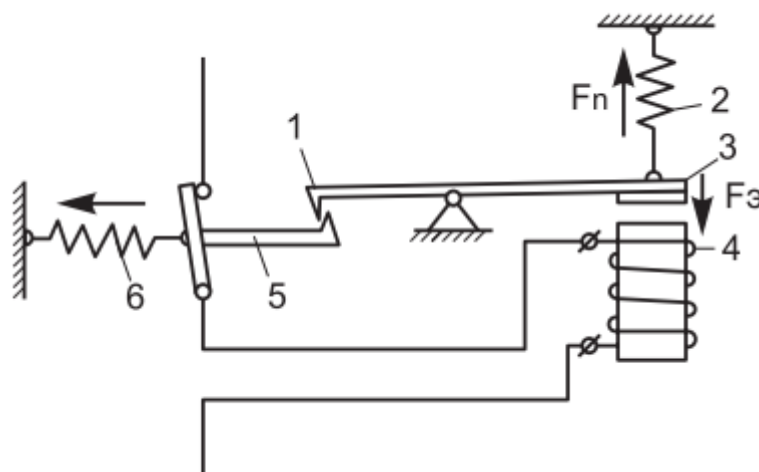


Рисунок 10.13 – Принципиальная схема работы автомата  
 1 – защелка; 2 – пружина; 3 – якорь; 4 – обмотка электромагнита; 5 – рычаг;  
 6 – отключающая пружина

Устройство, воздействующее на защелку автомата, называется расцепителем. В зависимости от исполнения автомат может быть укомплектован одним или несколькими типами расцепителей: электромагнитными, тепловыми, дистанционными, нулевыми или комбинированными (тепловой с электромагнитным).

Контактная система автоматов снабжена дугогасительными камерами и рассчитана на отключение достаточно больших токов. Поэтому автоматы используются не только для коммутации электрической цепи в

нормальных режимах, но и для защиты электроустановок при перегрузках и коротких замыканиях.

На рисунке 10.14 показана кривая, характеризующая процесс отключения цепи одноступенчатым автоматическим выключателем. Под собственным временем отключения понимают интервал времени от момента превышения тока установленного для него значения (уставку —  $I_{уст}$ ), до момента начала расхождения контактов (контролируемый параметр имеет а этот момент значение  $I_{откл}=I_{к.з.}$ ) или время от подачи импульса на отключение до момента начала расхождения контактов. Это время зависит от способа расцепления и конструкции расцепляющего устройства выключателя, а также от силы отключающих пружин, массы подвижной системы и пути ее перемещения до момента размыкания контактов. Под полным временем отключения выключателя понимают собственное время отключения плюс время гашения дуги  $t_{г}$ , зависящее главным образом от эффективности дугогасительного устройства. По собственному времени отключения  $t_{с}$  (промежуток от момента, когда контролируемый параметр превзошел установленное для него значение, до момента начала расхождения контактов) различают нормальные выключатели ( $t_{с} = 0,02-0,1$  с), выключатели с выдержкой времени (селективные) и быстродействующие выключатели ( $t_{с} < 0,005$  с). Нормальные и селективные автоматические выключатели токоограничивающим действием не обладают.

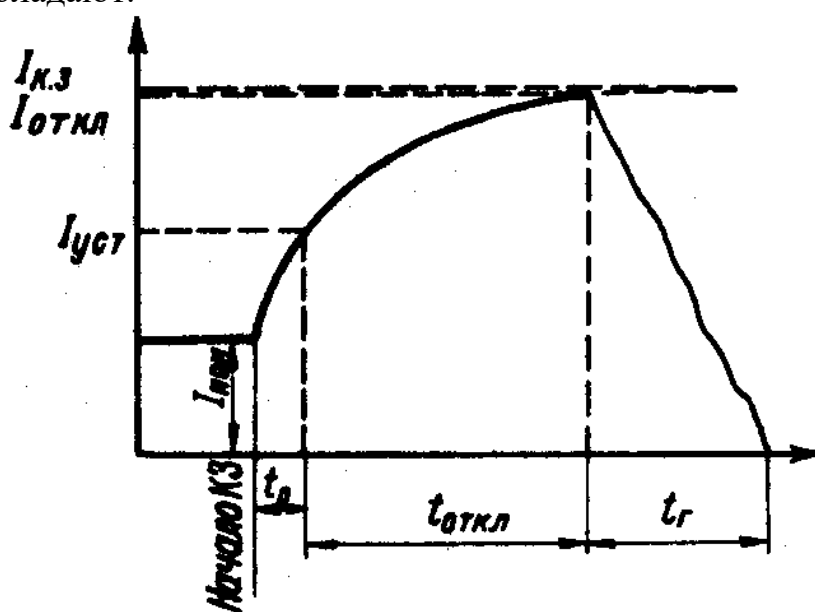


Рисунок 10.14 – Процесс отключения цепи автоматическим выключателем при коротком замыкании

Выключатели с выдержкой времени после получения импульса на срабатывание перед отключением делают выдержку времени. Такие выключатели нужны для селективной защиты, при которой отключается ближайший к месту аварии участок (рис.2.12). Это достигается за счет разных выдержек времени ( $t_1 < t_2 < t_3 < t_4$ ).

Время отключения токоограничивающих выключателей не должно превышать 0,005с. В отдельных конструкциях составляет 0,001с. Эти выключатели, так же как предохранители, обладают токоограничивающим эффектом и поэтому могут

применяться для защиты цепей с любыми практически возможными токами короткого замыкания.

Выключатели гашения магнитного поля применяются в цепях возбуждения крупных электрических машин. Если в результате нарушения изоляции внутри машины возникло короткое замыкание, то единственным способом, позволяющим ограничить последствия аварии, «является быстрое сведение к нулю магнитного поля обмотки возбуждения. Эту задачу и выполняют выключатели гашения магнитного поля.

## Лабораторная работа №11

### ИЗУЧЕНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ КОНТАКТОРОВ

*Цель работы:* изучить конструкции и назначение электромагнитных контакторов.

*Оборудование:* плакаты (схемы) электромагнитных контакторов.

*Задание:*

1. Изучить конструкции электромагнитных контактов.
2. Изучить конструкцию электромагнитных контактов переменного тока.
3. Изучить конструкцию электромагнитных контактов постоянного тока.
4. Изучить категории применения, используемые при различных режимах коммутации электрических цепей.

#### Общие сведения

**Контакторы** – это аппараты дистанционного действия, предназначенные для частых включений и отключений силовых электрических цепей при нормальных режимах работы.

Электромагнитный контактор представляет собой электрический аппарат, предназначенный для коммутации силовых электрических цепей. Замыкание или размыкание контактов контактора осуществляется чаще всего с помощью электромагнитного привода

#### ***Классификация электромагнитных контакторов.***

Общепромышленные контакторы классифицируются:

- по роду тока главной цепи и цепи управления (включающей катушки) - постоянного, переменного, постоянного и переменного тока;
  - по числу главных полюсов - от 1 до 5;
  - по номинальному току главной цепи - от 1,5 до 4800 А;
  - по номинальному напряжению главной цепи: от 27 до 2000 В постоянного тока; от 110 до 1600 В переменного тока частотой 50, 60, 500, 1000, 2400, 8000, 10 000 Гц;
  - по номинальному напряжению включающей катушки: от 12 до 440 В постоянного тока, от 12 до 660 В переменного тока частотой 50 Гц, от 24 до 660 В переменного тока частотой 60 Гц;
  - по наличию вспомогательных контактов - с контактами, без контактов.
- Контакторы также различаются по роду присоединения проводников главной цепи и цепи управления, способу монтажа, виду присоединения внешних проводников и т.п.

Указанные признаки находят отражение в типе контактора, который присвоен предприятием-изготовителем.

Нормальная работа контакторов допускается при напряжении на зажимах главной цепи до 1,1 и цепи управления от 0,85 до 1,1 номинального напряжения

соответствующих цепей; при снижении напряжения переменного тока до 0,7 от номинального включающая катушка должна удерживать якорь электромагнита контактора в полностью притянutom положении и при снятии напряжения не удерживать его.

Выпускаемые промышленностью серии электромагнитных контакторов рассчитаны на применение в разных климатических поясах, работу в различных условиях, определяемых местом размещения при эксплуатации, механическими воздействиями и взрывоопасностью окружающей среды и, как правило, не имеют специальной защиты от прикосновений и внешних воздействий.

### ***Конструкция электромагнитных контакторов***

Контактор состоит из следующих основных узлов: главных контактов, дугогасительной системы, электромагнитной системы, вспомогательных контактов.

Главные контакты осуществляют замыкание и размыкание силовой цепи. Они должны быть рассчитаны на длительное проведение номинального тока и на производство большого числа включений и отключений при большой их частоте. Нормальным считают положение контактов, когда втягивающая катушка контактора не обтекается током и освобождены все имеющиеся механические защелки. Главные контакты могут выполняться рычажного и мостикового типа. Рычажные контакты предполагают поворотную подвижную систему, мостиковые – прямоходовую.

**Дугогасительные камеры** контакторов постоянного тока построены на принципе гашения электрической дуги поперечным магнитным полем в камерах с продольными щелями. Магнитное поле в подавляющем большинстве конструкций возбуждается последовательно включенной с контактами дугогасительной катушкой.

**Дугогасительная система** обеспечивает гашение электрической дуги, которая возникает при размыкании главных контактов. Способы гашения дуги и конструкции дугогасительных систем определяются родом тока главной цепи и режимом работы контактора.

**Электромагнитная система** контактора обеспечивает дистанционное управление контактором, т. е. включение и отключение. Конструкция системы определяется родом тока и цепи управления контактора и его кинематической схемой. Электромагнитная система состоит из сердечника, якоря, катушки и крепежных деталей.

Электромагнитная система контактора может рассчитываться на включение якоря и **удержания его** замкнутom положении или только на включение якоря. Удержание же его в замкнутom положении в этом случае осуществляется защелкой.

**Отключение контакторов происходит после обесточивания катушки под действием отключающей пружины, или собственного веса подвижной системы, но чаще пружины.**

**Вспомогательные контакты.** Производят переключения в цепях управления контактора, а также в цепях блокировки и сигнализации. Они рассчитаны на длительное проведение тока не более 20 А, и отключение тока не более 5 А. Контакты выполняются как замыкающие, так и размыкающие, в подавляющем большинстве случаев мостикового типа.

Контакторы переменного тока выполняются с дугогасительными камерами с деионной решеткой. При возникновении дуга движется на решетку, разбивается на ряд мелких дуг и в момент перехода тока через ноль гаснет.

**Электрические схемы контакторов,** состоящие из функциональных токопроводящих элементов (катушки управления, главных и вспомогательных контактов), в большинстве случаев имеют стандартный вид и отличаются лишь количеством и видом контактов и катушек.

Важными параметрами контактора являются номинальные рабочий ток и напряжение.

**Номинальный ток контактора** - это ток, который определяется условиями нагрева главной цепи при отсутствии включения или отключения контактора. Причем, контактор способен выдержать этот ток три замкнутых главных контактах в течение 8 часов, а превышение температуры различных его частей не должно быть больше допустимой величины. При повторно-кратковременном режиме работы аппарата часто пользуются понятием допустимого эквивалентного тока длительного режима.

**Напряжение главной цепи контактора** - наибольшее номинальное напряжение, для работы при котором предназначен контактор. Если номинальные ток и напряжения контактора определяют для него максимально-допустимые условия применения в длительном режиме работы, то номинальные рабочий ток и рабочее напряжение определяются данными условиями эксплуатации. Так, номинальный рабочий ток - ток, который определяет применение контактора в данных условиях, установленных предприятием-изготовителем в зависимости от номинального рабочего напряжения, номинального режима работы, категории применения, типоразмера и условий эксплуатации. А номинальное рабочее напряжение равно напряжению сети, в которой в данных условиях может работать контактор.

***Контакторы должны выбираться по следующим основным техническим параметрам:***

- по назначению и области применения;
- по категории применения;
- по величине механической и коммутационной выносливости;

- по числу и исполнению главных и вспомогательных контактов;
- по роду тока и величинам номинального напряжения и тока главной цепи,
- по номинальному напряжению и потребляемой мощности включающих катушек;
- по режиму работы;
- по климатическому исполнению и категории размещения.

**Контакторы постоянного тока** предназначены для коммутации цепей постоянного тока и, как правило, приводятся в действие электромагнитом постоянного тока. Контакторы переменного тока предназначены для коммутации цепей переменного тока. Электромагниты этих цепей могут быть как переменного, так и постоянного тока.

#### **Контакторы постоянного тока.**

В настоящее время применение контакторов постоянного тока и соответственно новые их разработки сокращаются. Контакторы постоянного тока выпускаются в основном на напряжение 22 и 440 В, токи до 630 А, однополюсные и двухполюсные.

Контакторы серии КПД 100Е предназначены для коммутирования главных цепей и цепей управления электроприводом постоянного тока напряжением до 220В. Контакторы выпускаются на номинальные токи от 25 до 250 А.

Контакторы серии КПВ 600 предназначены для коммутации главных цепей электроприводов постоянного тока. Контакторы этой серии имеют два исполнения: с одним замыкающим главным контактом (КПВ 600) и с одним размыкающим главным контактом (КПВ 620). Управление контакторами осуществляется от сети постоянного тока.

Контакторы выпускаются на номинальные токи от 100 до 630 А. Контактор на ток 100 А, имеет массу 5,5 кг, на 630 А - 30 кг.

#### **Контакторы переменного тока: КТ6000, КТ7000**

##### **1СТ(КТП)-X1 X2 X3 X4 С X5**

X1 - номер серии, 60, 70.

X2 - величина контактора: 0,1,2,3,4, 5,6.

X3 - число полюсов: 2, 3,4, 5.

X4 - дополнительное значение специфических особенностей серии: **Б** - модерованные контакты; **А** - повышенная коммутационная способность при напряжении 660В. **С** - контакты с металлокерамическими накладками на основе серебра. Отсутствие буквы означает, что контакты медные.

X5 - климатическое исполнение: УЗ, УХЛ, ТЗ.

Контактор постоянного тока КПВ-604 (рисунок 11.1) представляет собой моноблочную конструкцию, все узлы и детали которой собираются на основной скобе 17 магнитопровода. На одном конце скобы укреплены сердечник 16 с

включающей катушкой 18 и якорь 15, образующие магнитную систему. Якорь вставляется в прорезь основной скобы и двумя пружинами прижимается к призме скобы. На другом конце укреплен пластмассовая колодка 6 с дугогасительной системой и главными подвижными 11 и неподвижными 10 контактами.

Положение дугогасительной камеры 9 фиксируется плоскими пружинами, укрепленными на полюсах 8, и она снимается с контактора без предварительного ослабления крепления. При прохождении тока по катушке электромагнитаякорь притягивается к сердечнику. Подвижной главный контакт 11 закрепленный на скобе якоря, замыкается с неподвижным.

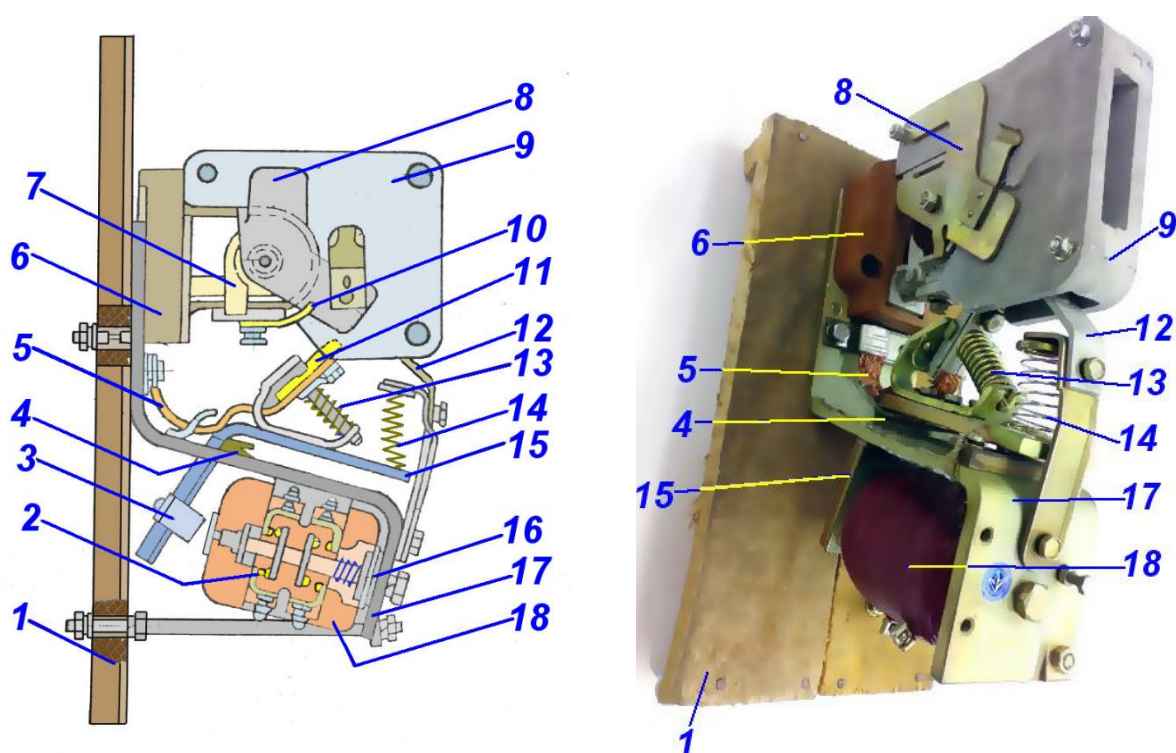


Рисунок 11.1 – Контактор постоянного тока КПВ-604

1-изоляционная панель; 2-вспомогательные контакты; 3-нажимная пластина; 4-призма; 5-гибкое соединение; 6-пластмассовая колодка; 7-дугогасительная катушка; 8-полюс; 9-дугогасительная камера; 10-неподвижный контакт; 11-подвижный контакт; 12-дугогасительный рог; 13-притирающая пружина; 14-возвратная пружина; 15-якорь; 16-сердечник; 17-скоба магнитопровода; 18-включающая катушка

**Контакторы переменного тока** строятся, как правило, трехполюсными с замыкающими главными контактами. Электромагнитные системы выполняются шихтованными, т. е. набранными из отдельных изолированных друг от друга пластин толщиной до 1 мм. Катушки низкоомные с малым числом витков. Основную часть сопротивления катушки составляет ее индуктивное сопротивление, которое зависит от величины зазора. Поэтому ток в катушке контактора



переменного тока при разомкнутой системе в 5-10 раз превышает ток при замкнутой магнитной системе. Электромагнитная система контакторов переменного тока имеет короткозамкнутый виток на сердечнике для устранения гудения и вибрации.

В отличие от контакторов постоянного тока режим включения контакторов переменного тока более тяжел, чем режим отключения из-за пускового тока асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Кроме этого наличие дребезга контактов при включении приводит в этих условиях к большому износу контактов. Поэтому борьба с дребезгом при включении здесь приобретает первостепенное значение.

Трехполюсный контактор типа КТ на ток 400 А представлен на рисунке 11.2.

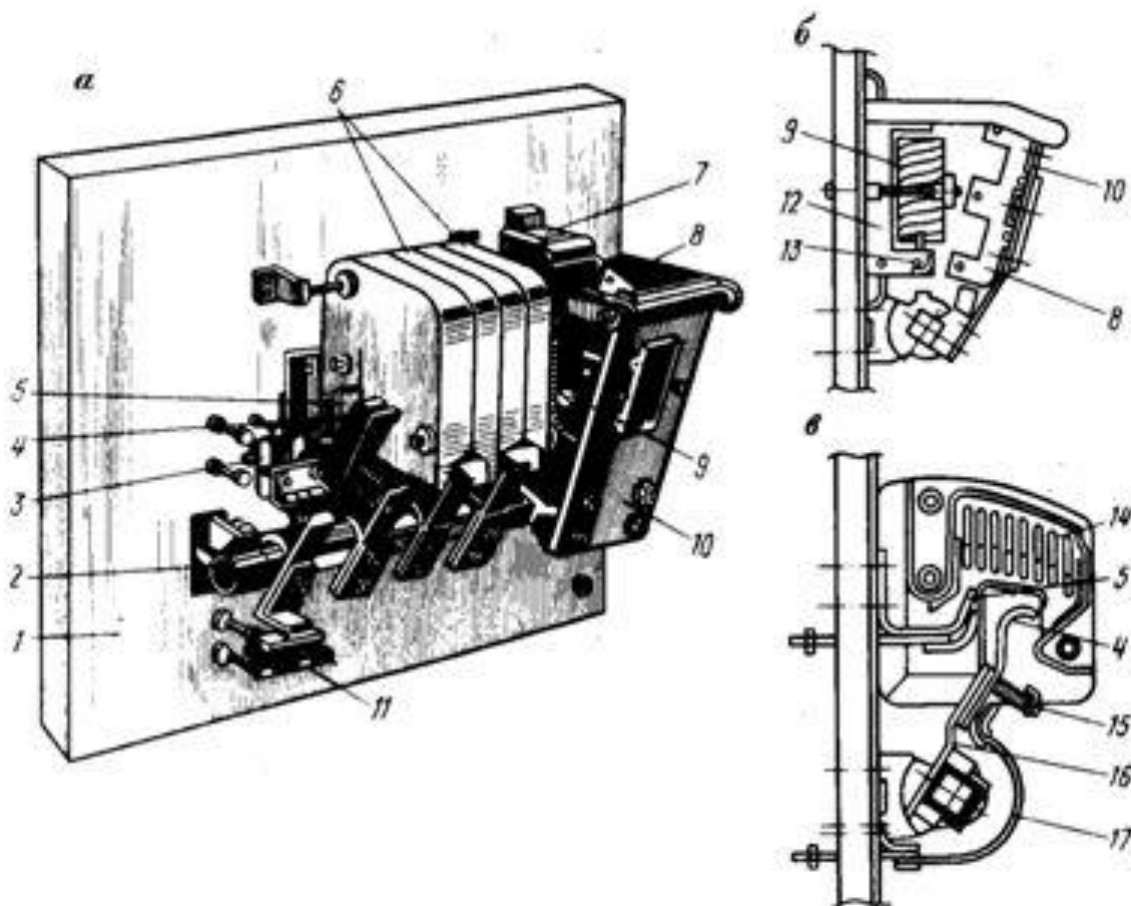


Рисунок 11.2 - Трехполюсный контактор типа КТ на ток 400 А

а — общий вид (без дугогасительной камеры у первого полюса), б — электромагнит, в — контакты и дугогасительная камера, 1 — панель, 2 — вал подвижных контактов и якоря, 3 — блок-контакты, 4 — главный подвижный контакт, 5 — неподвижный контакт, Б - дугогасительные камеры: 7 - сердечник электромагнита, 8 — якорь, 9 — катушка электромагнита, 10 — держатель якоря, 11 — размыкающиеся блок-контакты, 12 — ярмо сердечника, 13 — коротко-замкнутый виток, 14 — пластины дугогасительной камеры, 15 — контактная пружина, 16 — держатель подвижного контакта, 17 — гибкая связь

В отличие от контакторов постоянного тока режим включения контакторов переменного тока более тяжел, чем режим отключения из-за пускового тока

асинхронных электродвигателей с короткозамкнутым ротором. Кроме этого наличие дребезга контактов при включении приводит в этих условиях к большому износу контактов. Поэтому борьба с дребезгом при включении здесь приобретает первостепенное значение.

### **Что лучше выбрать - контактор или пускатель**

Электромагнитные контакторы и пускатели являются одними из наиболее широко используемых электрических аппаратов управления. Контактторы коммутируют номинальные токи нагрузки и токи перегрузки (до 7-10-кратных значений по отношению к номинальному).

Пускатели осуществляют пуск, остановку и защиту двигателей от перегрузки, в основном, они коммутируют те же токи, что и контакторы. Его основное принципиальное отличие от контактора состоит в наличии защитного элемента, например, теплового реле, осуществляющего автоматическую защиту от перегрузок двигателей.

Контакторы имеют преимущество перед пускателями в тех случаях, когда требуется обеспечить повышенную надежность работы, в тяжелых режимах работы (с большим количеством коммутаций) и при необходимости коммутирования токов более 80-100 А.

Основная функция контакторов и пускателей заключается в коммутации электрических цепей, осуществляемой контактно-дутогасительной системой этих аппаратов.

Ресурс работы контакторов и пускателей определяется его механической и коммутационной износостойкостью.

Механическая износостойкость контакторов и пускателей определяется степенью износа движущихся частей и узлов, подвергающихся действиям удара при коммутации, и характеризуется количеством циклов включения-отключения без тока, выполненных аппаратом без замены его частей.

Существует пять классов механической износостойкости. Разным классам механической износостойкости свойственна наибольшая частота циклов и износостойкость (млн. циклов).

Коммутационная износостойкость контакторов и пускателей определяется износом контактов под действием электрической дуги при коммутации цепи с током. Коммутационная износостойкость характеризуется количеством циклов включения-отключения, осуществляемых до такой степени износа контактов, когда еще обеспечиваются необходимые условия контактирования, т.е. остается определенное количество контактного материала и обеспечивается заданный провал.

Коммутационная износостойкость зависит от категории применения, номинального рабочего тока и номинального напряжения и от режима работы аппарата. Если контактор или пускатель работает при токах меньших номинального, то его коммутационная износостойкость увеличивается, приближаясь к механической износостойкости.

Контакторы имеют категории основного применения АС-1, АС-2, АС-3, АС-4, DC-4, DC-5.

Различные категории применения используются при различных режимах коммутации электрических цепей (таблица 11.1).

Так, категории АС-1 соответствует режим отключения цепи со слабоиндуктивной нагрузкой, когда угол сдвига фаз между током и напряжением цепи близок к нулю. В этих условиях мгновенное значение возвращающегося напряжения промышленной частоты (напряжение источника в момент перехода тока через нулевое значение) невелико и скорость восстановления напряжения за переходом тока мала. При малых скоростях восстановления напряжения процесс отключения цепи оказывается очень легким.

АС-2 - Пуск и отключение электродвигателей с фазовым ротором, торможение.

АС-3 - прямой пуск электродвигателей с коротко-замкнутым ротором, отключение вращающихся двигателей.

АС-4 - пуск электродвигателей с коротко-замкнутым ротором, отключение неподвижных или медленно вращающихся электродвигателей, торможение противоотключением.

Контакторы и пускатели категории применения АС-3 обычно допускают работу и в категории АС-4.

DC-4 - Пуск электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением и отключение вращающихся электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением.

DC-5 - Пуск электродвигателей постоянного тока с последовательным возбуждением, отключение неподвижных или медленно вращающихся двигателей, торможение противовключением.

Условия отключения электродвигателей переменного тока определяются степенью скольжения ротора двигателя относительно вращающегося магнитного поля статора. Во вращающемся асинхронном двигателе это поле создает основной магнитный поток. При отключении статорной обмотки поток должен исчезнуть. Но отключение статора вызывает появление в роторе тока, который в соответствии с законом инерции Ленца стремится поддержать поток. Поток, создаваемый током ротора, неподвижен относительно последнего, но он вращается вместе с ротором. Увеличение постоянной времени и интенсивности коммутации тока приводит к росту перенапряжений. Чтобы не вызвать пробой изоляции, эти перенапряжения не

должны превышать допустимый уровень, поэтому не всегда целесообразно стремиться к увеличению интенсивности действия коммутирующего органа аппарата.

Кроме этого, условия эксплуатации аппаратов не всегда требуют высоких значений их износостойкости и допустимой частоты операций. В стандартных и, соответственно, наиболее распространенных случаях, наибольшее применение находят контакторы и пускатели с малыми значениями износостойкости и частоты срабатываний. Поэтому гнаться за высокими показателями износостойкости в большинстве случаев не стоит.

Исключение составляют различные металлургические, подъемно-транспортные и другие приводы, которые часто характеризуются большой частотой операций включение - отключение или переключение (до 1200 в час).

Таблица 11.1

Категории применения, используемые при различных режимах коммутации электрических цепей

Категория применения при токе		Номинальный ток, I ном	Включение			Отключение						
			I вкл/I ном	Характер цепи		Iоткл/I ном	Uвоз/ U ном	Характер цепи				
Перемен ном	Постоянно м	Cos		A,мс (15%)	cosa (0.05%)			a, мс(15%)				
			АС1			ДС1	Все значения		1	0.95	1	1
АС 21	ДС 21	2.5	0,65	2.5	0.65							
АС3		≤17	6	0,38	1	0,17	0.65	0.35				
АС3		>17										
АС4		≤17							0,65	6	1	0.65
		>17							0,38			
АС11	ДС11	Все значения	10	0.7	До 300	1	0.4	До 300				
АС22	ДС22		0.65	2	0.65				2			
		ДС23	-	7.5	-	7,5						
АС23	-	≤17	1	0.65	0.35	0.65	0.35					
		>17										
	ДС2		2,5	-	2	1	0.1	7.5				

	ДС3	Все значения				2.5	1		2
	ДС4				7.5	1	0.3		10
	ДС5					2.5	1		7.5

### **Как правильно выбрать электромагнитный пускатель**

Магнитный пускатель это, прежде всего, аппарат, который предназначен для дистанционного (т. е. на расстоянии) управления различными силовыми нагрузками (мощными лампами, электронагревательными приборами, но чаще всего электродвигателями). Причем в основном пускатель и создавали прежде всего для управления асинхронными электродвигателями с короткозамкнутым ротором.

Кроме основной своей функции дистанционного управления (пуска, реверса и т. д.) магнитный пускатель может обеспечивать с помощью тепловых реле защиту двигателей от токовых перегрузок и сигнализацию об их работе. В состав пускателя, как в комплектное устройство, могут входить кнопки управления, тепловые реле защиты, сигнальные лампы, размещаемые в одном корпусе.

Выпускаемые магнитные пускатели различаются между собой по назначению (неревверсивные, реверсивные), наличию или отсутствию тепловых реле, кнопок управления, степени защиты от воздействия окружающей среды, уровням коммутируемых токов, рабочему напряжению катушки.

#### **Электромагнитные пускатели выбирают по следующим условиям:**

**Серия электромагнитного пускателя.** Наибольшее применение в настоящее время находят пускатели серии ПМЛ и ПМ12. Более дорогие, но и более качественные пускатели серии ПМУ и зарубежных фирм производителей «Сименс», «Легранд», «АББ», «Шнайдер Электрик».

**Величина электромагнитного пускателя,** (ток нагрузки, который способен включать и выключать пускатель своими главными контактами). Электромагнитные пускатели бывают 1-й величины (ток главных контактов - 10 и 16А), 2-й величины (25А), 3-й величины (40А), 4-й величины (63А). Если нагрузки выше 63 А, то в цепях управления электродвигателями и другими силовыми элементами схемы находят применение электромагнитные контакторы. Ток главных контактов аппарата должен быть больше максимального тока нагрузки (рабочего тока электродвигателя или другого электроприемника, для включения которого мы выбираем пускатель) Рабочее напряжение катушки. Должно соответствовать напряжению цепей управления - стандартные значения напряжения ~24 В, ~110 В, ~220 В, ~380 В, DC 24 В.

#### **Количество дополнительных контактов электромагнитного пускателя.**

Должно соответствовать необходимому числу контактов в схеме управления. Отдельно необходимо считать контакты замыкающие и размыкающие. В случае, если количество контактов аппарата оказывается меньше необходимого и в качестве аппарата была выбрана серия ПМЛ, то существует возможность использовать приставку с дополнительными контактами серии ПКЛ. Существует еще один тип приставок – ПВЛ. В отличие от приставок ПКЛ, эти приставки могут обеспечивать замедление срабатывания контактов на небольшое время, т.е. фактически, пускатели серии ПМЛ с приставками ПВЛ можно использовать, как простое реле времени (иногда для простых схем этот вариант оказывается дешевле, чем установка обычного реле времени).

**Степень защиты, IP.** Электромагнитный пускатель должен соответствовать условиям окружающей среды в которой он работает. Необходимо учитывать то, что аппарат, установленный в специальном помещении в шкафу управления со степенью защиты IP44, может иметь степень защиты IP20.

**Наличие реверса.** Для управления реверсивным электродвигателем существует возможность использовать реверсивный магнитный пускатель, который содержит 2 электромагнитных катушки, 6 силовых контактов, механическую блокировку. **Дополнительные элементы управления** (кнопки на корпусе, лампочка).

**Класс износостойкости** (количество срабатываний). Важный параметр в том случае, когда аппарат предназначен для коммутации нагрузки, работающей в режиме частых включений и выключений. При большом значении количества включений и выключений в час используют бесконтактные пускатели.

Если соблюдать все вышеперечисленные условия и требования, то выбранный аппарат будет работать надежно и служить максимально долго. Хотя здесь важно учитывать то, что в целом, надежность и безотказность работы любого электрического аппарата зависит во многом еще и от грамотной эксплуатации.

**Пять наиболее часто встречающихся повреждений пускателей и контакторов и методы устранения.**

#### **1. Разновременность замыкания и состояние главных контактов.**

Разновременность замыкания главных контактов можно устранить затяжкой хомутика, держащего главные контакты на валу. При наличии на контактах следов окисления, наплывов или застывших капель металла, контакты надо зачистить.

#### **2. Сильное гудение магнитной системы электромагнитного пускателя.**

Сильное гудение магнитной системы может привести к выходу из строя катушек пускателя. При нормальной работе пускатель издает лишь слабый шум. Сильное гудение пускателя свидетельствует о его неисправности.

Для устранения гудения пускатель надо отключить и проверить:

- а) затяжку винтов, крепящих якорь и сердечник.

б) не поврежден ли короткозамкнутый виток, уложенный в прорезы сердечника. Так как через катушку протекает переменный ток, то и магнитный поток изменяет свое направление и в какие то моменты времени становится равным нулю. В этом случае противодействующая пружина будет отрывать якорь от сердечника и возникнет дребезг якоря. Короткозамкнутый виток устраняет это явление.

в) гладкость поверхности соприкосновения обеих половин электромагнитной системы пускателя и точность пригонки их, так как в электромагнитных пускателях ток в обмотке сильно зависит от положения якоря. При наличии зазора между якорем и сердечником ток, проходящий через катушку больше номинального.

Для проверки точности соприкосновения между якорем и сердечником электромагнитного пускателя между ними можно подложить листок копировальной бумаги и листок тонкой белой бумаги и замкнуть пускатель от руки. Поверхность соприкосновения должна быть не менее 70 % сечения магнитопровода. При меньшей поверхности соприкосновения этот дефект можно устранить правильной установкой сердечника электромагнитной системы пускателя. Если же образовался общий зазор, то необходимо шабровать поверхность вдоль слоев листовой стали магнитной системы.

#### **7. Отсутствие реверса в реверсивных магнитных пускателях.**

Отсутствие реверса в реверсивных пускателях можно устранить подгонкой тяг механической блокировки.

#### **8. Прилипание якоря к сердечнику пускателя.**

Прилипание якоря к сердечнику происходит в результате отсутствия немагнитной прокладки или недостаточной ее толщины. Пускатель может не отключиться даже при полном снятии напряжения с катушки. Необходимо проверить наличие и толщину немагнитной прокладки или воздушный зазор.

#### **9. При включении пускатель не становится на самоблокировку**

Необходимо проверить состояние блокировочных контактов пускателя. Контакты во включенном положении должны плотно прилегать друг к другу и включаться одновременно с главными контактами пускателя. Зазоры блок-контактов (кратчайшее расстояние между разомкнутым подвижным и неподвижным контактом) не должны превышать допустимых значений. Необходимо произвести регулировку блок-контактов пускателя. Если провал блок-контакта становится меньше 2 мм, то блок-контакты надо заменить.

Своевременные испытания и регулировка электромагнитных пускателей и контакторов позволяют заблаговременно избежать неполадок и повреждений.

#### **Достоинства и недостатки бесконтактных пускателей и контакторов.**

В настоящее время существует довольно распространенное мнение, что уже в самом ближайшем будущем все привычные нам электрические аппараты с

контактами – пускатели, контакторы, реле будут вытеснены их бесконтактными аналогами ( аппаратах на тиристорах и транзисторах).

Коммутация тока в цепи электромагнитными пускателями, контакторами, реле, аппаратами ручного управления (рубильниками, пакетными выключателями, переключателями, кнопками и т.д.) осуществляется изменением в широких пределах электрического сопротивления коммутирующего органа. В контактных аппаратах таким органом является межконтактный промежуток. Его сопротивление при замкнутых контактах очень мало, при разомкнутых может быть очень высоким. В режиме коммутации цепи происходит очень быстрое скачкообразное изменение сопротивления межконтактного промежутка от минимальных до максимальных предельных значений ( отключение), или наоборот (включение).

Бесконтактными электрическими аппаратами называют устройства, предназначенные для включения и отключения (коммутации) электрических цепей без физического разрыва самой цепи. Основой для построения бесконтактных аппаратов служат различные элементы с нелинейным электрическим сопротивлением, величина которого изменяется в достаточно широких пределах, в настоящее время это - тиристоры и транзисторы, раньше использовались магнитные усилители.

По сравнению с контактными аппаратами бесконтактные имеют преимущества:

- не образуется электрическая дуга, оказывающая разрушительное действие на детали аппарата; время срабатывания может достигать небольших величин, поэтому они допускают большую частоту срабатываний (сотни тысяч срабатываний в час);

- не изнашиваются механически;

В то же время, у бесконтактных аппаратов есть и недостатки:

- они не обеспечивают гальваническую развязку в цепи и не создают видимого разрыва в ней, что важно с точки зрения техники безопасности;

- глубина коммутации на несколько порядков меньше контактных аппаратов;

- габариты, вес и стоимость на сопоставимые технические параметры выше.

Бесконтактные аппараты, построенные на полупроводниковых элементах, весьма чувствительны к перенапряжениям и сверхтокам. Чем больше номинальный ток элемента, тем ниже обратное напряжение, которое способен выдержать этот элемент в непроводящем состоянии. Для элементов, рассчитанных на токи в сотни ампер, это напряжение измеряется несколькими сотнями вольт.

Возможности контактных аппаратов в этом отношении неограниченны: воздушный промежуток между контактами протяженностью 1 см способен выдержать напряжение до 30 000 В. Полупроводниковые элементы допускают лишь кратковременную перегрузку током: в течение десятых долей секунды по ним может протекать ток порядка десятикратного по отношению номинальному. Контактные аппараты способны выдерживать стократные перегрузки током в течение указанных



отрезков времени. Падение напряжения на полупроводниковом элементе в проводящем состоянии при номинальном токе примерно в 50 раз больше, чем в обычных контактах. Это определяет большие тепловые потери в полупроводниковом элементе в режиме длительного тока и необходимость в специальных охлаждающих устройствах.

Все это говорит о том, что вопрос о выборе контактного или бесконтактного аппарата определяется заданными условиями работы. При небольших коммутируемых токах и невысоких напряжениях использование бесконтактных аппаратов может оказаться более, целесообразным, чем контактных.

Бесконтактные аппараты нельзя заменить контактными в условиях большой частоты срабатываний и большого быстродействия.

Безусловно, бесконтактные аппараты даже при больших токах предпочтительны, когда требуется обеспечить усилительный режим управления цепью. Но в настоящее время контактные аппараты имеют определенные преимущества перед бесконтактными, если при относительно больших токах и напряжениях требуется обеспечивать коммутационный режим, т. е. простое отключение и включение цепей с током при небольшой частоте срабатываний аппарата.

Существенным недостатком элементов электромагнитной аппаратуры, коммутирующих электрические цепи, является низкая надежность контактов. Коммутация больших значений тока связана с возникновением электрической дуги между контактами в момент размыкания, которая вызывает их нагрев, оплавление и, как следствие, выход аппарата из строя.

В установках с частым включением и отключением силовых цепей ненадежная работа контактов коммутирующих аппаратов отрицательно сказывается на работоспособности и производительности всей установки. Бесконтактные электрические коммутирующие аппараты лишены указанных недостатков.

Электромагнитные контакторы и их аналоги, применяемые на отечественных лифтах, представлены в таблице 11.2.

Таблица 11.2

Электромагнитные контакторы и их аналоги, применяемые на отечественных лифтах

Степень защиты	Назначение	Наличие реле	Номинальный рабочий ток/номинальная мощность в продолжительном и в прерывисто-продолжительном режиме электродвигателя в категории основного применения АС-3 при $U_n=380$ В (I <sub>n</sub> /P <sub>n</sub> )			
			10А/4 кВт	25А/11 кВт	40А/18,5 кВт	63А/30 кВт
IP 20, IP 00	Нереверсивный	Без реле	ПМ12-010150 ПМ12-010151 ПМЛ-1160 ПМА-0100 ПМЕ-111	ПМЛ-2100 ПМЛ-2101 ПМЛ12-025100 ПМЕ-211	ПМ12-0401502 ПМ12-0101510 ПМЛ-3100 ПМА-3102 ПМЕ-311	ПМ15-063110 ПМ12-063111 ПМЛ-063151 ПМЛ-4100 ПМА-4102
		С реле	ПМ12-010250 ПМЛ-1160+РТЛ ПМА-0200 ПМЕ-112	ПМЛ-2100+РТЛ ПМЛ-2101+РТЛ ПМ12-025200 ПМЕ-112	ПМ12-040202 ПМ12-040200 ПМЛ-3100+РТЛ ПМА-3102 ПМЕ-312	ПМ15-06320 1 ПМ12-063201 ПМЛ-4100+РТЛ ПМА-4202
	Реверсивный	Без реле	ПМ12-010150 ПМ12-010151 ПМЛ-1561 ПМА-0304 ПМЕ-113	ПМЛ-2501 ПМ12-025501 ПМЕ-213	ПМ12-040552 ПМ12-040550 ПМЛ-3500 ПМА-3502 ПМЕ-313	ПМ15-063301 ПМ12-063501 ПМЛ-4500 ПМА-4502
		С реле	ПМ12-010650 ПМ12-010651 ПМЛ-1561+РТЛ ПМА-0404 ПМЕ-114	ПМЛ-2501+РТЛ ПМ12-025601 ПМЕ-214	ПМ12-040602 ПМ12-040600 ПМЛ-3500+РТЛ ПМА-3602 ПМЕ-314	ПМ15-063401 ПМ12-063601 ПМЛ-4500+РТЛ ПМА-4602
IP 40	Нереверсивный	Без реле	ПМ12-010140 ПМЛ-1140 ПМА-0110 ПМЕ-121	ПМЛ-2140М ПМЛ-2140 ПМА-025140 ПМЕ-221	ПМ12-040142 ПМ12-040140 ПМЛ-3140 ПМА-3112 ПМЕ-321	
		С реле	ПМ12-010240 ПМЛ-1140+РТЛ ПМА-0210 ПМЕ-122	ПМЛ-2240М ПМА-025240 ПМЕ-222	ПМ12-040242 ПМ12-040240 ПМЛ-3140+РТЛ ПМА-3212 ПМЕ-322	
	Реверсивный	Без реле	ПМ12-010540 ПМЛ-1541 ПМА-0315 ПМЕ-123	ПМЛ-2541М ПМЛ-2541 ПМА-025541 ПМЕ-223	ПМ12-040542 ПМ12-040540 ПМЛ-3540 ПМА-3512 ПМЕ-323	
		С реле	ПМ12-010640 ПМЛ-1540+РТЛ ПМА-0415 ПМЕ-124	ПМЛ-2641М ПМ12-025641 ПМЕ-224	ПМ12-040642 ПМ12-040640 ПМЛ-3540+РТЛ ПМА-3612 ПМЕ-324	
	Реверсивный	Без реле		ПМЛ-2160М ПМ12-025160 ПМЕ-224	ПМЛ-040162 ПМ12-040160 ПМА-3132	

		С реле		ПМЛ-2160М ПМ12-025260 ПМЕ-226	ПМЛ-040262 ПМ12-040260 ПМА-3232	
Реверсивный		Без реле		ПМЛ-2170М	ПМ12-040162 ПМА-3152	
		С реле		ПМЛ-2270М ПМ12-025270	ПМ12-040272 ПМ12-040270 ПМА-3252	

## Лабораторная работа №12

# ИЗУЧЕНИЕ НАЗНАЧЕНИЯ, УСТРОЙСТВА И ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ЭСКАЛАТОРОВ

*Цель работы:* изучить назначение, устройство и основные параметры эскалаторов.

*Оборудование:* плакаты (схемы) скипового подъёмника.

*Задание:*

1. Изучить назначение эскалаторов.
2. Изучить устройство эскалаторов.
3. Изучить основные параметры эскалаторов.
4. Определить фактическую производительность эскалатора.

### Общие сведения

Наиболее распространенной пассажирской подъемно-транспортной машиной является эскалатор (от лат. scala — лестница).

**Эскалатор** – наклонная непрерывно движущаяся лестница с механическим приводом для подъема или спуска пассажиров, у которой несущая поверхность ступеней остается горизонтальной.

Все эскалаторы условно можно разделить на две группы:

- тоннельные (рисунок 12.1), предназначенные для установки на метрополитенах и других подобных объектах;
- поэтажные (рисунок 12.2), предназначенные для установки в общественных и административных зданиях.

Эскалатор (рисунки 12.1, 12.2) представляет собой наклонный конвейер с движущимися ступенями 1, шарнирно связанными с двумя параллельными тяговыми цепями 2, образующими вместе со ступенями бесконечное полотно, замкнутое в вертикальной плоскости. Полотно огибает приводные 6 и натяжные 11 звездочки. Приводные звездочки приводятся во вращение приводом 8, натяжные осуществляют натяжение полотна. Ступени в пассажирской зоне ограждены от других частей эскалаторов декоративными щитами балюстрады 5, на которой расположены поручни 4, движущиеся синхронно с лестничным полотном. Ступени и поручни движутся относительно балюстрады с небольшими зазорами, обеспечивающими безопасность пассажиров. Поручни приводятся в движение приводом 3, получающим вращение от других механизмов эскалатора. Бегунки (колеса) ступеней перемещаются по направляющим 9, которые обеспечивают горизонтальное положение на всем рабочем участке трассы.

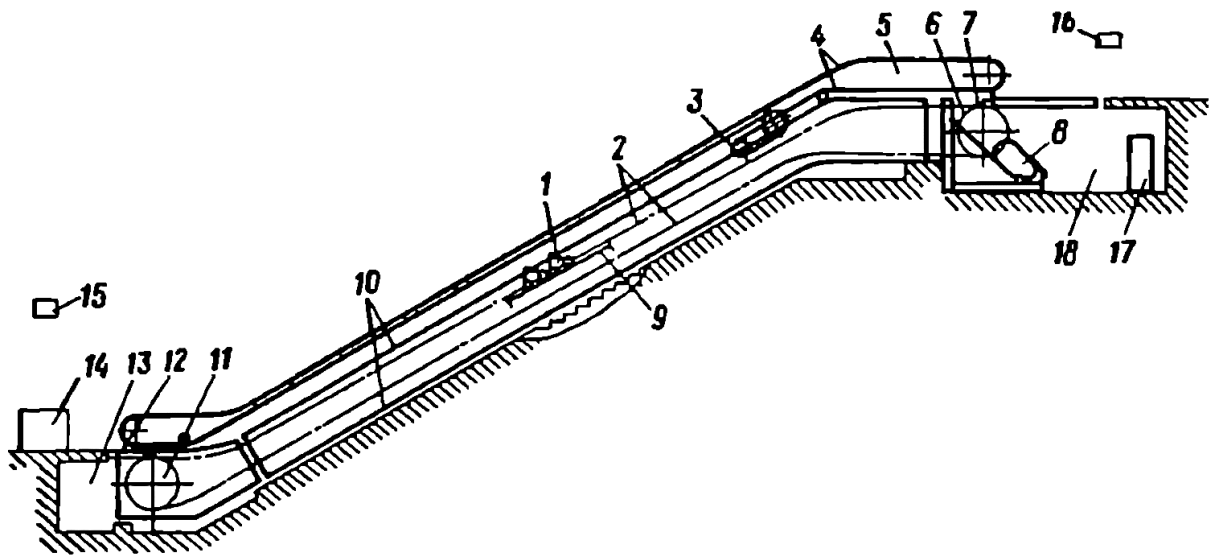


Рисунок 12.1 – Схема тоннельного эскалатора

1 – ступени; 2 – тяговые цепи; 3 – привод поручней; 4 – поручень; 5 – балюстрада; 6 – приводная (тяговая) звездочка; 7 – площадка верхняя; 8 – привод эскалатора; 9 – направляющая; 10 – металлоконструкция; 11 – натяжная звездочка; 12 – площадка нижняя; 13 – натяжная камера; 14 – кабина оператора; 15, 16 – пульта управления; 17 – шкафы управления; 18 – машинное помещение

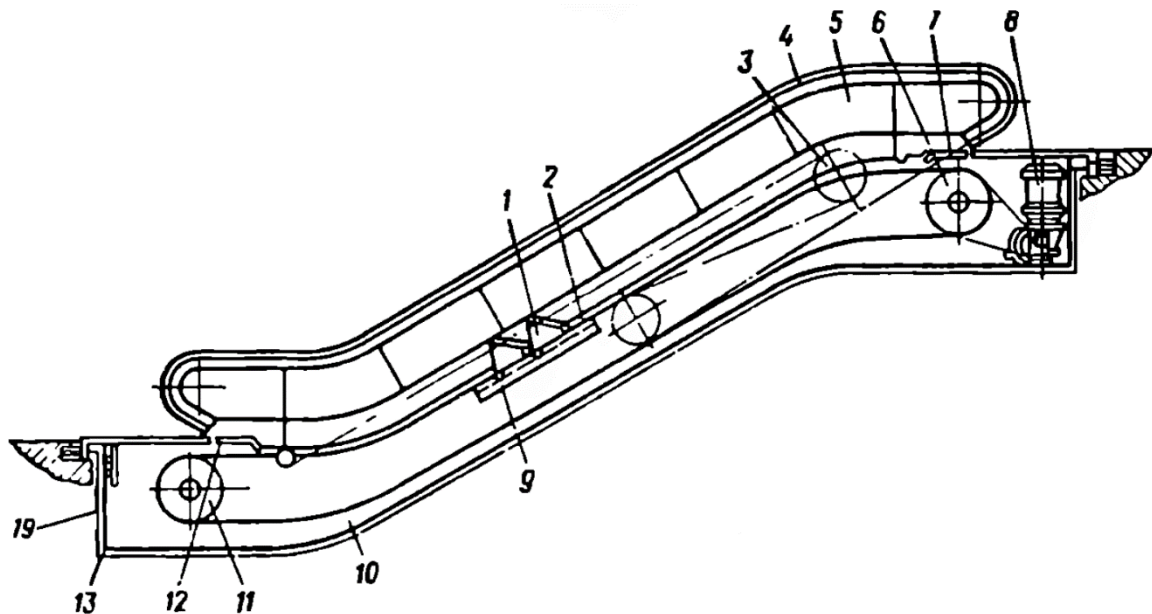


Рисунок 12.2 – Схема поэтажного эскалатора

1 – 13 см. рисунок 12.1; 19 – обшивка

Перед площадками 7, 12 соответственно входа и выхода ступени образуют горизонтальные участки. Все механизмы эскалатора монтируются на металлоконструкции 10, которая у тоннельных эскалаторов устанавливается на строительных конструкциях (рисунок 12.1), а у поэтажных опирается двумя опорами (рисунок 12.2) на строительную конструкцию здания. Иногда при больших высотах (более 6—8 м) используется дополнительная промежуточная опора.

Металлоконструкцию и механизмы поэтажных эскалаторов закрывают декоративной обшивкой 19.

Привод тоннельных эскалаторов (рисунок 12.1) размещается, как правило, в специальных машинных помещениях 18, натяжная станция — в натяжной камере 13. У поэтажных эскалаторов привод 8 находится или под входной площадкой (рисунок 12.2), или между ветвями лестничного полотна, а натяжная камера отсутствует. Управление электроприводом тоннельного эскалатора производится из машинного зала, где находятся панели управления 17, а также с верхнего 16 и нижнего 15 настенного пульта управления или кабины оператора 14. Станции управления поэтажного эскалатора расположены в специальном пульте под верхней площадкой, пуск производится с пультов, находящихся в балюстраде. Эскалатор имеет еще целый ряд сборочных единиц, основных и вспомогательных, которые рассмотрены в соответствующих разделах.

При установке в зданиях применяются многомаршевые схемы размещения эскалаторов. Одна из простейших многомаршевых схем показана на рисунке 12.3. Как видно из чертежа, установка состоит из четырех эскалаторов, из которых два соединяют первый и второй этажи и другие два — второй и третий этажи. Левые эскалаторы 1-го и 2-го марша работают на спуск, а правые — на подъем (или соответственно наоборот). Привод эскалаторов первого марша расположен на втором, а привод эскалаторов второго марша — на третьем этаже. Натяжные станции эскалаторов второго марша находятся рядом с приводными станциями эскалаторов первого марша.

Применение многомаршевых схем в метрополитенах нерационально. Необходимость применения двух последовательно расположенных маршей эскалаторов в метрополитенах диктуется либо строительной планировкой, либо глубиной расположения нижнего вестибюля. При двух последовательных маршах эскалаторы метрополитенов имеют совершенно раздельную конструктивную компоновку, тогда как эскалаторы зданий (рисунок 12.3) имеют общую конструктивную компоновку натяжных станций верхнего марша с приводными станциями нижнего марша.

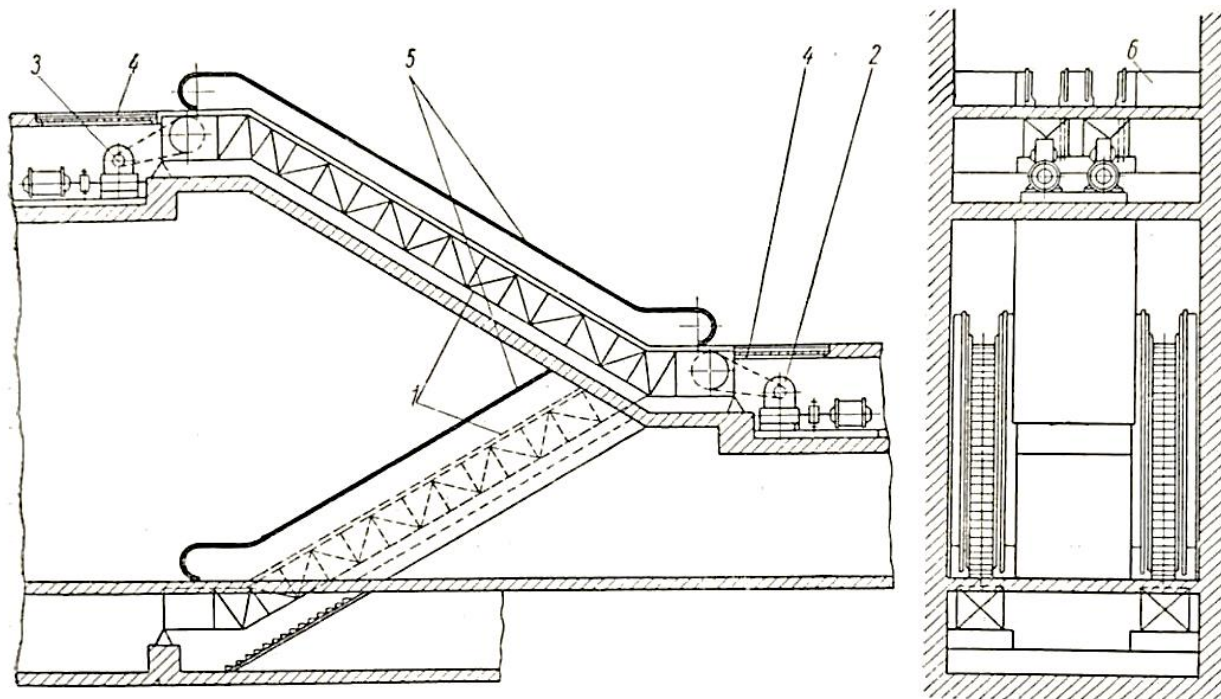


Рисунок 12.3 – Схема двухмаршевой эскалаторной установки

1 – металлоконструкция; 2 – привод первого марша; 3 – привод второго марша; 4 – люк машинного помещения; 5 – поручни; 6 – барьер

Хотя эскалатор движется под углом, т.е. вертикальному перемещению сопутствует значительное горизонтальное, он относится к вертикальным подъемникам, так как горизонтальное смещение является вынужденным. По сравнению с другими пассажирскими подъемниками эскалатор имеет следующие преимущества:

- большую провозную способность — до 10 000 пассажиров в час. При этом провозная способность практически не зависит от высоты подъема, в то время как провозная способность лифта прямо пропорциональна высоте;
- удобство для пассажиров, так как посадка на эскалатор не связана с ожиданием; пассажиры могут располагаться на движущемся полотне свободно, имея возможность передвигаться по нему;
- в случае неполадок в работе или отсутствия энергии эскалатором можно пользоваться как обычной лестницей, что невозможно ни при каком другом подъемнике.

К недостаткам следует отнести:

- большую стоимость эскалатора, а для тоннельных машин и более высокую стоимость сооружения для размещения (тоннеля) из-за наклонного расположения эскалатора;
- более значительную затрату времени при подъеме на большую высоту, чем при использовании высокоскоростного лифта;

- большую затрату энергии на подъем пассажиров из-за потерь на горизонтальное перемещение.

### Основные параметры эскалаторов

Основные расчетные характеристики эскалаторов – параметры, имеющие непосредственное отношение к перевозке пассажиров.

Для целей лабораторной работы применяются термины и их определения в значениях, определенных ГОСТ 33966.1-2016 (EN 115-1:2008+A1:2010) «Эскалаторы и пассажирские конвейеры. Требования безопасности к устройству и установке».

Основные принципиальные размеры эскалатора приведены на рисунке 12.4.

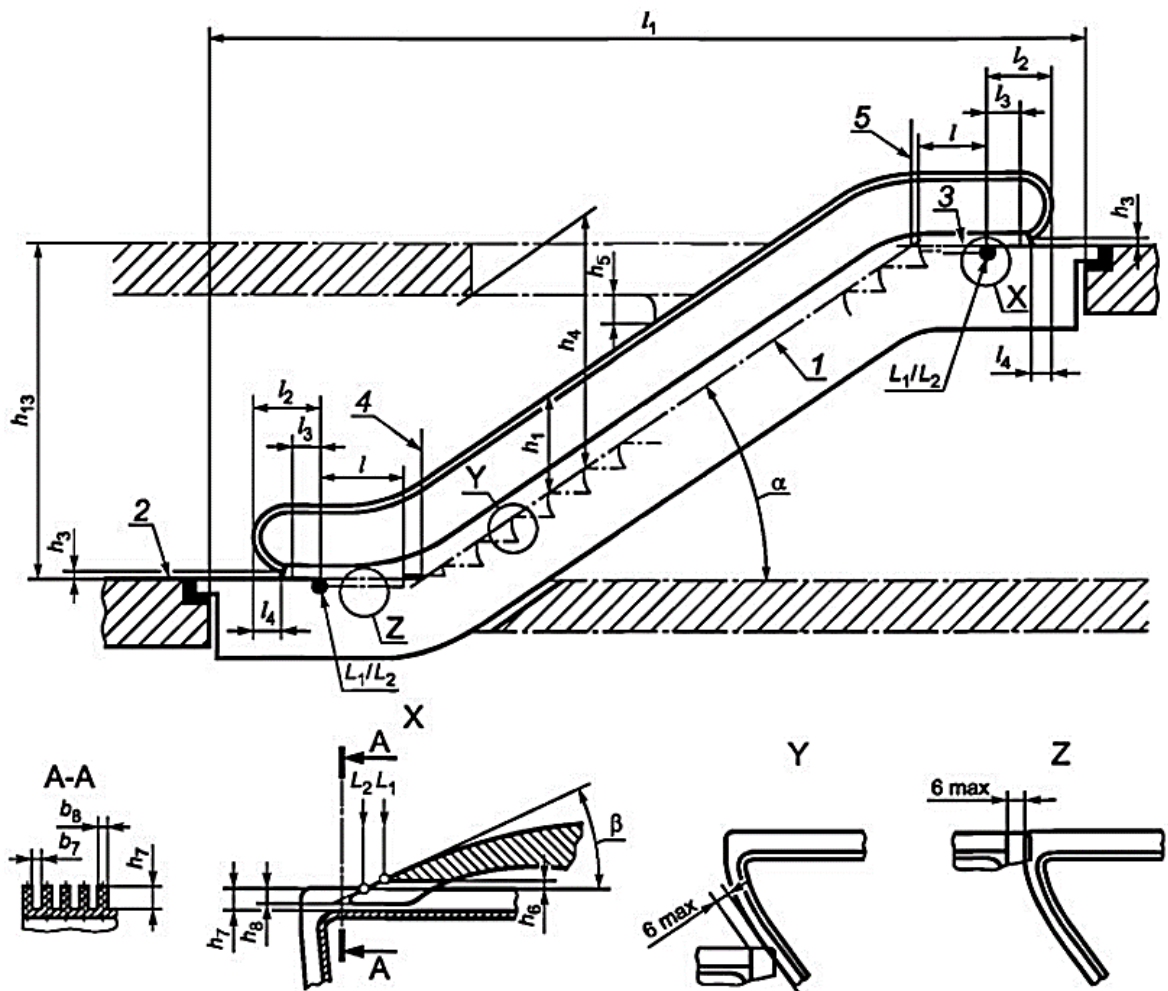


Рисунок 12.4 – Основные принципиальные размеры эскалатора

$b_7$  – ширина впадин настила;  $b_8$  – ширина выступов настила;  $h_1$  – расстояние по вертикали между поверхностью поручня и передним краем ступени, поверхностью пластины или ленты;  $h_3$  – расстояние между входом поручня в устье и полом;  $h_4$  – свободная высота над любой точкой поверхности ступеней, пластин или ленты на участке между наружными краями поручней;  $h_5$  – высота отражательного щитка;  $h_6$



– зазор между верхним краем поверхности настила ступеней, пластин или ленты и основанием зубьев гребенки;  $h_7$  – глубина впадин настила;  $h_8$  – глубина захода гребенки во впадины настила ступеней, пластин или ленты;  $h_{13}$  – высота транспортирования пассажиров;  $L_1$  – линия основания зубьев гребенки;  $L_2$  – линия пересечения гребенки и поверхности настила ступени, пластины или ленты;  $l$  – длина горизонтальных участков ступеней, пластин или ленты у входных площадок;  $l_1$  – расстояние по горизонтали между опорами;  $l_2$  – расстояние между крайней точкой, которую достигает поручень, и линией пересечения гребенки, измеряемое параллельно поверхности настила ступеней, пластин или ленты;  $l_3$  – длина прямой части поручня в направлении входной площадки, измеренная от линии пересечения гребенки;  $l_4$  – расстояние между крайней точкой, которую достигает поручень, и точкой входа в устье, измеряемое параллельно поверхности настила ступеней, пластин или ленты;  $\alpha$  – угол наклона эскалатора;  $\beta$  – угол наклона зубьев гребенки входной площадки

**Скорость  $v$  лестничного полотна** – один из важнейших параметров эскалатора. При назначении скорости учитываются условия безопасной посадки и высадки, возможность достижения максимальной провозной способности (для тоннельных эскалаторов), экономичность работы. Первые отечественные тоннельные эскалаторы имели скорость 0,5 и 0,75 м/с, затем все они были переведены на скорость 0,75 м/с; позже часть эскалаторов была переведена на скорость 0,9 – 0,95 м/с. Вновь изготавливаемые эскалаторы (ЛТ, ЭТ) имели скорость выше 0,9 м/с. В настоящее время скорость эскалаторов высотой до 30 м снижают до 0,7 – 0,75 м/с.

Средняя скорость пешехода 3 – 4 км/ч, т.е. 0,83 – 1,1 м/с. В течение нескольких секунд он легко может развивать скорость 5 – 7 км/ч, т.е. 1,4 – 2 м/с. Следовательно, посадка на эскалатор, движущийся с такой скоростью, вполне безопасна при отсутствии всякого рода помех, в том числе и психологических, вызывающих остановку человека перед входом на движущиеся ступени или уменьшение его скорости из боязни упасть.

Больше всего ограничивает производительность скопление пассажиров у входа на эскалатор, когда пассажиры мешают друг другу заполнять ступени.

При более высокой скорости увеличивается провозная способность, облегчается сход пассажиров с эскалатора, уменьшается эксплуатационная нагрузка на лестничное полотно, поручень, тормоза. При более низкой скорости облегчается посадка на эскалатор, увеличивается время межкапитального пробега и снижаются динамические нагрузки. Вопрос об оптимальной скорости не решен. Согласно существующим правилам скорость отечественных эскалаторов не должна превышать 1,0 м/с. За рубежом она ограничивается значением 0,75 м/с.

Для поэтажных эскалаторов, имеющих сравнительно небольшую высоту подъема и менее интенсивный пассажиропоток, принята скорость 0,5 – 0,6 м/с.

**Ускорение при пуске** и особенно **замедление при торможении** эскалатора должны обеспечивать удобство и безопасность пассажиров. Предельные величины ускорений и замедлений регламентированы Правилами: не более 0,6 м/с<sup>2</sup> при пуске в начальный момент; не более 0,75 м/с<sup>2</sup> в процессе разгона; не более 0,6 м/с<sup>2</sup> при торможении рабочими тормозами на спуск; не более 1 м/с<sup>2</sup> на подъем; не более 2 м/с<sup>2</sup> при торможении аварийным тормозом. При таких ускорениях падение пассажиров может быть только случайным, но и эта возможность должна быть исключена.

**Пробегом с эскалатора** называется путь, пройденный лестничным полотном за определенное время. Пробег служит для определения срока осмотров и ремонтов. Между капитальными ремонтами устанавливается пробег эскалатора  $s_{\text{кап}} = 100 + 160$  тыс. км в зависимости от конструкции, пассажиропотока и условий работы.

**Высотой эскалатора**, или высотой транспортирования пассажиров (рисунок 12.4) называется расстояние по вертикали, на которое перемещаются пассажиры. Высота тоннельных эскалаторов колеблется в пределах 3,2 – 66 м. Высота поэтажных эскалаторов не превышает, как правило, 6 м, но имеются поэтажные машины высотой 12 м.

Высота оказывает большое влияние на конструкцию эскалаторов. Она является важнейшей величиной при разработке эскалаторов различных типов. Износ и долговечность сборочных единиц и деталей эскалаторов также во многом зависят от высоты. Чем больше высота, тем меньше удельных замен, т.е. замен, которые приходится на 1 м высоты. Вот почему более целесообразно устанавливать один эскалатор высотой  $H$ , чем два высотой 0,5 и последовательно друг за другом. В последнем случае возрастают также расходы на изготовление, монтаж и обслуживание, увеличиваются металлоемкость и энергоемкость, усложняется ремонт.

**Углом наклона  $\alpha$  эскалатора** (рисунок 12.4) называется угол между наклонной и горизонтальной плоскостью. Предельным считается угол наклона, равный 30°. Допускается увеличивать его до 35° для поэтажных эскалаторов лишь для специального назначения, высотой до 7 м и скоростью до 0,5 м/с. За рубежом применяются эскалаторы с  $\alpha = 27,2^\circ$  для установки параллельно с неподвижными лестницами.

Первые эскалаторы имели угол наклона 20°. Угол наклона сказывается не только на удобстве и безопасности пассажиров, но и в значительной степени на стоимости эскалатора, его эксплуатации и затратах на капитальное строительство зданий и сооружений, в которых он размещается. Так, с увеличением угла наклона от 30 до 35° при заданной высоте подъема уменьшается длина эскалатора на 7,4% и

горизонтальная площадь под эскалатором на 12,3%, что соответственно снижает стоимость эскалатора и стоимость капитального строительства.

Пешеходные лестницы в зданиях и сооружениях обычно делают с углом наклона  $30 - 35^\circ$ , а для служебного пользования и в стесненных условиях – с углом наклона до  $45^\circ$ . Очевидно, по аналогии с удобными пешеходными лестницами выбраны и углы наклона для эскалаторов. Пешеходные высокие лестницы обычно перемежаются по высоте широкими площадками, эскалаторные лестницы таких площадок не имеют и поэтому кажутся более крутыми, чем пешеходные лестницы такой же высоты.

**Размеры рабочей поверхности ступени**, на которой размещаются пассажиры, определяют наравне со скоростью провозную способность эскалатора (рисунок 12.4). Глубина  $A$  ступени, т.е. размер между передним и задним торцом настила, равна примерно 400 мм. Ширину  $B$  рабочей поверхности ступени, т.е. ее размер в поперечном направлении, выбирают в пределах от 500 до 1000 мм. При необходимости размещения одного пассажира обычно принимают  $B$  не менее 600 мм, двух – не менее 1000 мм. Эскалаторы с шириной ступени на трех пассажиров не выпускают, так как пассажир, находящийся в середине ступени, не сможет держаться за поручень, а это снижает безопасность пользования. В существующих расчетах предусматривается, что для размещения одного пассажира достаточно  $B = 500$  мм, а дальнейшее увеличение ширины приводит к увеличению числа пассажиров.

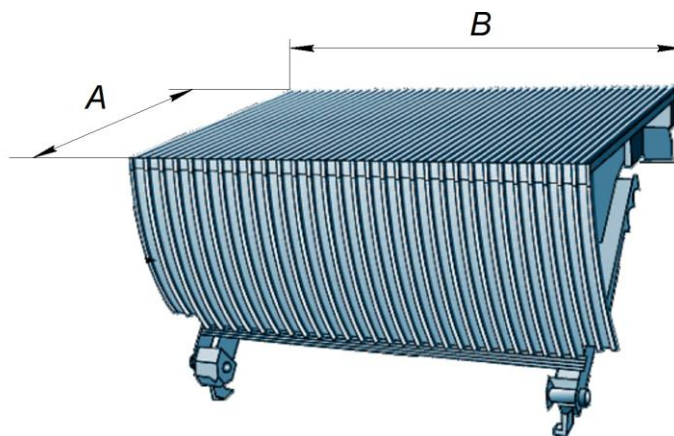


Рисунок 12.4 – Размеры рабочей поверхности ступени

**Пассажиропоток  $P$**  называется количество пассажиров, перевозимых данным эскалатором (эскалаторами) в единицу времени. Предельный пассажиропоток, т.е. максимальное количество пассажиров, которое может перевезти один эскалатор в единицу времени (обычно за 1 ч), называется **провозной способностью  $Q$** .

Ступени эскалатора никогда не заполняются полностью, что учитывается *коэффициентом заполнения*  $\varphi < 1,0$ , представляющим собой отношение наибольшего числа перевезенных пассажиров за определенное время к теоретически возможному  $Q$ .

*Металлоемкость* характеризуется удельной массой эскалатора, т.е. его суммарной массой, отнесенной к 1 м его высоты.

### **Последовательность выполнения работы**

Основной величиной, характеризующей эскалатор, является его *провозная способность*, т. е. число пассажиров, которых эскалатор может перевезти в час.

*Теоретическая провозная способность* эскалатора:

$$Q_T = 3600nKv, \text{ пасс/час}$$

где  $n$  – число ступеней, приходящихся на 1 м длины;

$K$  – количество пассажиров, приходящихся на одну ступень;

$v$  – скорость движения лестничного полотна (ступеней), м/с.

*Число ступеней, приходящихся на 1 м длины:*

$$n = \frac{1}{t_{\text{ст}}},$$

где  $t_{\text{ст}}$  – шаг ступени – расстояние между одноимёнными точками двух смежных ступеней, м.

*Количество пассажиров, приходящихся на одну ступень:*

$$K = 2 \frac{AB}{t_{\text{ст}}},$$

$A, B$  – размеры поверхности ступени, м.

Так как  $t_{\text{ст}} = A$ , то количество пассажиров, приходящихся на одну ступень будет равным:

$$K = 2B.$$

*Фактическая провозная способность* эскалатора за 1 ч:

$$Q_\Phi = \varphi Q_T, \text{ пасс/час.}$$

где  $\varphi$  – коэффициент заполнения.

*Коэффициент заполнения* при эксплуатационной нагрузке:

$$\varphi = 1,2 - 0,6v = 0,6(2 - v).$$

## III КОНТРОЛЬ ЗНАНИЙ

### 3.1 Вопросы для самоконтроля

1. Из каких основных элементов состоит пассажирский лифт.
2. Как различают лебедки по конструкции.
3. Расскажите о кинематических схемах лифтов с барабанными лебедками и с канатоведущими шкивами. В чем их особенность?
4. Какими скоростями характеризуют пассажирские лифты.
5. Чем определяется точность остановки кабины лифта.
6. Как расположены электродвигатели относительно редукторов в лебедках пассажирского лифта.
7. Какие канатоведущие органы применяют в лебедках.
8. В чем особенности взаимодействия канатоведущих органов с подъемными канатами.
9. Какие способы крепления канатов на барабанах применяют в лифтах.
10. Что называется, передаточным числом зубчатых и червячных редукторов.
11. Какие усилия действуют на подшипники в червячных редукторах лебедок.
12. Как устроен и работает электромагнитный тормоз лебедки пассажирского лифта.
13. Каким способом регулируют тормозной момент и отход колодок от шкива.
14. Какие муфты применяют в лифтах? Как они работают?
15. Для чего предназначены и как устроены шахты пассажирских лифтов.
16. Какое оборудование устанавливают в машинном и блочном помещениях.
17. Какие функции выполняют направляющие кабины и противовеса.
18. Расскажите о способах крепления и стыковки секций направляющих.
19. Какие нагрузки действуют на направляющие.
20. Из каких элементов состоит кабина.
21. Какими устройствами купе фиксируется относительно направляющих и каркаса кабины в горизонтальном направлении.
22. Как устроено и работает устройство контроля загрузки кабины.
23. Расскажите об устройстве подвесок кабины и противовеса к канатам.
24. Как устроены скользящие и роликовые башмаки кабины и противовеса.
25. Расскажите об аппаратах смазывания направляющих.
26. Какие основные типы дверей кабин и шахт применяют в лифтах.
27. Расскажите об устройстве и принципе действия механизма открывания раздвижных дверей пассажирского лифта.
28. Как взаимодействуют элементы автоматических раздвижных симметричных дверей кабины при их открывании и закрывании.
29. Чем отличаются двери шахты от дверей кабины.

30. Расскажите об устройстве и взаимодействии элементов автоматических раздвижных несимметричных дверей кабины при их открывании и закрывании.
31. Как взаимодействуют элементы дверей шахты.
32. Расскажите о конструкции стальных канатов, применяемых в лифтах, и их браковке.
33. Как определить шаг свивки подъемных стальных канатов.
34. Какими способами заделываются концы стальных канатов для крепления их к подвесным устройствам.
35. Каково назначение противовесов в лифтах на барабанных лебедках и лебедках с канатоведущими шкивами.
36. В чем назначение уравновешивающих канатов (цепей) в лифтах и по каким схемам их подвешивают.
37. Для чего предназначены ловители в лифтах.
38. В чем заключается принцип действия клинового подпружиненного ловителя.
39. Как устроены и работают ограничители скорости? Какими методами их контролируют.
40. Объясните кинематическую схему совместной работы ограничителя скорости и клинового подпружиненного ловителя.
41. Для чего предназначены пружинные и гидравлические буфера в пассажирских лифтах.
42. Расскажите об устройстве и принципе действия гидравлического буфера.

## **IV ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЙ РАЗДЕЛ (ЛИТЕРАТУРА)**

### **4.1 Основная литература**

Яновски Л. Проектирование механического оборудования лифтов / Л. Яновски – 3-е изд.: - М.: АСВ, 2005 – 336 с.

Полковников В.С. Монтаж и эксплуатация лифтов / В.С. Полковников, Н.А. Лобов, Е.В. Грузинов – 5-е изд. – М: Высшая школа, 1987 – 256 с.

Воробьев А.Д. Справочник электромеханика по лифтам / А.Д. Воробьев, В.Л. Сегал – М: Московский рабочий, 1980 – 207 с.

Гусев Н.В. Лифты: Пособие по безопасной эксплуатации / Н.В. Гусев, А.Б. Щеглов – Мн: ЗАО «Техноперспектива», 2003 – 259 с.

Волков Д.П., Ионов А.А., Чутчиков П.Н. Атлас конструкций лифтов. Учебное пособие для вузов – М: Машиностроение, 1974 – 60 с.

Павлов Н. Г. Лифты и подъемники М.—Л., изд. «Машиностроение». 204 стр. с илл.

Поминов И. Н. Эскалаторы метрополитена. Устройство, обслуживание и ремонт. М.: Транспорт. 1994. — 320 с.

Правила по обеспечению промышленной безопасности при эксплуатации лифтов и строительных грузопассажирских подъемников. Утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 01 июля 2021 г. №58.

Межотраслевые правила по охране труда при эксплуатации строительных подъемников. Утвержденные постановлением Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь, Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 30 января 2006 г. №12/2.

Правила по обеспечению промышленной безопасности эскалаторов и конвейеров пассажирских. Утвержденные постановлением Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 21 октября 2014 г. №28.

ТР ТС 011/2011 Безопасность лифтов.

### **4.2 Дополнительная литература**

Федорова З.М., Луким И.Ф., Нестеров А.П. Подъёмники. Учебное пособие для магистрантских специальностей вузов – К: Высшая школа, 1976 – 296 с.

Полковников В.С., Лобов Н.А., Грузинов Е.В. Монтаж лифтов – М: Высшая школа, 1980 – 304 с.

Смирягина Т.А., Безопасная эксплуатация лифтов – Магнитогорск, 2010 г.