

1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭЛЕКТРО- И МЕХАНИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ. УСТРОЙСТВО, ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ, УСТАНОВКА НА ОБЪЕКТАХ ЖИЛИЩНО-КОММУНАЛЬНОГО ХОЗЯЙСТВА

1.1 ОБЩИЕ СВЕДЕНИЯ О ЛИФТАХ

Когда заходит разговор о современных средствах передвижения, то о лифте чаще всего не вспоминают. Между тем лифт используется 24 часа в сутки и каждый день. В среднем ежемесячно он проходит три тысячи километров, покрывая за двадцать пять лет расстояние в девятьсот тысяч километров, совершая от двух до трех миллионов пусков. Каждый день самый массовый общественный транспорт России перевозит в три раза больше пассажиров, чем все остальные виды вместе взятые. Только в Москве в течение суток лифты поднимают и опускают более 15-ти миллионов человек. По данным Всероссийской конференции лифтовиков, проходившей 12 ноября 2013 года в России находятся в эксплуатации более 500 тысяч лифтов (точно 529 283 лифта).

В настоящее время в лифтовой отрасли России почти не используется единая замкнутая цепь использования лифта по назначению с обратной связью.

По данным НЛС в 2014 году в России зарегистрировано 184 производителя лифтов и комплектов модернизации, которые изготавливают оборудование собственной конструкторской разработки, где часто используют для комплектации лифта импортные узлы и агрегаты, а иногда и полностью собирают лифт из комплектующих разных фирм, далеко не ведущих в лифтовой отрасли.

Законы рынка породили не только большое количество поставщиков лифтов, но и на порядок большее количество организаций, занимающихся их монтажом, эксплуатацией, техническим обслуживанием, ремонтом, модернизацией и заменой.

В то же время износ лифтового парка, по информации из административных округов России, составляет 34,91%, то есть около 175 тысяч лифтов требуют замены и модернизации

В условиях, когда ещё не закончено создание правовой базы для лифтовой отрасли (Регламенты, ГОСТы, Правила и др.), формируются требования к организациям и предприятиям имеющим отношение к лифтам, формируются требования к квалификации работников лифтовой отрасли, по мнению авторов, назрела необходимость создать учебное пособие, которое раскрывало бы весь «жизненный цикл» лифта: его проектирование, изготовление, монтаж, эксплуатацию включая: техническое обслуживание, ремонт, модернизацию и утилизацию оборудования лифта, выработавшего ресурс, оценку соответствия лифтов на стадии монтажа, ввода, в эксплуатацию, в процессе эксплуатации и по окончании назначенного срока службы лифта, что помогло бы студентам, изучающим лифты и (или) работникам, занимающимся лифтами чётче представлять что, как и почему происходит на «жизненном цикле лифта», роль и взаимосвязь организаций и предприятий, участвующих в процессах создания и пользования лифтами, а также требования действующей нормативно-технической документации.

1.2 История развития лифтовой отрасли

Предком лифта, как и прочих подъемных механизмов, является рычаг, известный людям с древнейших времен. Рычаг, похожий на колодезный журавль, а также системы канатов и противовесов использовали еще в Древнем Египте при строительстве пирамид. Первое упоминание о подобных приспособлениях относится примерно к 2600 г. до н. э. С их помощью поднимали каменные блоки весом до 100 кг.

В трактате «Десять книг об архитектуре» известного римского архитектора Витрувия упоминается подъемная машина, построенная греческим ученым Архимедом в 236 г. до н. э.

В Риме подъемные платформы доставляли на арену Колизея гладиаторов и животных. При императоре Нероне, увлекавшемся театральными постановками, такие платформы поднимали на сцену актеров и декорации. Примерно этим же временем датируют описание подъемника с кабиной, подвешенной на пеньковом

канате. Все такие механизмы приводились в движение мускульной силой животных или рабов.

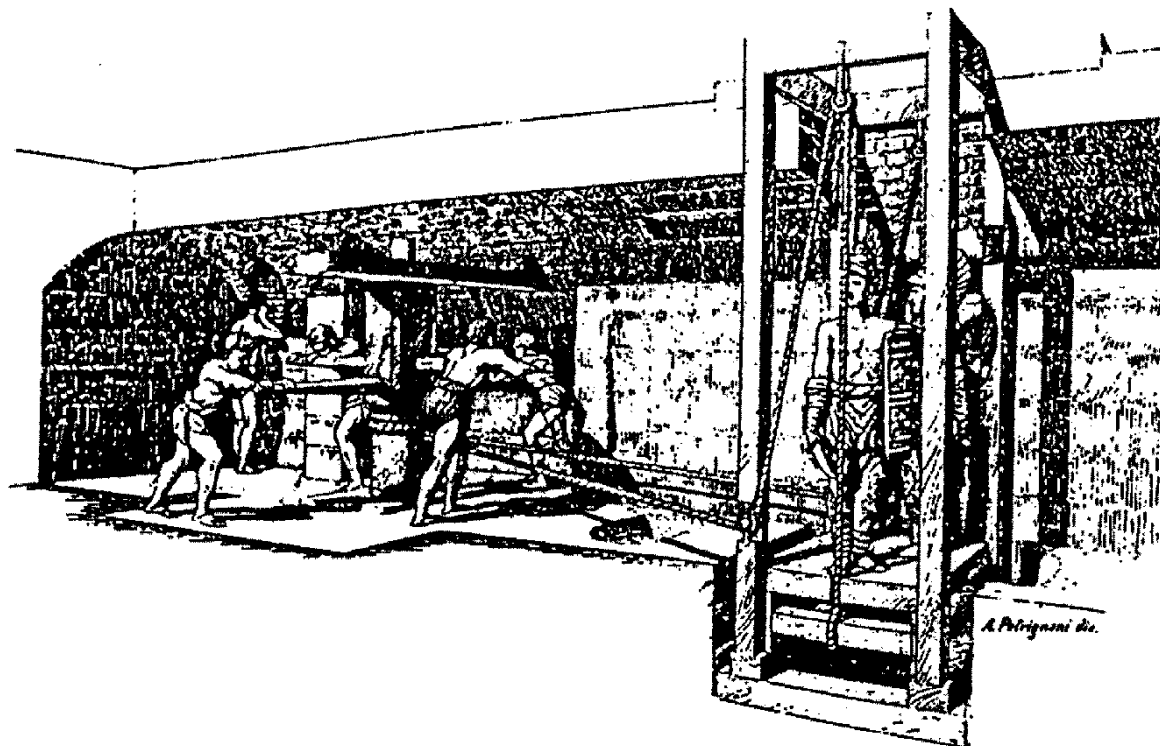


Рис. 1.1. Подъемник для гладиаторов с ручным приводом

К VI в. относится появление подъемника в Синайском монастыре в Египте. Это была плетеная клеть на нескольких канатах, приводимая в движение с помощью колеса, которое вращали ослы. В Китае и Индии подобные устройства использовали для подъема воды из реки, причем иногда в качестве движущей силы выступали люди, вращающие педали.

В Европе первые лифты появились гораздо позже, в основном во дворцах и крупных монастырях, а также в шахтах и карьерах для подъема на поверхность добытых полезных ископаемых. Сохранившееся по сей день устройство во французском аббатстве Мон-Сен-Мишель было сооружено в XII в. Оно представляет собой деревянные салазки, на которых грузы поднимали по каменному пандусу с помощи лебедки.

Практически все средневековые лифты за исключением рудничных, которые опускали и поднимали шахтеров, были грузовыми. Первый в европейской

истории пассажирский лифт-платформа был сконструирован в 1743 г. в Версальском дворце.

В XVIII в. пассажирские лифты начали применяться в России (лифты дворцовых построек Царского Села, подмосковной усадьбы Кусково, подъемный стол и кресло в Эрмитаже).

В 1795 г. И. П. Кулибин разработал конструкцию винтового пассажирского лифта (подъемных и спускных кресел) для Зимнего Дворца. В 1816 г. лифт был установлен в главном доме подмосковной усадьбы Архангельское.

Через пять лет в качестве привода для лифта впервые была использована паровая машина. Это произошло на одной из угольных шахт Америки

В течение последующих десятилетий паровые лифты появились на промышленных предприятиях сначала в Англии, затем и в других странах. Существенным недостатком такого лифта было то, что он производил много шума.

В 1845 г. американец Уильям Томсон разработал лифт с гидравлическим приводом. Тут тоже не обошлось без паровой машины, которая поддерживала давление жидкости, но ее можно было разместить в отдалении, а воду к лифту подавать по трубопроводу. После того как английский инженер Уильям Армстронг изобрел гидравлический аккумулятор для увеличения и обеспечения постоянства водяного давления, пассажирские гидравлические лифты начали устанавливать в гостиницах и общественных зданиях, а затем и в респектабельных жилых домах.

В 1853 г. в Соединенных Штатах Америки изобрели «ловящее» устройство. Это устройство заклинивало кабину в направляющих при превышении номинальной скорости. Первое «ловящее» устройство срабатывало только при свободном падении (обрыве канатов). В этот период лифты, как правило, приводились в движение паровой машиной, а подъемные канаты наматывались и сматывались с барабана.

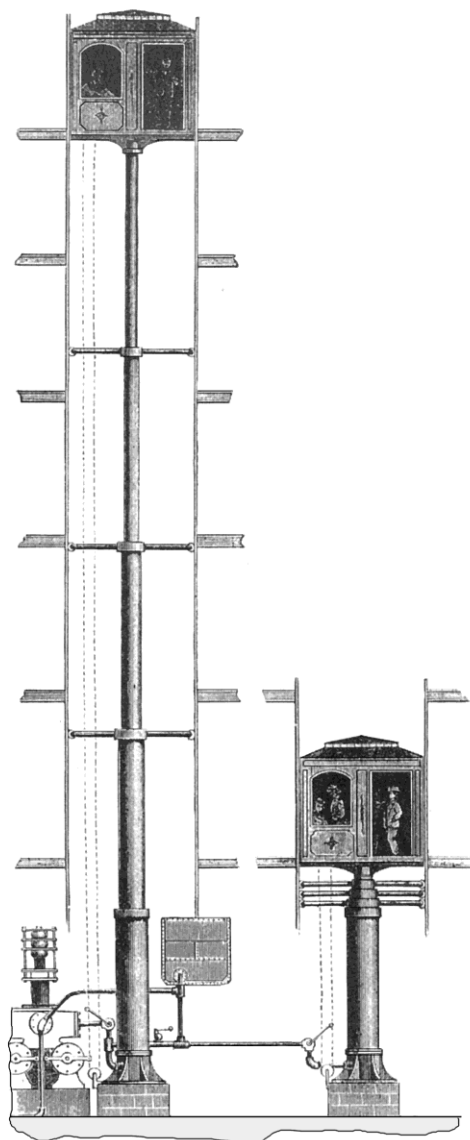


Рис. 1.2. Пассажирский лифт с телескопическим гидроцилиндром (Нью – Йорк)

В 1867 г. появились гидравлические лифты, которые имели ряд преимуществ по сравнению с канатными. На этих лифтах удалось достичь высокой скорости движения кабины – до 3,5 м/с, но из-за значительной первоначальной стоимости и эксплуатационных расходов пришлось отказаться от них.

В 1878 г. впервые был изобретен ограничитель скорости движения кабины лифта, позволяющий включать ловители при превышении номинальной скорости.

В 1880 г. в Германии появился первый электрический лифт Сименса с реечным механизмом подъема. К началу XX в. электрические лифты получили широкое распространение, постепенно вытесняя лифты с другими типами приводов.

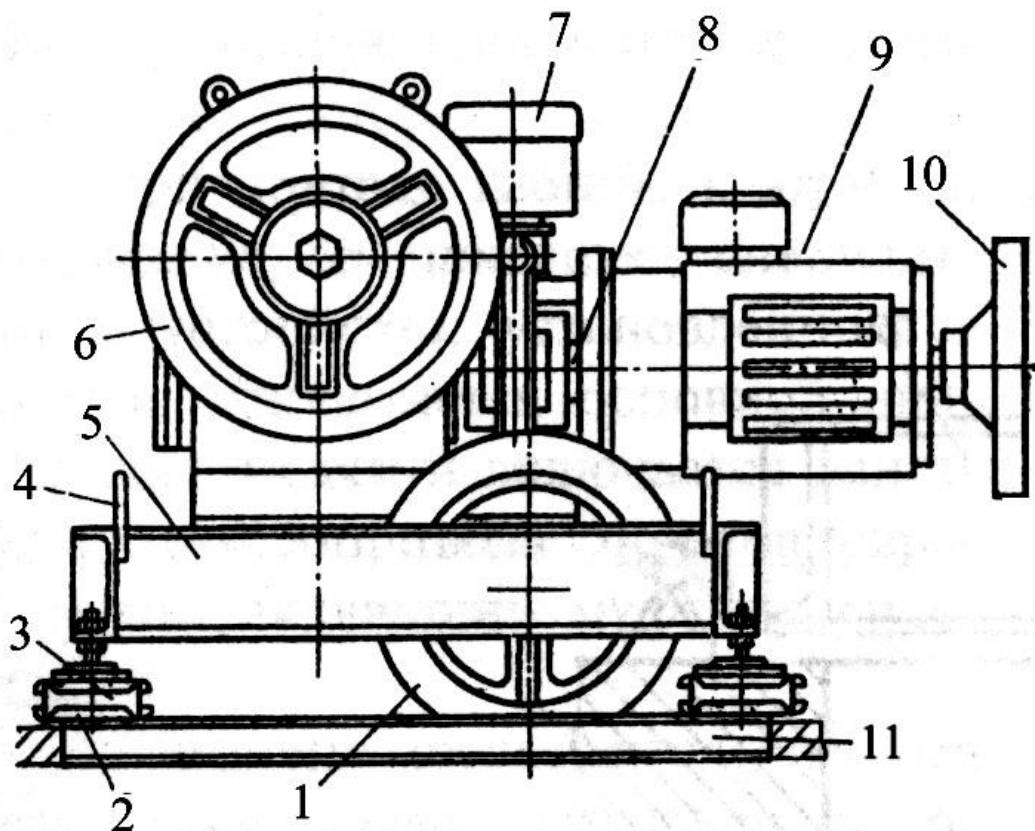


Рис. 1.3. Конструкция редукторной лебедки с канатоведущим шкивом

1 – отводной блок; 2,3 – опора и амортизатор; 5 – рама лебедки; 6 – канатоведущий шкив; 7 – электромагнит тормоза; 8 – электродвигатель лебедки; 9 – маховик (штурвал для ручного перемещения кабины лифта); 10 – подрамник

Серьезным толчком к развитию лифтов и расширению областей их применения послужило появление в конце XIX столетия лебедок с канатоведущими шкивами, в которых подъемное усилие создается за счет трения между канатом и ручьем шкива. Такое устройство тягового органа обеспечивало высокую степень безопасности пользования лифтами. С 1904 г. широкое распространение по-

лучили лебедки с двойным обхватом канатоведущих шкивов, позволившие производить подъем лифтов практически на неограниченную высоту. После первой мировой войны начали применять лебедки с одинарным обхватом канатоведущих шкивов. Такой тип лебедок широко применяется и в настоящее время.

В нашей стране после гражданской войны системного развития лифтового хозяйства практически не было. Только в 1930-ом году в Московском Высшем техническом училище имени Н.Э. Баумана состоялся первый выпуск инженеров со специальной подготовкой, позволивший проектным организациям и заводским КБ начать осуществление работ по созданию новых конструкций отечественных лифтов.

В 1940 году был составлен план технического развития подъёмно-транспортного оборудования, который наметил пути развития стандартизации и нормализации в отрасли. В конце 40-х годов в нашей стране было освоено серийное производство типовых конструкций лифтов общего назначения и скоростных. В 1955 и 1956 гг. ВНИИПТМАШ совместно с трестом Союзлифт создали типовой ряд конструкций пассажирских лифтов для жилых домов и общественных зданий грузоподъемностью от 350 до 1000 кг, типовой ряд грузовых лифтов грузоподъемностью от 100 до 5000 кг и больничный лифт грузоподъемностью 500 кг. Наибольшее развитие отечественное лифтостроение получило в 1963 г., когда было организовано Центральное проектно-конструкторское бюро по лифтам. ЦПКБ по лифтам в 1966—1967 гг. разработало с учетом рекомендаций Постоянной комиссии СЭВ по стандартизации новый параметрический ряд пассажирских и грузовых лифтов, представленный 36 моделями и 62 исполнениями.

Итак, все началось с обычной корзины, которую подтягивали вверх с помощью переброшенной через балку веревки.

В настоящее время лифтовые фирмы чтобы не утратить своих позиций на рынке активно ведут поиск новых конструктивных решений, с учётом научно-технических достижений различных отраслей промышленности и опыта мирового лифтостроения.

В начале 21 века в лифтостроении наметилась тенденция применения композитных и иных материалов вместо традиционных металлических. В частности, широкое применение получили отводные блоки механизма главного привода, изготовленные из материалов типа Оптамид и аналогичных. Такой блок легче и мягче традиционного чугунного, что облегчает монтаж, снижает момент инерции системы, делает работу лифта более плавной и менее шумной, повышает ресурс тягового каната. Из пластиковых материалов изготавливают также блоки натяжных устройств канатов ограничителей скорости.

Ранее буфера кабины и противовеса представляли собой стальные витые пружины, им на смену пришли буфера из полиуретана.

Замена стальных канатов на гибкие армированные полиуретановые ремни позволяет снизить вес тяговых элементов и уменьшить размер шкивов и блоков механизма подъёма лифта. Вместо обычных канатов в последнее время стали применять сверхпрочные канаты меньшего диаметра, позволяющие уменьшить соотношение диаметров канатопроводящего шкива и каната, что также сказывается на снижении габаритов лебёдки.

Тем не менее тяговые канаты остаются огромной проблемой. Из какого бы материала их ни делали, они всегда будут иметь собственную резонансную частоту колебаний, постоянно меняющуюся по мере разматывания/смотывания каната. Традиционные стальные канаты, используемые в лифтах современных небоскребах, настолько тяжелы, что могут порваться от собственного веса.

Такая проблема не стоит перед лифтами, движимыми силой магнитного поля. Магнитный лифт Toshiba Elevator and Building Systems Corp. - один из первых магнитных лифтов в мире, был продемонстрирован в Токио 17 января 2006 года.

Магнитный лифт поднимается не за счет движения троса, а благодаря магнитному полю. Магнитный лифт функционирует по принципу скоростного поезда на магнитной подушке. На кабине лифта укреплены постоянные магниты, а

в шахте установлены электрические катушки. Они поочередно приводятся в действие электрическим током. Благодаря этому образуется магнитное поле, приводящее в движение кабину лифта.

Магнитные лифты могут подниматься на неограниченную высоту. Но это не единственное достоинство нового устройства. Одно из новшеств магнитного лифта заключается и в том, что он сможет перемещаться не только по вертикали, но и по горизонтали. Магнитный лифт сможет не только доставить пассажиров до нужного этажа, но и подвезти его до двери офиса или квартиры, двигаясь по горизонтали.

Одним из наиболее актуальных вопросов качества создания лифта, является уровень его энергопотребления.

Поэтапное снижение энергопотребления лифтов достигается за счет оптимизации работы и снижения энергопотребления каждого потребителя электроэнергии в системе электропривода и автоматики управления лифтом.

Основным потребителем электроэнергии в любой лифтовой установке является главный привод, осуществляющий непосредственное перемещение пассажиров и грузов в кабине лифта. Оптимизация работы и снижение энергопотребления главного привода достигается применением преобразователей частоты, снижением инерционных маховых масс лебедки и лифта в целом и исключением передаточных механизмов, снижающих КПД привода. Этим требованиям наиболее полно отвечает безредукторная лебёдка с синхронным электродвигателем.

Снижение энергопотребления освещения кабины и шахты лифта достигается применением светодиодного освещения с отключением при отсутствии пассажиров в кабине лифта и отсутствием в шахте обслуживающего персонала.

Для снижения энергопотребления электронными блоками и самим шкафом управления лифтом применяются отключение и режимы экономии электроэнергии в режимах ожидания.



Рис. 1.4. Безредукторная лебедка на базе синхронного электродвигателя

Если сравнить современные мировые достижения в лифтостроении по грузоподъемности и скорости то:

1. Самые большие лифты в мире разработала компания Mitsubishi Electric, в кабине такого лифта может свободно поместиться 80 человек. Общий вес, который он способен поднять, составляет 5250 кг.

2. Самые быстрые в мире лифты установлены в столице Тайваня, в здании Taipei 101 высотой 509 метров (это пока самое высокое здание в мире). Два лифта в этом здании ходят до 89 этажа. При подъёме они развивают скорость 60,6 километров в час или 16,83 метра в секунду.

1.3 Кинематические схемы, устройство и особенности конструкции электрических и гидравлических лифтов

Лифтом называется устройство, предназначенное для перемещения людей и (или) грузов с одного уровня на другой в кабине, движущейся по жестким направляющим, у которых угол наклона к вертикали не более 15 градусов.

Лифт является неотъемлемой частью инженерного оборудования многоэтажных жилых, административных зданий и сооружений и большинстве случаев является устройством самостоятельного пользования пассажирами.

Для обеспечения безопасности при пользовании пассажирами, должны отвечать требованиям Технического регламента Таможенного союза Безопасность лифтов ТР ТС 011/2011 и требованиям действующих государственных стандартов.

В современных условиях массового многоэтажного строительства жилых и общественных зданий лифт становится одним из наиболее важных и массовых средств вертикального транспорта в городах. Роль его непрерывно возрастает в связи с объективной тенденцией повышения этажности строительства.

Массовая перевозка людей всех возрастных категорий предъявляет повышенные требования надежности и безопасности работы лифтов.

В нашей стране контроль за безопасной эксплуатацией лифтов, платформ подъемных для инвалидов и других маломобильных групп населения осуществляет Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору Ростехнадзор.

Существует великое разнообразие лифтов, различающихся по назначению и конструктивным особенностям, примененного в его составе оборудования.

Классификация лифтов

По назначению выделим, следующие типы лифтов:

пассажирский лифт: Лифт, предназначенный в основном для подъема и спуска пассажиров.

лифт пассажирский для лечебно-профилактических зданий (больничный лифт): Пассажирский лифт, размеры и конструкции которого позволяют перевозить пациентов на средствах горизонтального транспортирования (каталках, кроватях и т.п.) и/или медицинское оборудование.

грузовой лифт: Лифт, предназначенный для транспортирования грузов без сопровождения людьми, оборудованный наружным управлением.

грузовой малый лифт: Лифт, предназначенный только для подъема и спуска грузов, у которого размеры кабины и дверей шахты предотвращают свободный доступ в нее человека.

По типу лифта: Лифт, характерными признаками которого являются назначение (пассажирский, больничный, грузовой с проводником) и (или) используемая система главного привода (электрический привод, гидравлический привод, привод на постоянном токе), с машинным (без машинного) помещением.

По типу привода подъемного механизма: лифты электрические с приводом от электродвигателя переменного или постоянного тока; лифты гидравлические с приводом в виде подъемного гидроцилиндра или лебедки с гидродвигателем вращательного типа.

По конструкции механизма передачи движения кабине: лифты канатные, кабина которых перемещается посредством тяговых канатов лебедки; лифты с армированными тяговыми ремнями; лифты цепные, реечные и винтовые, в которых движение кабины осуществляется посредством тяговых цепей, системы винт-гайка или приводная шестерня – зубчатая рейка.

По способу передачи движения от канатоведущего органа лебедки тяговым канатам: лифты с барабанной лебедкой; лифты с канатоведущим шкивом (КВШ).

По способу воздействия усилия канатов на кабину: лифты с верхней канатной подвеской кабины и выжимные, в которых тяговые канаты воздействуют на кабину снизу.

По схеме запасовки тяговых канатов: лифты с прямой, с полиспастной подвеской кабины (противовеса) и с канатным мультипликатором.

По расположению машинного помещения: лифты с верхним или нижним машинным помещением.

По конструкции привода лебедки: лифты с редукторным и с безредукторным приводом лебедки.

По величине скорости подъема кабины: лифты тихоходные – при скорости кабины до 1 м/с; лифты быстроходные – при скорости кабины с 1,4 до 2 м/с; скоростные – при скорости движения кабины 2 м/с и более.

По точности остановки кабины: лифты с системой точной остановки и без системы точной остановки.

Кинематические схемы электрических лифтов

Схема запасовки канатов, согласно принятой в лифтостроении терминологии, называется кинематической схемой лифта.

На кинематических схемах приняты следующие обозначения: канатоведущий орган изображается окружностью с заштрихованной средней частью, отклоняющие блоки и контршкив – кружком малого диаметра без штриховки, кабина – большим прямоугольником, противовес – узким прямоугольником с поперечной штриховкой, подъемные канаты – прямой линией независимо от числа их параллельных ветвей.

Характерные кинематические схемы лифтов приведены на рис.1.5.

Разнообразие вариантов кинематических схем отражает тот факт, что каждая из них обладает специфическими преимуществами.

Схемы с барабанным канатоведущим органом (рис. 1.5, а, б) применяются при небольшой высоте подъема, так как она лимитируется ограниченной канатоемкостью барабана. Их применение целесообразно в специальных лифтах повышенной грузоподъемности при небольшой высоте подъема и в тех случаях, когда по условиям установки размещение противовеса лифта практически невозможно.

Барабанный канатоведущий орган может применяться и при наличии кабинного противовеса и подвеске кабины на 1 или 2 канатах (рис. 1.5, в, г), однако каких-либо преимуществ по сравнению с канатоведущим шкивом (КВШ) не имеет, поэтому в настоящее время практически не применяется. Неотъемлемой частью большинства кинематических схем лифтов является противовес (рис. 1.5 в–к).

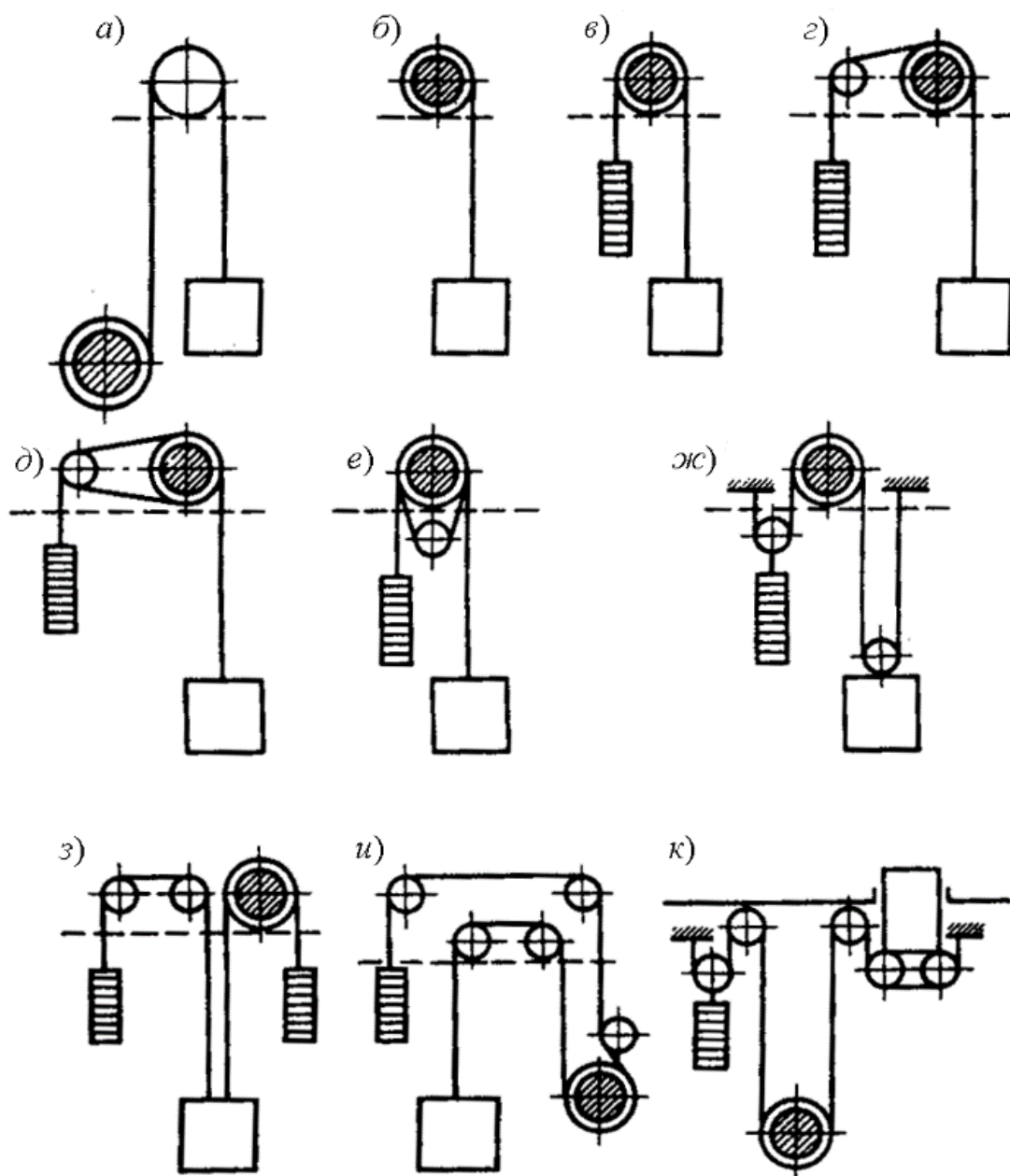


Рис. 1.5. Кинематические схемы лифтов

Применение противовеса обусловлено двумя основными причинами: экономия энергии за счет уравнивания силы тяжести кабины и части массы груза и обеспечение достаточных сил сцепления канатов с ободом шкива в лебедках с канатоведущим шкивом.

Наилучшими технико-экономическими показателями обладают лифты с верхним машинным помещением (рис. 1.5, б–з). Преимущества верхнего машин-

ного помещения: уменьшается нагрузка от подъемных канатов на несущие конструкции здания (или каркас шахты); уменьшается необходимая длина и увеличивается долговечность канатов; увеличивается КПД подъемного механизма; снижается стоимость лифта, а также обеспечивается удобство и доступность выполнения работ по техническому обслуживанию и ремонту оборудования лифта.

Схема с прямой подвеской кабины и противовеса (рис. 1.5, в) является наиболее простой и целесообразной для лифтов с верхним машинным помещением. Она обеспечивает наиболее высокий КПД подъемного механизма и долговечность канатов, так как исключается их перегиб на отводных блоках. При больших габаритах кабины, для обеспечения свободы перемещения противовеса, со стороны противовесной ветви канатов устанавливается отводной блок (рис. 1.5, г). Отводной блок позволяет устанавливать лебедку в лифтах с различными поперечными размерами кабин. Наличие отводного блока позволяет уменьшить размеры и массу КВШ ценой некоторого уменьшения угла обхвата КВШ канатом и связанного с этим снижения его тяговой способности.

Для компенсации этого недостатка применяется схема с контр-шкивом, обеспечивающим двойной обхват КВШ канатами и одновременно выполняющим роль отводного блока (рис. 1.5, д). Однако дополнительный перегиб канатов на контршквиве снижает их долговечность.

Схема с контршкивом, расположенным под КВШ, применяется при небольших габаритах кабины и повышенной грузоподъемности лифта (рис. 1.5, е).

Схема с полиспастной подвеской кабины применяется в тех случаях, когда, по соображениям унификации, одна и та же лебедка используется в лифтах различной грузоподъемности и скорости движения кабины.

Схема с кабинным противовесом (рис. 1.5, з) применяется в тех случаях, когда необходимо несколько уменьшить окружной момент на КВШ и увеличить сцепление (тяговую способность) каната с канатоведущим шкивом.

Схема с нижним машинным помещением (рис. 1.5, а, и, к) облегчает эксплуатацию, ремонт лифтового оборудования и существенно снижает уровень структурного шума в несущих конструкциях здания.

К недостаткам схем лифта с нижним машинным помещением следует отнести необходимость в дополнительном блочном помещении, расположенном над шахтой; уменьшение долговечности канатов и увеличение их количества; повышение нагрузки на конструкцию здания и увеличение капитальных затрат. Поэтому схемы с нижним машинным помещением не получили широкого распространения. Они используются в конструкции выжимных (тротуарных) лифтов и в тех случаях, когда необходимо снизить уровень шума в зданиях и сооружениях.

Классификация и кинематические схемы гидравлических лифтов

Лифт гидравлический – лифт, в котором подъемная сила создается насосом с электроприводом, передающим гидравлическую жидкость в гидроцилиндр, действующий непосредственно или косвенно на кабину.

Гидравлический лифт современной конструкции является весьма эффективным видом вертикального транспорта в малоэтажных зданиях и сооружениях различного назначения.

Массовая перевозка грузов и людей всех возрастных категорий предъявляет повышенные требования надежности и безопасности работы гидравлических лифтов.

В нашей стране контроль за безопасной эксплуатацией лифтов осуществляет Ростехнадзор, за Владельцами лифтов и специализированными организациями, осуществляющими техническое обслуживание и ремонт лифтов.

В значительной степени аналогичные требования предъявляются к гидравлическим лифтам национальными и международными стандартами безопасности Европейского союза (EN81.20).

Существует большое разнообразие гидравлических лифтов, различающихся по назначению и конструктивным особенностям.

Классификация гидравлических лифтов

По назначению лифты подразделяются на: пассажирские, пассажирские для лечебно-профилактических зданий (больничные лифты), грузовые, грузовые малые, лифты для транспортирования пожарных подразделений.

По принципу действия механизма подъема – лифты, оборудованные лебедкой с гидроприводом вращательного типа, лифты с подъемным гидроцилиндром.

Лифты с гидроцилиндром подразделяются на следующие виды:

По конструкции гидроцилиндра – с гидроцилиндром одностороннего или двустороннего действия; с одноступенчатым или телескопическим гидроцилиндром.

По способу передачи движения от штока гидроцилиндра кабине – с гидроцилиндром прямого действия и непрямого действия, с канатным мультипликатором.

По характеру расположения гидроцилиндра относительно кабины – с центральным, боковым и горизонтальным расположением (в редких случаях).

Кинематические схемы гидравлических лифтов

Под кинематической схемой гидравлического лифта будем подразумевать схему передачи движения от штока гидроцилиндра кабине.

Кабины гидравлических лифтов чаще всего не уравниваются противовесом, так как сила тяжести кабины обеспечивает процесс опускания при соответствующем регулировании скорости слива рабочей жидкости из гидроцилиндра в бак гидроагрегата.

Характерные кинематические схемы гидравлических лифтов представлены на рис. 1.6.

В простейшем случае усилие со штока гидроцилиндра непосредственно передается на центральную нижнюю часть каркаса кабины (рис. 1.6, а).

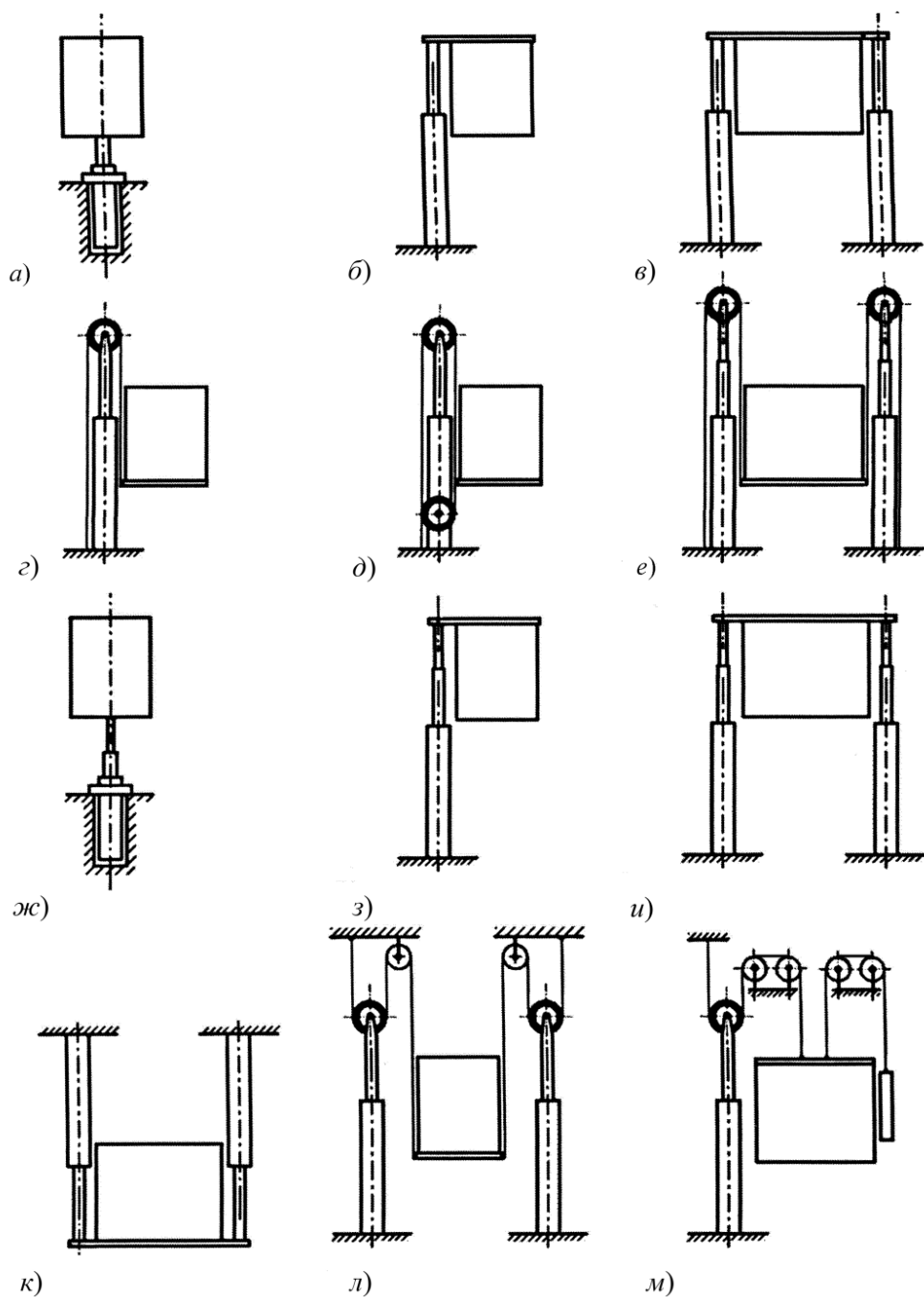


Рис. 1.6. Кинематические схемы гидравлических лифтов:

а – с центральным расположением гидроцилиндра, установленного в прямке под кабиной;
б, в – с боковым или задним расположением гидроцилиндров; г, д, е – с гидроцилиндрами непрямого действия; ж – с центральным расположением телескопического гидроцилиндра; з, и – с задним и боковым расположением телескопических гидроцилиндров прямого действия; к – с боковым расположением гидроцилиндров, прямого действия, штоки которых работают на растяжение; л – с боковым расположением двух гидроцилиндров непрямого действия; м – с боковым расположением гидроцилиндра непрямого действия и кабинным противовесом

Гидроцилиндр располагается в специальном углублении (отверстии) под полом приемка шахты.

Рабочие нагрузки от кабины и груза непосредственно воспринимаются штоком (плунжером), работающим на сжатие, и передаются на опоры гидроцилиндра.

Необходимость в специальном отверстии достаточной глубины увеличивает стоимость лифта и повышает трудоемкость технического обслуживания и ремонта (в скальных или сильно обводненных грунтах).

Схемы, представленные на рис. 1.6, б и в, не имеют указанного недостатка. В этом случае все нагрузки воспринимаются фундаментом приемка шахты или специальным фундаментом, не связанным с конструкцией здания. Необходимость увеличения высоты подъема при ограниченной величине перемещения плунжера привела к широкому применению лифтов с канатными мультипликаторами (рис. 1.6, г, д, е).

Схема лифта с 4-кратным мультипликатором, представленная на рис. 1.6, д, не получила широкого распространения в силу заметной сжимаемости рабочей жидкости, приводящей к чрезмерным колебаниям уровня пола кабины относительно этажной площадки.

В настоящее время преимущественно применяются двукратные канатные или цепные мультипликаторы.

Применение телескопической конструкции подъемных гидроцилиндров прямого действия позволяет существенно снизить глубину грунтовой ямы (рис. 1.6, ж) или полностью отказаться от нее (рис. 1.6, з, и).

Обычно применяются гидроцилиндры с двумя или тремя секциями.

Гидравлические лифты могут оборудоваться телескопическими цилиндрами прямого действия или с канатным мультипликатором.

При применении гидроцилиндров с плунжерами большой длины, работающими на сжатие, возникают проблемы обеспечения их продольной устойчиво-

сти. В связи с этим появились конструкции лифтов с гидроцилиндрами поршневого типа, в которых штоки работают на растяжение (рис. 1.6, к, л, м). Существенным недостатком такой кинематической схемы является передача рабочих нагрузок на перекрытие шахты, увеличение ее высоты и усложнение технического обслуживания лифта.

С целью сокращения расхода энергии применяются лифты, в которых часть силы тяжести кабины и штока уравнивается противовесом (рис. 1.6, м).

Технические характеристики лифтов

Основными параметрами технической характеристики лифта являются: грузоподъемность и скорость движения кабины. Они регламентируются Государственными стандартами ГОСТ 5746 –2015 «Лифты пассажирские. Основные параметры и размеры» и ГОСТ Р 53771 - 2010 «Лифты грузовые. Основные параметры и размеры».

Грузоподъемность лифта номинальная: наибольшая масса груза, для транспортирования которой предназначен лифт. Определяется величиной массы наибольшего расчетного груза без учета массы кабины и постоянно расположенных в ней устройств. Величина грузоподъемности определяется из ряда стандартных значений, регламентируемых ГОСТ Р в зависимости от назначения лифта.

Значения номинальных грузоподъемностей для пассажирских лифтов выбирают ряда чисел, близких к ряду чисел по ГОСТ8032: 320; 400; 450; 500; 630; 800; 1000; 1275; 1600; 1800;2000;2500, а для грузовых лифтов:

- для номинальной грузоподъемности лифтов категории А:
лифты с горизонтально-раздвижными дверями: 630; 1000; 1600; 2000; 2500; 3200; 3500; 5000,
лифты с горизонтально-раздвижными дверями кабины и распашными дверями шахты: 3200,
лифты с вертикально-раздвижными дверями: 1600; 2000; 2500; 3500; 5000;
- для номинальной грузоподъемности лифтов категории В:

лифты с вертикально или горизонтально раздвижными дверями: 2000; 2500; 3200; 3500; 5000,

лифты с горизонтально-раздвижными дверями кабины и распашными дверями шахты: 500; 1000; 2000; 3200; 5000.

Площадь пола кабины лифтов самостоятельного пользования определяется в зависимости от его грузоподъемности по табл. 1 ГОСТ 5746-2015 и ГОСТ Р 53771.

Допускается применение кабин с увеличенной площадью пола, если в кабине устанавливается дополнительная перегородка с дверью, запираемой специальным ключом. Запирание двери перегородки должно контролироваться конечным выключателем.

Поскольку условия эксплуатации лифтов могут быть различными и лифт может перевозить грузы различной массы и габаритов, государственные стандарты предусматривают ряд типоразмеров кабин для одной и той же грузоподъемности.

Лифты с увеличенной площадью пола кабины должны оборудоваться устройствами контроля и индикации 10% перегрузки.

Вместимость кабины лифта определяется в зависимости от ее грузоподъемности:

$$E = \frac{Q}{Q_n} \quad (1.1)$$

где Q – масса расчетного груза кабины, кг; $Q_n = 75$ кг – расчетная масса пассажира, кг.

Скорость лифта номинальная: скорость движения кабины, на которую рассчитан лифт.

Значения номинальных скоростей, м/с, выбирают из ряда чисел, близких к ряду предпочтительных чисел R5 по ГОСТ 8032: 0.4; 0.5; 0,63 0.71; 1; 1.6; 2; 2.5; 3,0; 3,5; 4,0; 5.0; 6,0 м/с.

Скорость от 0,5 до 6,0 м/с – для электрических лифтов.

Скорость от 0,4 до 1,0 м/с – для гидравлических лифтов.

Расчетная величина скорости движения кабины обосновывается результатами расчета вертикального транспорта.

Максимальное значение скорости кабины имеет не только технико-экономическое, но и чисто физиологическое ограничение. При скорости кабины 4 м/с и более быстрое изменение барометрического давления при изменении высоты оказывает неблагоприятное воздействие на сердечно-сосудистую систему и слуховой аппарат человека, вызывая у него неприятные ощущения.

Остановочная скорость – скорость, при которой включается механизм обеспечения требуемой точности остановки.

Ревизионная скорость – скорость, при которой обслуживающий персонал осматривает оборудование шахты лифта с крыши движущейся кабины. Для лифтов, имеющих номинальную скорость до 0,71 м/с, допускается ревизия при движении вниз с номинальной скоростью.

Предельная скорость – это скорость кабины при срабатывании ограничителя скорости механизма включения ловителей.

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 могут достигать 30%

Производительность лифта -является весьма важным параметром лифта, зависящим от грузоподъемности, скорости, высоты подъема, характеристик пассажиропотока, схемы организации межэтажных перевозок и т.п. Она обычно определяется количеством пассажиров или массой груза, транспортируемых за один час работы.

Внутренние размеры кабины лифта, размеры дверного проема, внутренние размеры шахты и размеры машинного помещения лифтов должны соответствовать размерам, приведенным в ГОСТ 5746 и ГОСТ Р 53771.

Общие требования к конструкции и параметрам лифтов

Безопасность применения и надежность работы – основополагающие требования, на которых базируется проектирование, изготовление и эксплуатация лифтового оборудования. Эти требования нашли отражение в соответствующих Технических регламентах, действующих ГОСТах и регламентирующих документах на проектирование лифтов.

Наряду с указанными к лифтам предъявляются следующие дополнительные требования: точность остановки относительно уровня этажной площадки; плавность движения кабины при разгоне и торможении; комфортность условий транспортировки пассажиров; общедоступность пользования лифтом; бесшумность работы; допустимый уровень электромагнитных помех работе систем радиосвязи и телевидения.

Точность остановки кабины лифта - расстояние по вертикали между уровнем порога дверей кабины и уровнем порога дверей шахты после автоматической остановки кабины определяется величиной разности отметок пола кабины и пола этажной площадки. Порог, образующийся в результате неточности остановки, представляет опасность для пассажиров и затрудняет погрузо-разгрузочные работы с применением напольного транспорта или монорельсовой системы загрузки кабины.

Неточность остановки определяется зависимостью тормозного пути кабины от массы груза и направления движения в момент торможения.

При торможении поднимающейся груженой кабины остановка произойдет несколько ниже порога разгрузочной площадки, тогда как порожняя кабина пройдет больший путь и остановится выше этого уровня. При движении вниз будет наблюдаться обратная картина.

Шунты датчика точной остановки кабины устанавливаются на таком расстоянии, чтобы разница уровней порога двери шахты и порога двери кабины была одинаковой при остановке груженой и порожней кабины при ее движении в одном направлении. Схематически это показано на рис. 1.7. Точность остановки

принято оценивать величиной полуразности тормозных путей кабины при движении в одном направлении с грузом и порожняком:

$$\begin{aligned} & \text{– при движении вниз: } \Delta = \pm \frac{h_z - h_n}{2}; \\ & \text{– при движении вверх: } \Delta = \pm \frac{h_n - h_z}{2}, \end{aligned} \quad (1.2)$$

где h_n , h_z – тормозной путь порожней и груженой кабины соответственно.

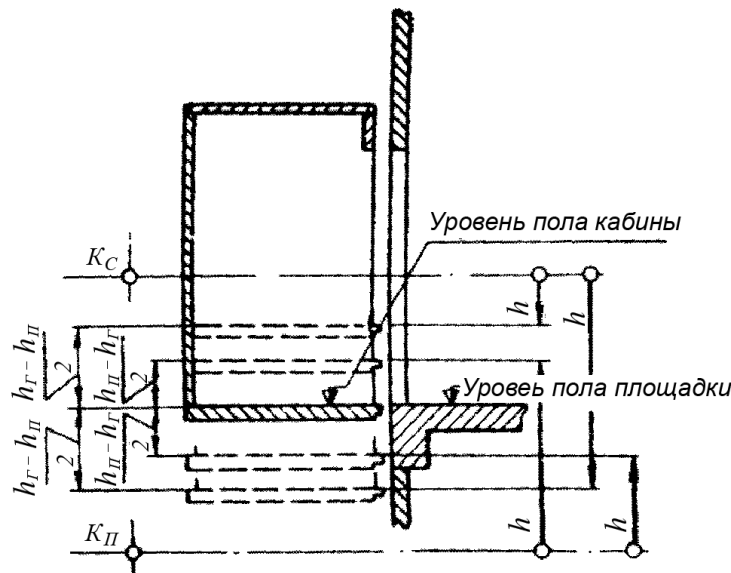


Рис. 1.7. Схема к определению точности остановки кабины:
 K_n , K_c – точка начала торможения кабины при подъеме и спуске

Точность остановки кабины должна выдерживаться в пределах, не превышающих ± 35 мм. При использовании регулируемого привода переменного трехфазного тока и привода постоянного тока достигается значительно большая точность остановки кабины лифта.

Плавность движения кабины количественно определяется уровнем ускорения при разгоне и торможении подъемного механизма. По нормам максимальная величина ускорения (замедления) кабины в нормальных эксплуатационных режимах не должна превышать следующих значений: для больничных лифтов – 1 м/с^2 ; для лифтов других типов – 2 м/с^2 .

Плавность движения кабины количественно определяется уровнем ускорения при разгоне и торможении подъемного механизма. По нормам максимальная величина ускорения (замедления) кабины в нормальных эксплуатационных

режимах не должна превышать следующих значений: для больничных лифтов – 1 м/с^2 ; для лифтов других типов – 2 м/с^2 .

Комфортность условий перевозки пассажиров определяется: минимальной величиной времени ожидания лифта на посадочной площадке; плавностью разгона, торможения и движения кабины; точностью остановки; отсутствием шума и вибрации в кабине; наличием хорошей вентиляции салона и достаточной освещенности. Улучшению комфортности способствует красивая отделка кабины с хорошо продуманной гаммой цветов, создающей эффект увеличения объема купе кабины.

Общедоступность пользования лифтом предполагает наличие достаточно простой и понятной системы управления движением из кабины и с этажных площадок, не требующей специальной подготовки пассажиров всех возрастных групп.

Бесшумность работы лифта обеспечивается рядом мер по снижению уровня воздушного и структурного шума и предотвращению его распространения по несущим конструкциям здания. С этой целью строительную часть здания связывают со строительной частью лифта, а также лебедку лифта и другие узлы оборудования лифта устанавливают на амортизаторы и к конструкции лебедок предъявляются повышенные требования относительно уровня шума и вибрации. Эти требования должны учитываться при строительстве зданий, проведении монтажных, профилактических и ремонтных работ.

Строительными нормами и правилами на проектирование зданий и сооружений регламентируется также предельно допустимый уровень шума в помещениях, расположенных рядом с лифтом. Соответствующие нормативные данные зависят от назначения и технологии использования соответствующего здания.

Снижение уровня электромагнитных помех может быть гарантировано хорошим качеством экранировки источников помех электрооборудования лифта, и установкой высокочастотных фильтров во вводном устройстве электрической силовой цепи питания лифта.

Устройство, компоновка и взаимодействие узлов лифта

Основу конструкции лифта составляет механизм подъема на основе применения лебедки или гидроцилиндра с канатной системой передачи движения кабине.

Пассажиры и грузы перемещаются в специально оборудованной кабине с закрываемыми дверями, которые оснащаются электрическими устройствами безопасности, исключающие возможность движения при открытых дверях шахты и кабины лифта.

Для центрирования кабины (противовеса) в горизонтальной плоскости и исключения поперечного раскачивания во время движения применяются направляющие, устанавливаемые на всю высоту шахты лифта.

Направляющие обеспечивают возможность торможения и удержания кабины (противовеса) ловителями на направляющих при превышении скорости движения кабины более чем на 40% и удерживают кабину на направляющих до снятия ее с ловителей.

Пространство, в котором перемещается кабина и противовес, ограждается на полную высоту и называется шахтой.

На посадочных (погрузочных) площадках обслуживаемых этажей, шахта имеет автоматически запираемые двери оснащенных электрическими устройствами безопасности.

Помещение, в котором устанавливается подъемная лебедка и другое необходимое оборудование, называется машинным помещением. При нижнем расположении машинного помещения и в некоторых других случаях над шахтой устанавливаются отводные блоки в специальном блочном помещении.

Часть шахты, расположенная ниже уровня пола нижней посадочной площадки, образует приямок, в котором размещаются упоры или буферы, ограничивающие ход кабины (противовеса) вниз и останавливающие с допустимым ускорением замедления, выключатель приямка натяжное устройство ограничителя скорости и другое оборудование приямка.

Для предотвращения превышения скорости движения кабины (противовеса) лифт оборудуется автоматической системой включения ловителей от ограничителя скорости, срабатывающей при превышении скорости перемещения кабины лифта.

Ловители устанавливаются по боковым сторонам каркаса кабины (противовеса) и приводятся в действие канатом ограничителя скорости.

В приемке устанавливается натяжное устройство ограничителя скорости. Ограничитель скорости может устанавливаться в машинном, блочном помещении; на кабине и противовесе.

Срабатывание ограничителя скорости приводит к торможению каната ограничителя скорости и включению ловителей.

Станция управления работой лифта, приборы и аппараты находятся в машинном помещении.

Соединение электрического оборудования кабины со станцией управления обеспечивается посредством подвесного кабеля и жгутов проводов, смонтированных в шахте, машинном помещении и на кабине лифта.

Датчики замедления, шунты датчиков точной остановки и устройства контроля закрытия и запираания шахтных дверей также устанавливаются в шахте.

При наличии копир-аппарата основные элементы контроля положения кабины входят в состав его конструкции, а в шахте располагается бесконечная перфорированная лента его приводного шкива.

Схема типовой конструкции пассажирского лифта приведена на рис. 1.8. Приведенная выше типовая конструкция пассажирского лифта не является единственно возможным решением.

В зависимости от назначения, скорости передвижения кабины и типа привода конструктивные решения могут отличаться большим разнообразием.

Так, для скоростных лифтов характерно наличие без редукторного привода КВШ от тихоходного двигателя постоянного тока и применение гидравлических буферов вместо пружинных.

При больших скоростях в кабине применяется принудительная система вентиляции, создающая в салоне небольшое избыточное давление.

Отличительные особенности имеет конструкция ограничителя скорости и ловителей скоростного лифта. На конструкции лифта оказывает влияние и расположение машинного помещения.

При нижнем машинном помещении в верхней части шахты оборудуется дополнительное блочное помещение (рис. 11.3).

Больничные лифты оборудуются глубокими кабинами и приводом, обеспечивающим повышенную точность остановки и плавность хода кабины.

Характерным примером может служить разработанный финской фирмой КОНЕ выжимной пассажирский лифт MonoSpace без машинного помещения (рис. 1.9).

Такое необычное решение компоновки лифта стало возможным благодаря разработанной фирмой КОНЕ компактной безредукторной лебедки с дисковым, частотно регулируемым приводом переменного тока. Ее техническое обслуживание может производиться с крыши кабины.

Станция управления смонтирована в передней стенке ограждения шахты рядом с шахтной дверью. Предложенная фирмой КОНЕ конструкция лифта позволяет получить существенную экономию капитальных затрат за счет отсутствия машинного помещения, снижения трудоемкости производства, монтажа и технического обслуживания.

Характерной особенностью гидравлического лифта плунжерного типа является отсутствие специального машинного помещения. Для установки насосного гидроагрегата и станции управления достаточно небольшого закрываемого помещения. Для экономии энергии может применяться противовес.

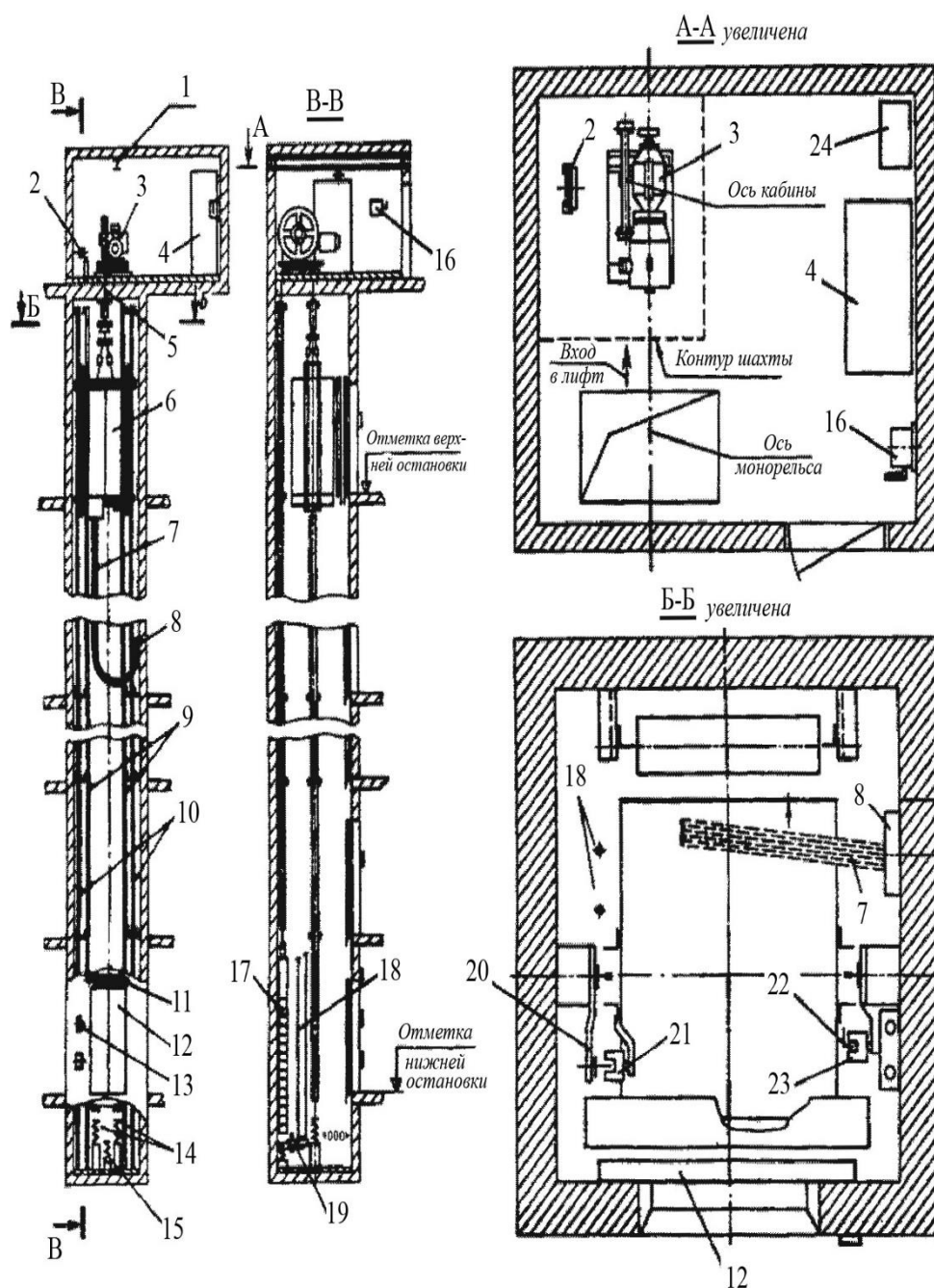


Рис. 1.8. Общий вид пассажирского лифта:

1 – монорельс; 2 – ограничитель скорости; 3 – лебедка; 4 – станция управления; 5 – тяговые канаты; 6 – кабина; 7 – подвесной кабель; 8 – клемная коробка; 9 – направляющие противовеса; 10 – направляющие кабины; 11 – индикатор положения кабины; 12 – дверь шахты; 13 – вызывной аппарат; 14 – пружинный буфер кабины; 15 – пружинный буфер противовеса; 16 – вводное устройство; 17 – противовес; 18 – канат ограничителя скорости; 19 – натяжное устройство каната ограничителя скорости; 20 – шунт датчика точной остановки; 21 – датчик точной остановки; 22 – шунт датчика замедления; 23 – датчик замедления кабины; 24 – понижающие трансформаторы

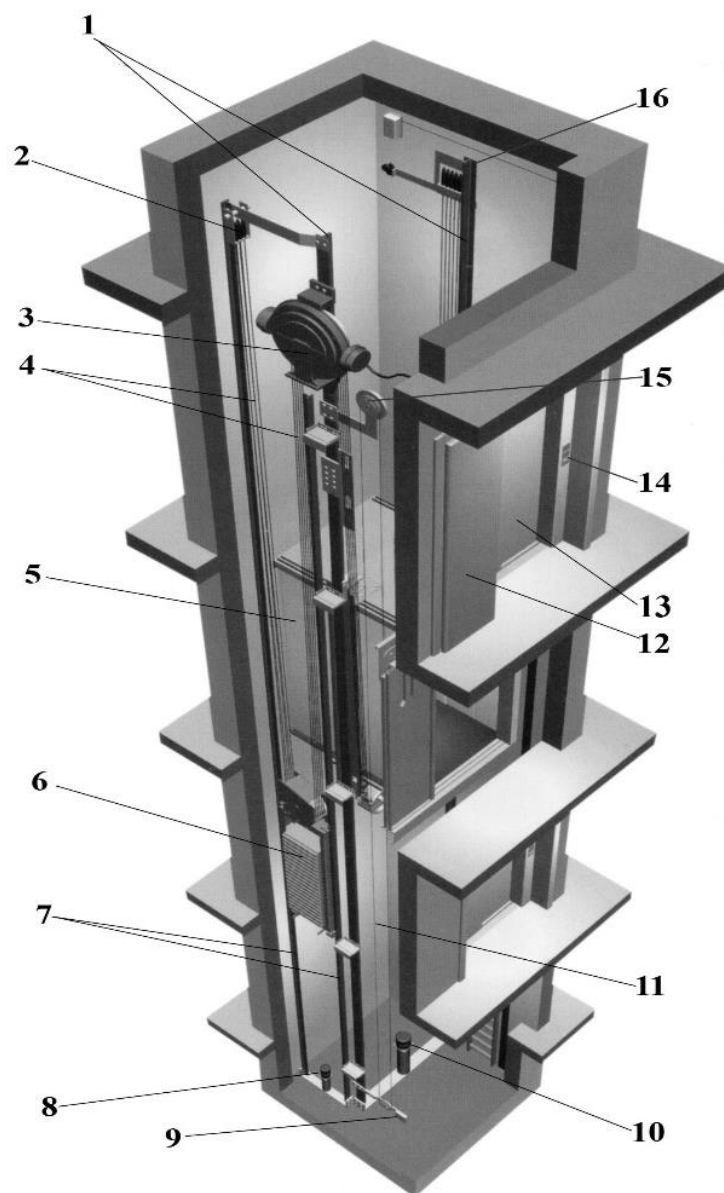


Рис. 1.9. Общий вид пассажирского лифта без машинного помещения:

1 – направляющие кабины; 2, 16 – подвеска неподвижной части тяговых канатов; 3 – безредукторная лебедка с дисковым асинхронным двигателем; 4 – тяговые канаты; 5 – кабина; 6 – противовес; 7 – направляющие противовеса; 8 – буфер противовеса; 9 – натяжное устройство каната ограничителя скорости; 10 – буфер кабины; 11 – канат ограничителя скорости; 12 – станция управления; 13 – дверь шахты; 14 – аппарат 14—кнопка вызова; 15 – ограничитель скорости

Однако необходимость в дополнительных отклоняющих блоках и передача нагрузки на конструкцию здания лишает гидравлический лифт одного из его преимуществ, связанных с отсутствием нагрузки на перекрытие шахты.

По этой причине подобная кинематическая схема не получила широкого распространения.

В последнее время некоторые фирмы стали применять гидравлические аккумуляторы и гидронасосы с частотно-регулируемым двигателем, которые также обеспечивают экономию энергии.

1.4 Основные требования к лифтовым шахтам в зданиях и сооружениях

Шахтой называется сооружение, в котором кабина и противовес перемещаются по направляющим.

Часть шахты, расположенная ниже уровня посадочной площадки первого этажа, называется прияшком.

Часть шахты от уровня посадочной площадки верхнего этажа до перекрытия называется верхним этажом.

Габаритная высота шахты, таким образом, определяется суммой высоты подъема, глубины прияшка и высотой верхнего этажа.

По конструкции шахты различаются на следующие виды: глухие, полуоткрытые и приставные.

По виду материала ограждения: кирпичные, бетонные, металлокаркасные.

Глухие шахты выполняются из стеновых строительных материалов типа кирпич, бетон и т.п. при размещении внутри здания. При наличии мощных межэтажных перекрытий стены шахты могут быть ненесущими, так как перекрытия могут служить надежной основой крепления направляющих.

Примером конструкции глухой шахты может служить общий вид установки пассажирского лифта отечественного производства (см. рис. 1.8).

Полуоткрытые шахты применяются в лифтах, которые устанавливаются в углублении наружной стены здания. В такой шахте стена, обращенная наружу, отсутствует. Сплошное ограждение делается с боковых сторон и со стороны шахтных дверей. Стены такой шахты имеют обычно монолитную конструкцию из железобетона.

Приставные шахты имеют металлокаркасную конструкцию со сплошным остеклением на всех этажах, кроме первого. Несущие конструкции каркаса кре-

пятся к стене здания с помощью закрепленных в стене кронштейнов. Такие конструкции применяются при реконструкции старых зданий малой этажности и применяются во вновь строящихся зданиях в нашей стране и за рубежом (рис. 1.10).



Рис. 1.10. Приставной лифт здания повышенной этажности

Металлокаркасные шахты подразделяются на несущие и ненесущие.

Несущие металлокаркасные шахты воспринимают все рабочие нагрузки лифтового оборудования.

Несущие шахты изготавливаются из металлических стоек с раскосами, образующими жесткую пространственную конструкцию, которая собирается на болтах с применением сварки и крепится к конструкции межэтажных перекрытий здания.

Ненесущие шахты не рассчитаны на восприятие рабочих нагрузок и являются лишь ограждающими конструкциями. Все нагрузки воспринимают несущие конструкции здания.

Шахта лифта

Шахта лифта должна быть отделена от примыкающих к ней площадок и лестниц, на которых могут находиться люди или оборудование:

а) стенами, полом и перекрытием или

б) расстоянием, достаточным для обеспечения безопасности.

Кабина, противовес лифта и уравнивающее устройство кабины должны находиться в одной шахте.

Полностью огражденная шахта

Шахта лифта, расположенная в той секции здания, где шахта должна способствовать защите этого здания от распространения огня, должна быть ограждена сплошными стенами, полом и перекрытием. В ограждении шахты лифта допускаются:

- а) проемы дверей шахты лифта на этажных площадках;
- б) проемы дверей для обслуживания оборудования и аварийных дверей, а также отверстия для смотровых люков;
- в) выпускные отверстия для удаления газов и дыма в случае пожара;
- г) вентиляционные отверстия;
- д) необходимые для работы лифта отверстия между шахтой лифта и оборудованием, расположенным вне шахты лифта;
- е) отверстия в перегородке между лифтами в шахте.

Частично огражденная шахта, шахта, имеющая частично не сплошное (сетчатое и т. д.) ограждение

Если шахта лифта не должна способствовать защите здания от распространения огня, то эта шахта может быть ограждена не полностью. Высота сплошного ограждения (см. Рис. 1.10) в местах, доступных для людей (этажные площадки, ступени лестниц, примыкающие к шахте балконы и т. д.), должна быть:

- 1) H_1 не менее 3500 мм со стороны двери шахты лифта на этажной площадке или до потолочного перекрытия;
- 2) H_2 не менее 2500 мм с других сторон, если расстояние до движущихся частей лифта L не превышает 500 мм.

Если расстояние до движущихся частей лифта A превышает 500 мм, то H можно последовательно уменьшать до высоты не менее 1100 мм на расстоянии 2000 мм (см. Рис. 10.2).

Расстояние B между ограждением и краем межэтажных перекрытий, ступеней и площадок должно быть не более 150 мм.

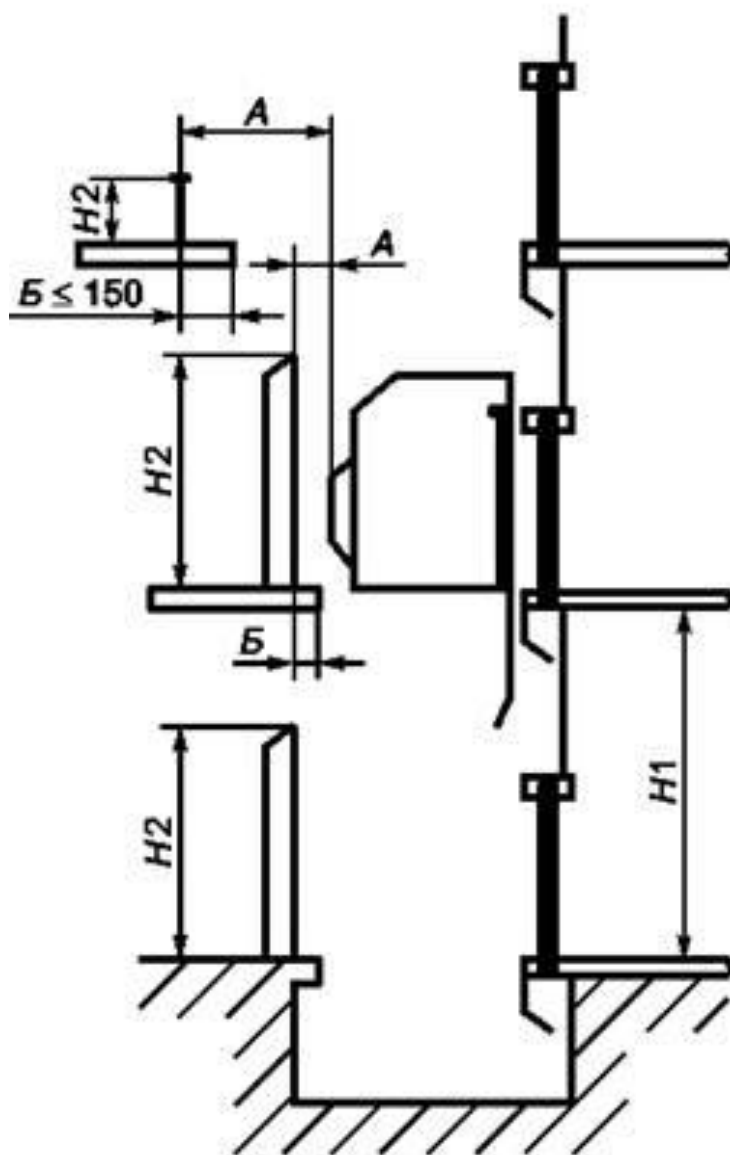


Рис. 1.11. Расстояние до движущихся элементов лифта:

A – расстояние до движущихся элементов лифта; B – расстояние между ограждением и краем межэтажных перекрытий, ступеней и площадок; $H1$ – высота ограждения со стороны этажной площадки; $H2$ – высота ограждения с остальных сторон

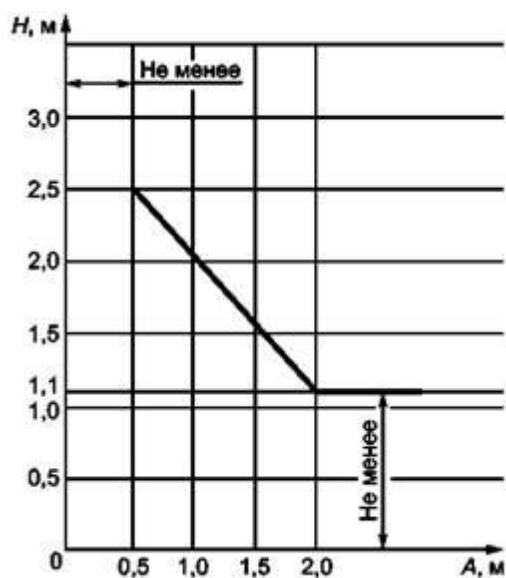


Рис. 1.12. Высота ограждения шахты в зависимости от расстояния от движущихся элементов лифта:

A – расстояние от движущихся элементов лифта; H – высота ограждения

Ограждение шахты

Шахта лифта должна иметь сплошное ограждение со всех сторон, иметь перекрытие и пол прямка.

В ограждении шахты должны предусматриваться дверные (погрузочные) проемы, а у тротуарного лифта, кроме того, в перекрытии шахты оборудуется люк для выхода кабины из шахты.

Допускается не делать ограждения со сторон, где отсутствуют площадки и лестницы, на которых могут находиться люди.

Со стороны дверного проема должно быть сплошное ограждение на всю высоту и ширину этажной площадки.

В качестве материала, для ограждения шахты, могут использоваться: кирпич; бетон; пустотелые стеклянные блоки, с толщиной стенки не менее 4 мм; стальная сетка из проволоки, толщиной не менее 1,2 мм; стальной лист, толщиной, не менее, 1 мм; перфорированный лист, толщиной не менее 1,5 мм; стекло, толщиной не менее 7,5 мм; или армированное стекло, толщиной, не менее, 6 мм.

При ограждении шахты сеткой или стеклом со стороны площадок, где находятся люди, должно быть ограждение из стального листа высотой не менее 1000 мм.

Сплошное ограждение шахты лифта должно выдерживать нагрузку, равную 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную под прямым углом в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация не допускается.

Стеклянные панели, применяемые для ограждения шахты в доступных для людей местах, должны быть выполнены из многослойного стекла и иметь высоту в соответствии с требованиями графика приведенным на рис. 10.2

Пол приямка под каждой из направляющих лифта, за исключением случая подвесных направляющих, должен быть рассчитан на нагрузку, создаваемую массой направляющих в сумме с усилием, возникающим при срабатывании ловителей.

Пол приямка под опорами буфера кабины должен быть рассчитан на статическую нагрузку, равномерно распределенную на все буфера, вычисляемую по формуле:

$$4q_n(K+Q), \text{ Н} \quad (1.3)$$

где K – масса кабины и конструктивных элементов, которые подвешиваются к кабине (часть подвесного кабеля, уравнивающих канатов и цепей и т. д.), кг; Q – номинальная грузоподъемность (масса), кг; q_n – ускорение свободного падения, равное 9,81 м/с².

Пол приямка под опорами буфера противовеса или в зоне под перемещающимся уравнивающим грузом должен быть рассчитан на статическую нагрузку, распределенную на все буфера, вычисляемую по формулам:

для противовеса: $4q_n(K + x \cdot Q), \text{ Н}$,

для уравнивающего устройства кабины: $4q_n \cdot x \cdot K, \text{ Н}$,

где x – коэффициент уравнивания номинальной грузоподъемности противовесом или коэффициент уравнивания массы кабины уравнивающим устройством кабины.

При наличии под приямком лифта пространства (помещения), доступного для людей, основание приямка должно быть рассчитано на восприятие нагрузки не менее 5000 Н/м^2 , и:

а) противовес или уравнивающее устройство кабины должны быть оборудованы ловителями или

б) под буфером противовеса или под зоной движения уравнивающего устройства должна быть установлена опора, которая доходит до монолитного основания и способна выдержать удар противовеса или уравнивающего устройства, падающего с наибольшей возможной высоты.

Места крепления подвесных направляющих должны быть рассчитаны на нагрузку, создаваемую массой направляющих в сумме с усилием, возникающим при срабатывании ловителей.

При расстоянии между порогами проемов дверей шахты лифта на смежных этажных площадках более 11000 мм и невозможности перехода пассажиров из кабины одного лифта в кабину соседнего лифта в шахте должны быть установлены аварийные двери так, чтобы расстояние по высоте между порогами проемов дверей не превышало 11000 мм.

Допускается не устанавливать аварийные двери в случаях, когда отсутствуют примыкающие к шахте лифта площадки (в зоне требуемой установки аварийных дверей), с которых можно эвакуировать людей, или запрещено транспортирование людей в кабине лифта.

Вентиляционные отверстия в местах, непосредственно доступных для людей, должны быть закрыты решеткой, через отверстия которой не должен проходить шарик диаметром 21 мм при приложении к нему перпендикулярно к решетке нагрузки 10 Н. Механическая прочность решетки должна выдерживать

нагрузку, равную 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную под прямым углом в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация не допускается.

Внутренняя поверхность шахты лифта ниже порога двери шахты на этажной площадке:

а) должна образовывать вертикальную, непосредственно соединенную с порогом двери шахты лифта сплошную гладкую поверхность, высота которой должна составлять не менее половины высоты зоны отпирания дверей плюс 50 мм, а ширина - не менее ширины в свету входного проема кабины плюс по 25 мм с каждой стороны;

б) не должна иметь выступов более 5 мм. Выступы, превышающие 2 мм, должны иметь скос под углом не менее 75° к горизонтали;

в) должна соединяться с перемычкой над проемом следующей двери или продолжаться вниз жестким гладким скосом под углом не менее 60° к горизонтальной плоскости, длина проекции этого скоса на горизонтальную плоскость должна быть не менее 20 мм.

В шахте может находиться несколько лифтов. В этом случае между движущимися частями различных лифтов должны быть установлены перегородки:

а) перегородка должна начинаться от пола приямка и заканчиваться не ниже чем 2500 мм над уровнем пола нижней этажной площадки.

Ширина перегородки должна препятствовать доступу из одного приямка в другой;

б) перегородку следует устанавливать на всю высоту шахты, если расстояние от края крыши кабины одного лифта до подвижных частей кабины, противовеса или уравнивающего устройства смежного лифта менее 500 мм.

Ширина перегородки, установленной на всю высоту шахты, должна быть не менее ширины подвижной части или тех ее элементов, которые должны быть ограждены, плюс 100 мм с каждой стороны;

в) при наличии в перегородках отверстий следует выполнять требования приведенным в таблице 10.1

Таблица 1.1

Требования к размерам отверстий в ограждении движущихся частей механизмов в зависимости от расстояния между ограждением и движущимися частями

Размер отверстия	Расстояние безопасности, мм		
	Форма отверстия		
	Прямоугольник (щель)	Квадрат	Круг
$e \leq 4$	≤ 2	≤ 2	≤ 2
$4 < e \leq 6$	≤ 10	≤ 5	≤ 5
$6 < e \leq 8$	≤ 20	≤ 15	≤ 15
$8 < e \leq 10$	≤ 80	≤ 25	≤ 20
$10 < e \leq 12$	≤ 100	≤ 80	≤ 80
$12 < e \leq 20$	≤ 120	≤ 120	≤ 120
$20 < e \leq 30$	$\leq 850^*$	≤ 120	≤ 120
$30 < e \leq 40$	≤ 850	≤ 200	≤ 200
$40 < e \leq 120$	≤ 850	≤ 850	≤ 850

* Если длина прямоугольника не более 65 мм, большой палец будет действовать как стопор и расстояние безопасности можно уменьшить до 200 мм.

Высота шахты лифта

Высота шахты лифта, оборудованного лебедкой с канатоведущим шкивом или барабаном трения, должна быть такой, чтобы при противовесе, находящемся на полностью сжатых буферах, обеспечивались:

а) возможность перемещения кабины по направляющим на расстояние не менее $(0,1 + 0,035v^2)$ м;

б) расстояние между нижней частью перекрытия шахты и частями направляющих башмаков или роликов, крепления канатов, перемычки или частей вертикально-раздвижных дверей - не менее $(0,1 + 0,035v^2)$ м.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, находящегося на крыше кабины, следует выполнять как минимум одно из следующих требований:

1) высота шахты должна быть такой, чтобы при противовесе, находящемся на полностью сжатых буферах:

- расстояние между уровнем предназначенной для размещения обслуживающего персонала площадки на крыше кабины и расположенной в проекции кабины нижней частью перекрытия шахты (включая балки и размещенные под перекрытием конструктивные элементы) - не менее $(1,0 + 0,035v^2)$ м,

- над кабиной оставалось свободное пространство, достаточное для размещения параллелепипеда размером не менее $500 \times 600 \times 800$ мм, лежащего на одной из своих граней. У лифтов с прямой подвеской тяговые канаты и их крепления могут находиться в этом пространстве при условии расположения канатов на расстоянии, не превышающем 150 мм от одной из вертикальных поверхностей параллелепипеда;

2) наличие механического устройства, обеспечивающего остановку кабины в верхней части шахты. После остановки кабины расстояние между уровнем предназначенной для размещения обслуживающего персонала площадки на крыше кабины и расположенной в проекции кабины нижней частью перекрытия шахты (включая балки и размещенные под перекрытием конструктивные элементы) должно быть не менее 1600 мм. Приведение в действие устройства следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при установке устройства.

При находящейся, на полностью сжатых буферах, кабины лифта, оборудованного лебедкой с канатоведущим шкивом или барабаном трения, должна обеспечиваться возможность перемещения противовеса по направляющим на расстояние не менее $(0,1 + 0,035v^2)$ м.

Для лифтов, оснащенных уравнивающими канатами с натяжным блоком, который оборудован устройством против подскока (тормозящим или запорным устройством), значение $0,035v^2$ при расчете зазоров допускается заменить на значение возможного перемещения блока (в зависимости от применяемой запасовки) плюс $1/500$ высоты подъема кабины, но не менее 200 мм, учитывая упругость канатов.

Высота направляющих лифта, оборудованного лебедкой с барабаном или звездочкой, должна обеспечивать возможность перемещения кабины от уровня верхнего этажа до верхнего буфера на расстояние не менее 500 мм.

При нахождении кабины лифта, оборудованного лебедкой с барабаном или звездочкой, на полностью сжатых верхних буферах должны обеспечиваться зазоры между нижней частью перекрытия шахты и установленными на крыше кабины деталями оборудования не менее 300 мм, между частями направляющих башмаков или роликов, креплений канатов, перемычки или частей вертикально-раздвижных дверей не менее - 100 мм.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, находящегося на крыше лифта, следует выполнять как минимум одно из следующих требований:

а) высота шахты должна быть такой, чтобы при кабине, находящейся на полностью сжатых верхних буферах, обеспечивались:

- зазор между уровнем предназначенной для размещения обслуживающего персонала площадки на крыше кабины и расположенной в проекции кабины нижней частью перекрытия шахты (включая балки и размещенные под перекрытием конструктивные элементы) - не менее $(1,0 + 0,035v^2)$ м,

- над кабиной оставалось свободное пространство, достаточное для размещения параллелепипеда размером не менее $500 \times 600 \times 800$ мм, лежащего на одной из своих граней. У лифтов с прямой подвеской тяговые канаты и их крепления могут находиться в этом пространстве при условии расположения канатов на расстоянии, не превышающем 150 мм от одной из вертикальных поверхностей параллелепипеда;

б) наличие механического устройства, обеспечивающего остановку кабины в верхней части шахты. После остановки кабины расстояние между уровнем предназначенной для размещения обслуживающего персонала площадки на крыше кабины и расположенной в проекции кабины нижней частью перекрытия шахты (включая балки и размещенные под перекрытием конструктивные элементы) должно быть не менее 1600 мм. Приведение в действие устройства следует контролировать электрическим устройством безопасности.

При нахождении кабины лифта, оборудованного лебедкой с барабаном или звездочкой, на полностью сжатых буферах высота направляющих уравнивающего устройства кабины должна обеспечивать возможность его дальнейшего перемещения не менее чем на 300 мм.

Под верхним перекрытием шахты допускается установка направляющих блоков, ограничителя скорости, элементов подвески канатов и т. д. при условии обеспечения возможности их технического обслуживания и выполнения требований:

- высота шахты лифта, оборудованного лебедкой с канатоведущим шкивом или барабаном трения, должна быть такой, чтобы при противовесе, находящемся на полностью сжатых буферах, обеспечивались:

а) возможность перемещения кабины по направляющим на расстояние не менее $(0,1 + 0,035v^2)$ м;

б) расстояние между нижней частью перекрытия шахты и частями направляющих башмаков или роликов, крепления канатов, перемычки или частей вертикально-раздвижных дверей - не менее $(0,1 + 0,035v^2)$ м.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, находящегося на крыше кабины, следует выполнять как минимум одно из следующих требований:

1) высота шахты должна быть такой, чтобы при противовесе, находящемся на полностью сжатых буферах:

- расстояние между уровнем предназначенной для размещения обслуживающего персонала площадки на крыше кабины и расположенной в проекции кабины нижней частью перекрытия шахты (включая балки и размещенные под перекрытием конструктивные элементы) - не менее $(1,0 + 0,035v^2)$ м,

- над кабиной оставалось свободное пространство, достаточное для размещения параллелепипеда размером не менее $500 \times 600 \times 800$ мм, лежащего на одной из своих граней. У лифтов с прямой подвеской тяговые канаты и их крепления могут находиться в этом пространстве при условии расположения канатов на расстоянии, не превышающем 150 мм от одной из вертикальных поверхностей параллелепипеда;

2) наличие механического устройства, обеспечивающего остановку кабины в верхней части шахты. После остановки кабины расстояние между уровнем предназначенной для размещения обслуживающего персонала площадки на крыше кабины и расположенной в проекции кабины нижней частью перекрытия шахты (включая балки и размещенные под перекрытием конструктивные элементы) должно быть не менее 1600 мм. Приведение в действие устройства следует контролировать электрическим устройством безопасности.

- при находящейся на полностью сжатых буферах кабине лифта, оборудованного лебедкой с канатомоведущим шкивом или барабаном трения, должна обеспечиваться возможность перемещения противовеса по направляющим на расстояние не менее $(0,1 + 0,035v^2)$ м.

Для лифтов, оснащенных уравнивающими канатами с натяжным блоком, который оборудован устройством против подскока (тормозящим или запорным устройством), значение $0,035v^2$ при расчете зазоров допускается заменить

на значение возможного перемещения блока (в зависимости от применяемой запасовки) плюс 1/500 высоты подъема кабины, но не менее 200 мм, учитывая упругость канатов.

Требования к прямку

В нижней части шахты лифта должен быть предусмотрен приямок. Приямок должен быть защищен строительными мероприятиями от попадания в него грунтовых и сточных вод.

Должен быть обеспечен безопасный доступ обслуживающего персонала в приямок. Приямок глубиной более 2500 мм оборудуется дверью, выдерживающей, в запертом положении, нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную к дверной панели под прямым углом в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация и изменение функционирования после снятия нагрузки не допускаются.

Приямок глубиной более 900 мм от порога дверного проема для входа в приямок оборудуют стационарным устройством (лестницей, скобами и т. д.), расположенным в пределах досягаемости из дверного проема.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, находящегося в прямке лифта, следует выполнять как минимум одно из следующих требований:

а) при нахождении кабины на полностью сжатых буферах:

- зазор от пола прямка до нижних частей кабины - не менее 500 мм,
- свободное пространство в прямке, достаточное для размещения прямоугольного параллелепипеда размером не менее 500 × 600 × 1000 мм, лежащего на одной из своих граней, для всех лифтов, кроме малого грузового;

б) наличие механического устройства, обеспечивающего остановку кабины в нижней части шахты. При этом после остановки кабины расстояние между выступающими элементами кабины и полом прямка должно быть не менее 2000

мм. Приведение в действие устройства следует контролировать электрическим устройством безопасности.

При нахождении кабины на полностью сжатых буферах зазор между полом приямка и башмаками, щитами под порогами кабины, элементами вертикально-раздвижных дверей кабины, деталями ловителей и каркаса кабины, расположенными в пределах 200 мм от направляющих, должен быть не менее 50 мм.

В шахте лифта должно быть установлено электрическое устройство безопасности, размыкающее цепь безопасности от ручного воздействия.

Расположение электрического устройства безопасности должно обеспечивать его доступность при открытии двери для входа в приямок и с пола приямка. В зависимости от глубины приямка следует устанавливать одно или два устройства:

а) если расстояние от пола приямка до порога двери для входа в него не более 1550 мм, то приямок должен быть оборудован одним электрическим устройством безопасности:

- расстояние от пола приямка до управляющего элемента электрического устройства безопасности должно быть не более 2000 мм,

- расстояние над уровнем порога двери для входа в приямок до управляющего элемента электрического устройства безопасности должно быть не менее 450 мм,

- горизонтальное расстояние от крайних точек порога в зоне проема двери до управляющего элемента электрического устройства безопасности должно быть не более 750 мм;

б) если расстояние от пола приямка до порога двери для входа в него более 1550 мм, то приямок должен быть оборудован двумя электрическими устройствами безопасности:

- расстояние над уровнем порога двери для входа в приямок до управляющего элемента верхнего электрического устройства безопасности должно быть не менее 1000 мм,

- горизонтальное расстояние от крайних точек порога в зоне проема двери до управляющего элемента верхнего электрического устройства безопасности должно быть не более 750 мм,

- расстояние от пола приямка до управляющего элемента нижнего электрического устройства безопасности должно быть не более 1200 мм.

В шахте лифта не допускается устанавливать оборудование и прокладывать коммуникации, не относящиеся к лифту, за исключением систем пожарной и охранной сигнализации, диспетчерского контроля и систем, предназначенных для отопления и вентиляции шахты. При этом любые устройства управления и регулировки отопительной аппаратуры должны размещаться вне шахты лифта. Не допускается использовать лифтовые коммуникации для других целей.

Шахта лифта должна быть оборудована стационарным электрическим освещением, обеспечивающим при проведении работ по техническому обслуживанию освещенность не менее 50 лк в 1 м над крышей кабины и полом приямка даже при всех закрытых дверях шахты.

Включение освещения шахты осуществляют из шахты и (или) машинного помещения. Установленный в шахте выключатель освещения должен быть доступен при открывании двери шахты, горизонтальное расстояние от крайних точек порога в зоне проема двери до управляющего элемента выключателя должно быть не более 750 мм.

В приямке лифта должна быть предусмотрена электрическая розетка. Напряжение питания электрической розетки, для подключения электрического инструмента, должно быть не более 254 В.

Требования к размещению оборудования

Оборудование лифта - лебедка, а также связанные с ней механические и электрические устройства и блоки должны быть недоступны непосредственно для пользователей и посторонних лиц. Оборудование лифта может размещаться в специальном помещении, защищенном от воздействия внешних факторов.

Доступ к помещениям

Площадка перед входом в помещение, в котором размещено оборудование лифта, должно быть обеспечено стационарным электрическим освещением. Освещенность должна быть не менее 50 лк на уровне пола.

Перед дверью, закрывающей проем для доступа в помещение для размещения оборудования, должна быть устроена горизонтальная площадка. Между линией открывания двери и краем площадки должно оставаться расстояние не менее 500 мм. Размеры площадки должны позволять распашной двери полностью открываться.

При разнице в уровнях между площадкой и подходом к площадке более 500 мм площадка должна быть оснащена перилами высотой не менее 900 мм.

При разнице в уровнях между площадкой и подходом к площадке более 350 мм следует применять стационарные лестницы, удовлетворяющие следующим условиям:

а) лестницу высотой более 1500 мм следует устанавливать под углом не более 60° к горизонтали;

б) ширина марша лестницы в свету должна быть не менее 350 мм, ширина ступенек - не менее 25 мм. В случае устройства вертикальной лестницы расстояние между ступенями и стеной, расположенной за лестницей, - не менее 150 мм. Ступени должны быть рассчитаны на нагрузку 1500Н;

в) лестницу высотой более 500 мм следует оснащать перилами высотой не менее 900 мм или поручнем;

г) высота лестницы должна быть не более 4000 мм.

В помещениях с размещенным оборудованием лифта установка оборудования и прокладывание коммуникаций, не относящихся к лифту, не допускаются.

Допускается размещение в этих помещениях следующего оборудования:

а) механизмов и приспособлений для обслуживания лифтов;

б) оборудования для вентиляции, кондиционирования или обогрева воздуха, за исключением парового отопления, этих помещений и шахты лифта;

- в) охранной и пожарной сигнализаций этих помещений и шахты лифта;
- г) оборудования пожаротушения этих помещений и шахты лифта.

В помещениях могут быть установлены устройства для подвески грузоподъемных средств. Место установки и грузоподъемность этих устройств определяет изготовитель лифта. На этом устройстве или рядом с ним должна быть указана его грузоподъемность или допустимая нагрузка.

Допускается применение иных грузоподъемных средств, обеспечивающих безопасность проведения ремонтных работ.

Машинное и блочное помещения

Машинным помещением называется часть здания, оборудованная электрическим освещением, системой вентиляции и отопления, предназначенная для размещения лебедки, станции управления, ограничителя скорости, трансформаторов, электрических преобразователей и другого необходимого оборудования (см. рис. 1.8).

Блочным помещением называется специальное помещение, предназначенное для размещения отклоняющих блоков и их технического обслуживания.

Машинное помещение может располагаться в верхней или нижней части шахты лифта.

Установка лифта с нижнем машинным помещением приведена ниже на рис. 1.13.

Машинное и блочное помещения должны иметь сплошное ограждение со всех сторон и на всю высоту, перекрытие и пол.

В ограждении машинного и блочного помещений допускаются:

- а) проемы дверей и люков для доступа персонала;
- б) оконные проемы;
- в) вентиляционные отверстия;
- г) отверстия, необходимые для работы лифта.

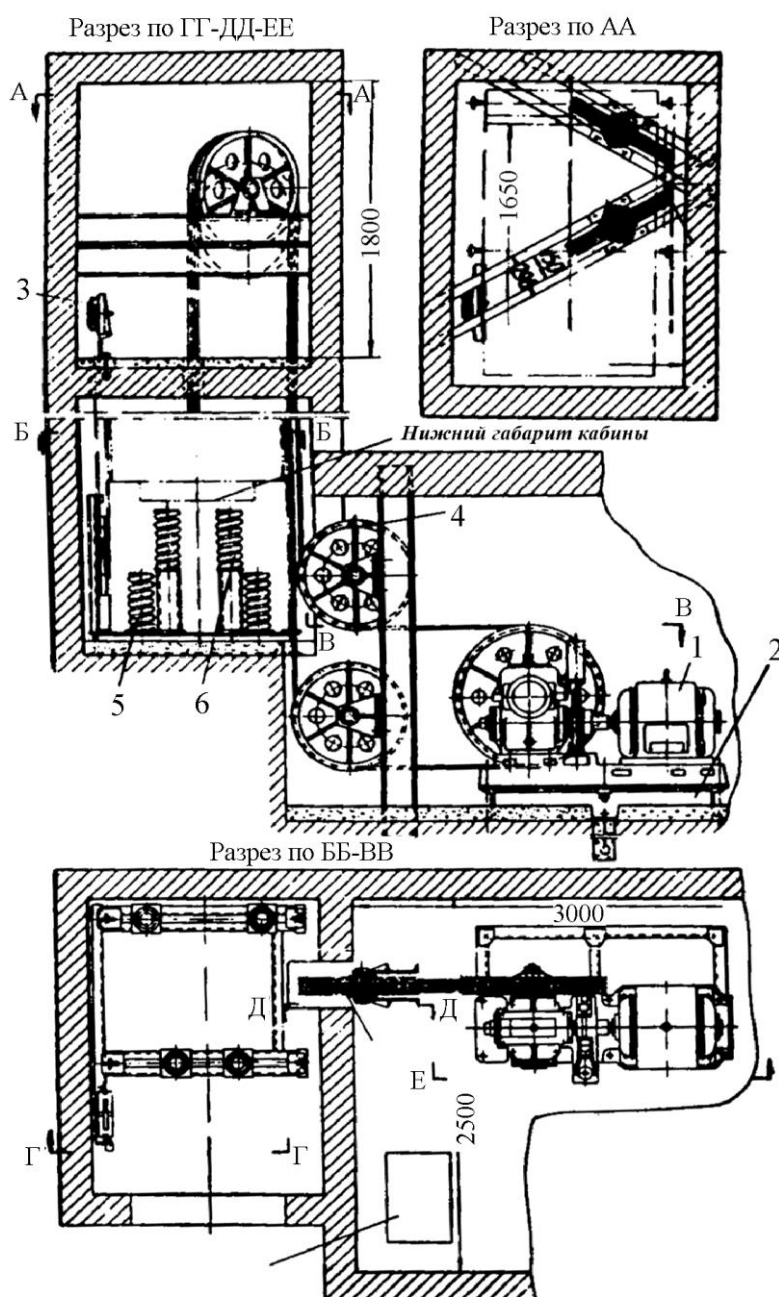


Рис. 1.13. Установка оборудования пассажирского лифта с нижним машинным помещением:

1 – лебедка; 2 – подрамник; 3 – ограничитель скорости; 4 – блок канатный; 5, 6 – пружинный буфер противовеса и кабины; 7 – станция управления

Ограждение машинного и блочного помещений должно выдерживать нагрузку, равную 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную под прямым углом в любой ее

точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация не допускается.

Пол машинного и блочного помещений должен иметь нескользкое и не образующее пыли покрытие.

Двери для доступа в машинное и блочное помещения вместе с замками должны выдерживать в запертом положении нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную к дверной панели под прямым углом в любой ее точке и с любой стороны с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация не допускается.

Дверь для доступа в машинное помещение должна быть сплошной и не должна открываться вовнутрь. Дверной проем должен иметь размеры в свету:

- ширина - не менее 800 мм;
- высота - не менее 1800 мм.

Вход в машинное помещение через люк не допускается.

Дверь для доступа в блочное помещение должна быть сплошной и не должна открываться вовнутрь. Дверной проем должен иметь размеры в свету:

- ширина - не менее 600 мм;
- высота - не менее 1400 мм.

Допускается вход в блочное помещение из машинного помещения через люк.

Люк для доступа людей в блочное помещение должен иметь размер в свету не менее 800 × 800 мм. Крышка люка должна быть сплошной. Усилие открывания крышки люка - не более 150 Н.

В закрытом положении крышка люка должна выдерживать без остаточной деформации нагрузку 2000 Н, приложенную на площади 200 × 400 мм в любом месте крышки люка.

Крышка люка не должна открываться вниз, за исключением случая, когда она связана с выдвижной лестницей.

Сплошная крышка люка для подачи материалов и оборудования в машинное или блочное помещение не должна открываться вниз. Усилие, требуемое для открывания крышки люка, не должно превышать 150 Н.

Крышки люка должна выдерживать без остаточной деформации нагрузку 2000 Н, приложенную на площади 200×400 мм в любом месте крышки люка.

Двери и крышки люков для доступа в машинное и блочное помещения должны быть оборудованы замками, отпираемыми снаружи ключом, а изнутри помещения - без ключа.

Крышку люка для доступа в блочное помещение из машинного помещения допускается не оборудовать замком.

Крышки люков, используемых только для подачи материалов, допускается запирать только изнутри.

Размеры машинного и блочного помещений:

а) высота в свету зон обслуживания оборудования в машинном помещении должна быть не менее 2000 мм, высота в свету прохода к зонам обслуживания должна быть не менее 1800 мм. Высоту в свету измеряют от пола прохода или зоны обслуживания до элементов перекрытия.

Над вращающимися частями лебедки должно быть свободное пространство высотой не менее 300 мм.

При нахождении лебедки в машинном помещении в шахте лифта допускается расположение канатоведущего шкива при условии возможности его проверки, испытаний и обслуживания из машинного помещения;

б) высота в свету блочного помещения, измеренная от пола до элементов перекрытия, должна быть не менее 1500 мм.

Над блоками должно быть свободное пространство высотой не менее 300 мм;

в) перед расположенными в машинном помещении устройствами управления должна быть предусмотрена зона обслуживания (свободная площадка) с размерами:

- глубина, измеренная от наружной поверхности шкафов или панелей, не менее 750 мм,

- ширина равна полной ширине шкафа или панели, но не менее 500 мм;

г) в машинном помещении для обслуживания подвижных частей механического оборудования и ручного перемещения кабины должна быть предусмотрена, по крайней мере с одной из сторон, зона обслуживания (свободная площадка) размером не менее 500 × 600 мм;

д) ширина проходов к зонам обслуживания должна быть не менее 500 мм. При отсутствии движущихся частей это расстояние допускается уменьшить до 400 мм.

е) при размещении в блочном помещении устройств управления эти помещения должны иметь:

- высоту в свету зон обслуживания оборудования не менее 2000 мм, высота в свету прохода к зонам обслуживания должна быть не менее 1800 мм. Высоту в свету измеряют от пола прохода или зоны обслуживания до элементов перекрытия;

- перед устройствами управления должна быть предусмотрена зона обслуживания (свободная площадка) с размерами:

- глубина, измеренная от наружной поверхности шкафов или панелей, не менее 750 мм,

- ширина равна полной ширине шкафа или панели, но не менее 500 мм;

- ширина проходов к зонам обслуживания должна быть не менее 500 мм.

При отсутствии движущихся частей это расстояние допускается уменьшить до 400 мм;

В машинном или блочном помещении, пол которого имеет несколько уровней, для перехода с одного уровня на другой должны быть устроены стационарная лестница (ступени) под углом к горизонтали не более 60° или пандус с углом наклона не более 20° при разнице уровней более 350 мм.

При разнице уровней пола машинного или блочного помещения более 500 мм лестница (ступени), пандус, предназначенные для перехода на верхнюю площадку, должны быть оборудованы перилами высотой не менее 900 мм. Верхняя площадка оборудуется такими перилами в зоне перепада уровней.

Вокруг отверстий над шахтой лифта должны быть устроены бортики, выступающие не менее чем на 50 мм над уровнем плиты перекрытия или пола. Минимальное расстояние от края отверстия до проходящих через него подвижных элементов должно быть не менее 10 мм.

Машинное помещение должно быть обеспечено стационарным электрическим освещением. Освещенность должна быть не менее 50 лк на уровне пола. Выключатель освещения устанавливают в машинном помещении на расстоянии не более 750 мм от входа в машинное помещение и на высоте не более 1600 мм от уровня пола.

В машинном помещении должна быть установлена розетка с напряжением питания не более 24 В.

Блочное помещение должно быть обеспечено стационарной осветительной аппаратурой. Освещенность должна быть не менее 100 лк. Выключатель освещения блочного помещения устанавливают в блочном помещении на расстоянии не более 750 мм от входа и на высоте не более 1600 мм от уровня пола.

В блочном помещении должна быть установлена розетка с напряжением питания не более 24 В.

При нахождении в блочном помещении устройств управления лифтом, выключатель освещения блочного помещения устанавливают в блочном помещении на расстоянии не более 750 мм от входа и на высоте не более 1600 мм от уровня пола.

В блочном помещении рядом с входом (входами) на расстоянии не более 750 мм от входа и на высоте не более 1600 мм от уровня пола должно находиться электрическое устройство безопасности, которое должно быть несамовозвратным и размыкать цепь безопасности от ручного воздействия.

Использование машинного или блочного помещения для прохода через них на крышу или другие помещения здания (сооружения), не относящиеся к лифту, не допускается.

Размещение оборудования лифтов без машинного помещения

Элементы шахты, на которых размещено оборудование, должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации и испытаний лифта.

Высота в свету зон обслуживания оборудования в шахте должна быть не менее 2000 мм, высота в свету прохода к зонам обслуживания оборудования должна быть не менее 1800 мм.

Высоту в свету измеряют от выступающих конструкций в шахте до пола прохода или пола зоны обслуживания.

Над вращающимися частями привода должно быть свободное пространство высотой не менее 300 мм. Это требование не распространяется на привод, расположенный под перекрытием шахты.

Для обслуживания устройств управления, расположенных в шахте, перед ними должна быть предусмотрена зона обслуживания (свободная площадка) с размерами:

- а) глубина от наружной поверхности шкафов или панелей не менее 750 мм;
- б) ширина равна полной ширине шкафа или панели, но не менее 500 мм.

Для обслуживания подвижных частей механического оборудования, расположенного в шахте, должна быть предусмотрена зона обслуживания (свободная площадка) размером не менее 500 × 600 мм.

Управление устройствами для проведения эвакуации пассажиров из кабины, а также проведения динамических испытаний в соответствии с требованиями следует осуществлять снаружи шахты. Эти устройства должны быть защищены от несанкционированного доступа.

Перемещение кабины (противовеса) при подготовке к эвакуации допускается производить из шахты.

Обслуживание и проверки оборудования (лебедки, связанные с ней механические и электрические устройства и блоки), размещенного в шахте, допускается проводить с крыши неподвижной кабины. При этом если, как результат технического обслуживания или проверки, возможно опасное для людей неконтролируемое передвижение кабины, то:

а) при проведении работ любое опасное передвижение кабины следует блокировать механическим устройством. Допускается с этой целью блокировать кабину с помощью ловителей;

б) приведение в действие устройства для блокировки кабины следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при приведении в действие устройства;

в) должна быть предусмотрена возможность обслуживающему персоналу самостоятельно покинуть зону обслуживания при заблокированной кабине.

Работы в приямок по техническому обслуживанию и проверке оборудования (лебедки, связанные с ней механические и электрические устройства и блоки), требующие передвижения кабины или которые могут привести к неконтролируемому передвижению кабины, допускается выполнять при соблюдении следующих условий:

а) должно быть предусмотрено устройство для остановки кабины. После остановки кабины расстояние между выступающими элементами кабины и полом приямка должно быть не менее 2000 мм;

б) приведение в действие устройства для остановки кабины контролируют электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при приведении в действие устройства.

При невозможности обслуживания оборудования, размещенного в шахте, с крыши кабины или из приямка шахты, следует применять стационарную площадку в шахте лифта.

Площадка должна выдерживать без остаточной деформации нагрузку 2000 Н на площади 200 × 400 мм в любом месте.

Площадка должна иметь ограждение, состоящее из поручня с обшивкой по низу высотой 0,1 м и поперечины, расположенной на половине высоты ограждения. Ограждение должно выдерживать горизонтальную нагрузку 300 Н, приложенную к поручню. Высота ограждения должна составлять не менее:

- а) 700 мм - при зазоре не более 850 мм;
- б) 900 мм - при зазоре более 850 мм.

Допускается использовать складные ограждения, положение которых должно контролироваться электрическим устройством, размыкающим цепь безопасности при установке ограждения.

Положение площадки в исходном (нерабочем) состоянии следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при выводе ее из исходного(нерабочего) состояния.

Площадка должна быть оборудована устройством для перевода ее в рабочее положение. Приведение в действие этого устройства следует осуществлять снаружи шахты.

Освещение зон размещения оборудования должно быть стационарным и обеспечивать освещенность не менее 200 лк. Внутри шахты в зоне обслуживания устанавливают выключатель освещения и розетку с напряжением питания не более 24 В.

Оборудование лифта (лебедка, связанные с ней механические и электрические устройства и блоки), расположенное снаружи шахты, должно быть размещено в шкафу, оборудованном дверью (дверями). Дверь не должна открываться внутрь шкафа и должна иметь отпираемый ключом замок. Запирание двери допускается выполнять без ключа.

Для обслуживания оборудования перед шкафом должна быть предусмотрена зона обслуживания, с размерами:

- а) глубина от наружной поверхности шкафов или панелей не менее 750 мм;
- б) ширина равна полной ширине шкафа или панели, но не менее 500 мм.

Освещение шкафа должно быть стационарным и обеспечивать освещенность оборудования не менее 200 лк на уровне зон их размещения, выключатель освещения должен быть установлен внутри шкафа.

Устройства управления для проведения эвакуации пассажиров из кабины, а также проведения динамических испытаний следует устанавливать снаружи шахты. Эти устройства должны быть защищены от несанкционированного доступа и обеспечивать:

- а) режим «управление из машинного помещения»;
- б) информацию о достижении зоны отпирания дверей;
- в) возможность наблюдения за работой привода или информацию о направлении движения кабины.

Освещение устройств управления должно быть стационарным и обеспечивать освещенность оборудования не менее 200 лк на уровне зон их размещения. Перед устройствами управления должна быть свободная площадка размером не менее 500 × 600 мм и высотой в свету не менее 2000 мм.

Для выполнения работ по эвакуации пассажиров должна быть предусмотрена двухсторонняя связь между пассажиром в кабине и обслуживающим персоналом, находящимся около устройства управления.

Определение размеров и нагрузки шахт, блочных и машинных помещений

При определении размеров шахт, блочных и машинных помещений следует руководствоваться рекомендациями ТР ТС 011/2011 о безопасности, соображениями компоновки и размещения оборудования лифта с учетом архитектурно-планировочных решений конкретной конструкции здания и сооружения.

При установке лифтов в здания типовых проектов полезным пособием может служить «Альбом заданий на проектирование строительной части лифтовых установок (стандартных конструкций лифтов)», составляемых заводами, изготавливающими конкретный лифт.

Альбом содержит габаритные размеры шахт и машинных помещений с указанием мест крепления шахтных дверей.

Строительная часть лифтовых установок, использующая несущие элементы конструкции здания или специальные металлоконструкции, должна проверяться на прочность с учетом нагрузок от работы лифтового оборудования.

Вертикальная нагрузка на перекрытие и конструкцию здания при верхнем машинном помещении и прямой подвеске кабины составляет величину

$$P_{ш} = [(Q + Q_k + Q_n) \cdot K_d + (Q_l + Q_b)] \cdot g \cdot 10^{-3}, \text{ кН}, \quad (1.4)$$

где $K_d = 1,5$ — рекомендуемое значение коэффициента динамичности; Q_l — масса лебедки, кг; Q_b — масса подлебедочных балок (при их наличии), кг.

При нижнем машинном помещении нагрузка составит

$$P_{ш} = [(Q + Q_k + Q_n) \cdot 2 \cdot K_d + Q_b] \cdot g \cdot 10^{-3}, \text{ кН}. \quad (1.5)$$

Перекрытие шахты (пол машинного помещения) должен выдерживать равномерно распределенную нагрузку массой 500 кг/м^2 для лифтов грузоподъемностью до 1000 кг включительно и 800 кг/м^2 для лифтов большей грузоподъемности.

Нагрузка на стены блочного помещения определяется схемой запасовки канатов и расчетной нагрузкой их натяжения.

Фундамент шахты должен выдерживать нагрузку от силы тяжести шахты, от динамической нагрузки при посадке кабины (противовеса) на буфер и направляющие, включая часть силы тяжести направляющих при их опирании в пол приямка.

Нагрузка от направляющей при посадке кабины (противовеса) на ловители существенно больше, чем при посадке на буфер, и составляет величину

$$P_n = 0,5 \cdot K_n \cdot (Q + Q_k) \cdot \left(1 + \frac{a_n}{g}\right) \cdot g \cdot 10^{-3} + K_m \cdot m_n \cdot g \cdot 10^{-3} \quad (1.6)$$

где $K_n = 1,25$ — коэффициент неравномерности нагрузки ловителей; m_n — масса направляющей, кг.; K_m — коэффициент, учитывающий долю силы тяжести массы направляющей, которая приходится на опору в приямке (принимается с учетом действия сил трения между прижимными планками и направляющей).

2 ОСНОВЫ ТЕОРИИ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ВЕРТИКАЛЬНОГО ТРАНСПОРТА

2.1 Основы проектирования вертикального транспорта зданий и сооружений

Расчет вертикального транспорта зданий и сооружений производится с целью определения параметров и необходимого количества лифтов, гарантирующих требуемый уровень качества лифтового обслуживания.

Расчет вертикального транспорта выполняется без учета чрезвычайных ситуаций, связанных с пожарами, землетрясениями и другими стихийными бедствиями.

Качество лифтового обслуживания оценивается по пятибалльной системе в зависимости от величины интервала подхода кабин к этажной площадке.

Проектный вариант системы вертикального транспорта окончательно выбирается на основе комплексного анализа альтернативных решений по технико-экономическим критериям.

Необходимость решения транспортной задачи в высотных зданиях оказывает существенное влияние на архитектурные формы и планировку помещений.

Ниже приводится упрощенная методика расчета, не претендующая на исчерпывающий учет многочисленных факторов.

Расчет производится при следующих исходных данных: высота подъема лифта, число обслуживаемых этажей и заселенность, показатель расчетной интенсивности пассажиропотока; требования к уровню транспортной комфортности; ГОСТы и Нормативно-техническая документация.

Расчет вертикального транспорта использует следующие дополнительные понятия и определения:

- круговой рейс - путь кабины лифта от основной посадочной площадки до возвращения на тот же этаж;

- время кругового рейса - время, затрачиваемое кабиной на совершение кругового рейса с учетом затрат времени, связанных с пуском лифта, остановками, открыванием и закрыванием дверей, входом и выходом пассажиров.
- интервал - промежуток времени между последовательными подходами кабины лифта к этажной площадке при движении в требуемом направлении;
- число возможных остановок - число этажных площадок, на которых лифт может остановиться;
- число вероятных остановок - математическое ожидание случайной величины числа остановок по приказам и вызовам пассажиров;
- вероятная высота подъема - математическое ожидание случайной величины высоты подъема по приказам и вызовам пассажиров.

2.1 РАСЧЕТ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ И НЕОБХОДИМОГО ЧИСЛА ЛИФТОВ

Загрузка лифтового оборудования зданий и сооружений изменяется во времени по случайному закону.

В зависимости от типа и назначения здания загрузка в течении дня может иметь характерные всплески интенсивности.

В зданиях административного назначения и учебных заведениях график работы и расписание учебных занятий предопределяет характерные всплески интенсивности пассажиропотоков в начале и конце рабочего дня (рис. 2.1).

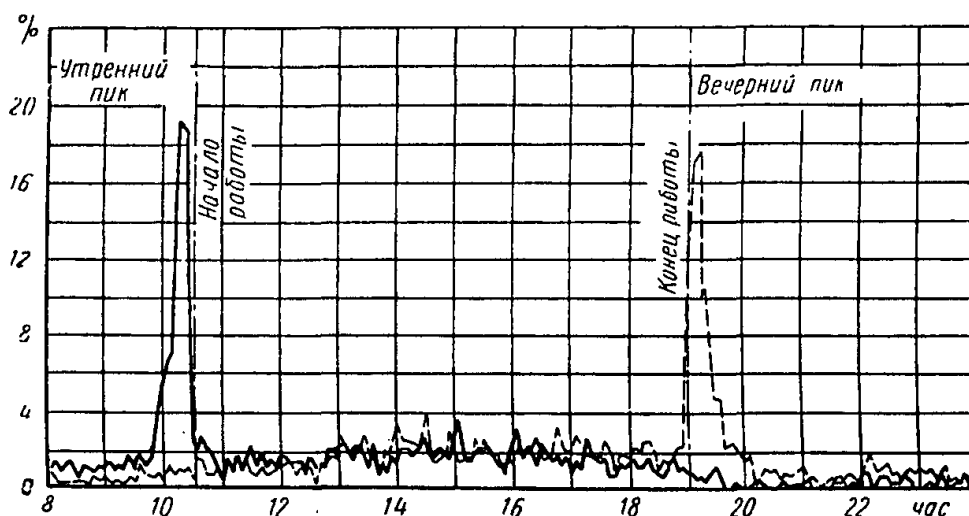


Рис. 2.1. Графики изменения пассажиропотоков в административном здании

В жилых домах массовой застройки утренние и вечерние всплески интенсивности пассажиропотоков менее четко выражены.

Величину пассажиропотока принято определять числом пассажиров, следующих в одном направлении в расчетную единицу времени.

Для сравнения интенсивности пассажиропотоков в зданиях различного назначения служит показатель интенсивности 5 минутного потока, выражаемый в % от общего количества людей, пользующегося лифтом.

Принимаются следующие усредненные показатели интенсивности 5 минутного пассажиропотока: жилые дома массовой застройки - 3-6%; гостиницы - 7-15%; административные здания - 14-20%; здания и сооружения общественного назначения - 15-20%; учебные заведения - 20-35%.

Расчет вертикального транспорта в жилых, административных зданиях и гостиницах производится для условия двустороннего пассажиропотока с учетом характера размещения лифтового оборудования и наличия экспрессных зон (часть высоты здания, где кабина движется без остановок) лифтового обслуживания.

Рассмотрим методику расчета вертикального транспорта на примере жилого здания средней этажности при двустороннем пассажиропотоке.

- Величина расчетного пятиминутного пассажиропотока при неравномерной заселенности этажей

$$A_5 = \sum_{i=1}^n a_i \cdot \frac{I}{100}, \quad (2.1)$$

где a_i - заселенность i -ого этажа здания; I - расчетная интенсивность пятиминутного пассажиропотока, % ; n - число этажей обслуживаемых лифтом.

Заселенность первого этажа в расчет не принимается.

- Расчетный часовой пассажиропоток

$$A_p = 12 \cdot K \cdot A_5, \quad (2.2)$$

где K – коэффициент, учитывающий нерегулярность пассажиропотока, связанную с заболеванием людей и отпусками (принимается 0,8-0,9).

- Расчетный приведенный часовой пассажиропоток при движении кабины:

$$\text{на подъем } A_n = 0,66A_p, \text{ чел./час; на спуск } A_c = 0,34 A_p, \text{ чел./час.} \quad (2.3)$$

• По исходным данным определяется категория качества лифтового обслуживания (пятибалльная системе оценки) и соответствующее ей значение величины интервала t_n . Она принимается по специальным таблицам в диапазоне от 25 до 90 с в зависимости от степени престижности здания и оценки качества лифтового обслуживания.

- Определяется расчетная скорость кабины лифта в зависимости от высоты подъема

$$V = \frac{H}{20 \div 30} \quad (2.4)$$

Полученное значение скорости округлить до ближайшего, рекомендуемого ГОСТ для соответствующего типа лифта.

- Расчетная вместимость кабины определяется в зависимости от принятого интервала с учетом интенсивности приведенного потока на подъем и спуск

$$\begin{aligned} \text{на подъем } E_n &= \frac{A_n \cdot t_n}{3600}, \text{ чел.;} \\ \text{на спуск - } E_c &= \frac{A_c \cdot t_n}{3600}, \text{ чел.} \end{aligned} \quad (2.5)$$

По каталогу изготовителя лифтов и большей величине расчетной вместимости выбирается фактическое значение вместимости кабины E .

- Время кругового рейса кабины

$$T = \frac{2 \cdot H_v + h \cdot (N_n + N_c + 1)}{V} + K_t \cdot [t_0 \cdot (N_n + N_c + 1) + t_n], \text{ с} \quad (2.6)$$

где H_v , м - вероятная высота подъема кабины лифта; h , м - путь движения кабины с неустановившейся скоростью при разгоне и замедлении; N_n , N_c - число вероятных остановок кабины при подъеме и спуске; V , м/с - расчетная скорость установившегося движения кабины; K_t - коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени; t_0 , сек - затраты времени на ускорение, замедление и пуск

лифта, на открытие и закрывание дверей кабины; t_{Π} , сек - затраты времени на вход и выход пассажиров.

Расчет входящих в формулу 2.6 величин производится следующим образом.

Величина вероятной высоты подъема

$$H_B = (0,7 \div 0,9) \cdot H \quad (2.7)$$

где большее значение соответствует случаю равномерного заселения этажей.

Величина пути разгона, замедления кабины и технических затрат времени зависит от грузоподъемности и скорости движения кабины: для пассажирского лифта грузоподъемностью 320- 1000 кГ при скорости от 0,71 до 1 м/с $h = 1,5 \dots 2,0$ м; $t_0 = 10 \dots 12$ с; для пассажирских лифтов со скоростью 1,4 м/с и 2 м/с $h = 3 \dots 3,5$ м; $t_0 = 12 \dots 14$ сек; при скорости 4 м/с $h = 9 \dots 10$ м; $t_0 = 14 \dots 16$ с.

Время входа и выхода пассажиров при движении вверх и вниз:

$$t_{\Pi} = 2 \cdot E \cdot t_1 \cdot (\gamma_{\Pi} + \gamma_c), \text{с} - \quad (2.8)$$

где $\gamma_n = 0,66 \dots 0,8$ коэффициент заполнения кабины при движении на подъем; $\gamma_c = 0,34 \dots 0,5$ коэффициент заполнения при спуске кабины; $t_1 = 0,8 \dots 2$ с время входа и выхода одного пассажира, зависящее от ширины дверного проема (меньшие значения соответствуют ширине проема 1000 и более мм, а большие - соответствуют ширине дверного проема меньше 1000 мм).

Коэффициент, учитывающий дополнительные затраты времени при работе лифта определяется в зависимости от назначения здания: $K, = 1,05 + 1,10$ для жилых зданий; $K, = 1,10 + 1,15$ для гостиниц.

Число вероятных остановок при подъеме и спуске кабины

$$N_{\Pi} = N - N \cdot \left(\frac{N-1}{N} \right)^{\gamma_{\Pi} \cdot E} \quad (2.9)$$

$$N_c = N - N \cdot \left(\frac{N-1}{N} \right)^{\gamma_c \cdot E} \quad (2.10)$$

где N - число возможных остановок кабины на этажных площадках; γ_n, γ_c - величина коэффициента заполнения кабины при подъеме и спуске.

Производительность лифта при двустороннем пассажиропотоке

$$P = \frac{3600 \cdot E \cdot (\gamma_n + \gamma_c)}{T}, \text{ пас/час} \quad (2.11)$$

- Необходимое число лифтов

$$n = \frac{T}{t_n} \quad (2.12)$$

- Коэффициент использования производительности лифтов

$$K_p = \frac{A_p}{P \cdot n} \quad (2.13)$$

Рекомендуемые значения этого коэффициента составляют: $K_p = 0,8 \dots 1,0$.

Размещение лифтов в зданиях и сооружениях

Производительность лифтового оборудования зданий и сооружений определяется не только параметрами технической характеристики. Многое зависит от характера расположения лифтов в плане здания и системы управления их работой.

Лифты должны располагаться в здании с учетом потребностей людей и технологии его использования.

Расположение лифтов на производственных предприятиях должно соответствовать принятой схеме технологического процесса.

В торговых залах крупных супермаркетов лифты следует размещать так, чтобы посетители могли осмотреть торговые залы нижнего уровня на пути к лифтовому холлу.

В зданиях с большими пассажиропотоками и повышенной этажности предпочтительно центральное расположение группы лифтов.

На рис.2.2, приведены варианты схем размещения лифтов в плане здания, рекомендованные Финской фирмой КОНЕ для зданий различного назначения.

Групповое размещение лифтов позволяет повысить качество лифтового обслуживания при существенной экономии капитальных затрат за счет использования общего машинного помещения. При этом значительно снижаются затраты на проведение ремонтно-восстановительных работ и техническое обслуживание.

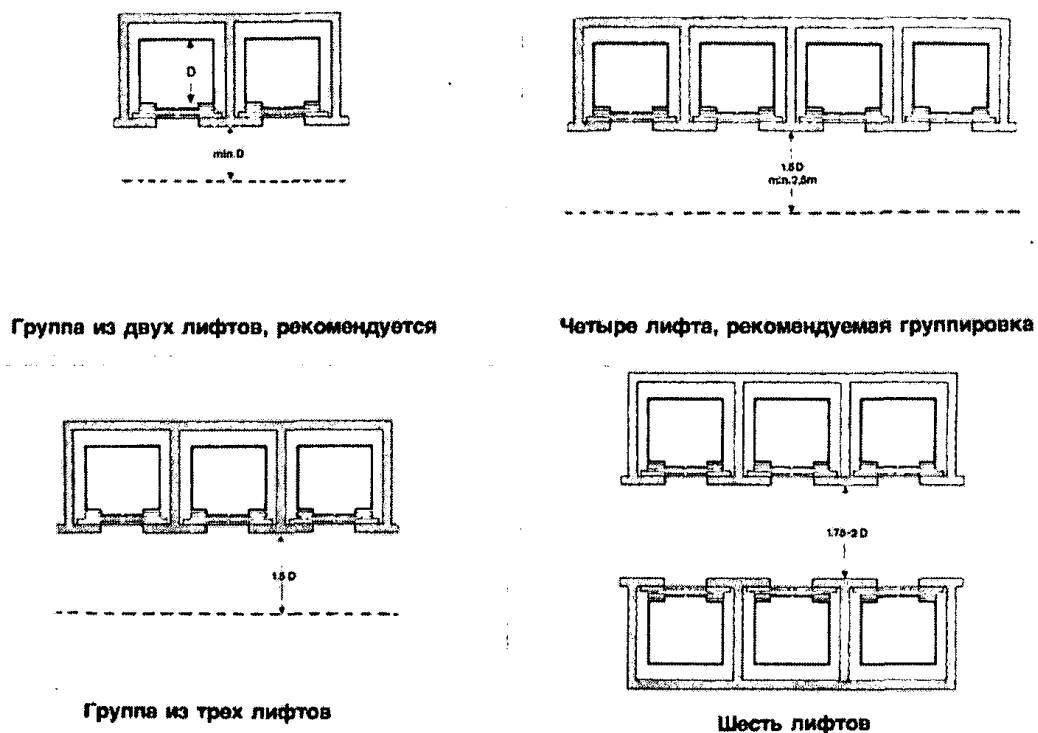


Рис. 2.2. Типовые схемы размещения лифтов в плане здания, где B - глубина кабины

При групповом размещении лифтов размеры лифтовых холлов этажных площадок определяются с учетом принятой схемы и глубины кабины лифта.

Общее машинное помещение оборудуется единой системой вспомогательных грузоподъемных устройств с подвесным монорельсом.

В зданиях повышенной этажности с небольшими поперечными размерами, в целях увеличения полезной площади применяется схема наружной установки лифтов в виде конструкции приставных лифтов с ограждением прозрачным экраном либо в виде системы лифтов, кабины которых движутся в специальных углублениях наружных стен здания (рис.2.3).

Применение микропроцессорного управления, наряду с выбором рациональной схемы группового размещения лифтов, позволяет оптимизировать процесс транспортировки пассажиров.

При этом обеспечивается минимальный интервал и заметно снижается расход энергии.

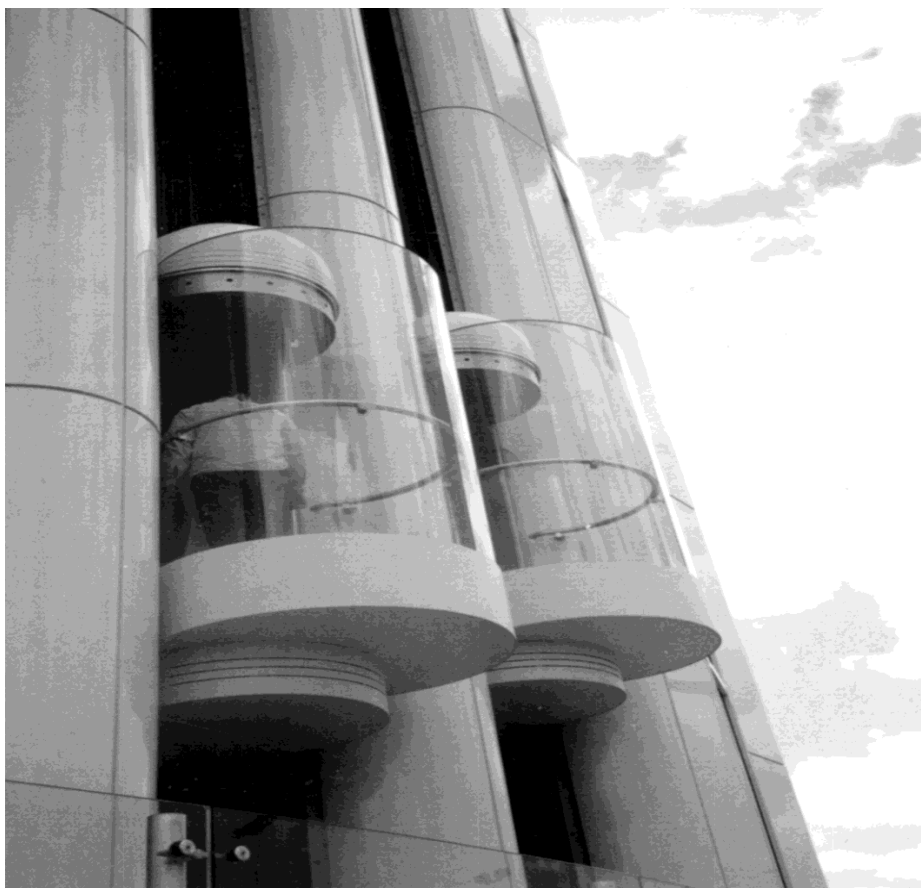


Рис. 2.3. Общий вид наружной установки лифтов

2.2 Теория работы фрикционной передачи тягового усилия в лебедках с канатоведущим шкивом

Движение кабины и противовеса в лифтах, оборудованных лебедками с КВШ, осуществляется за счет фрикционных сил сцепления, возникающих между тяговыми канатами и канавками (ручьями) канатоведущего шкива. При этом должно отсутствовать проскальзывание канатов в ручьях канатоведущего шкива.

Силы сцепления не должны уменьшиться до уровня, при котором становится возможным движение кабины при неподвижном канатоведущем шкиве. В этом случае движение кабины может стать практически неуправляемым.

Благодаря фрикционному взаимодействию канатов с канатоведущим шкивом натяжение, в набегающей, на канатоведущий шкив, канатной ветви, может

быть существенно большим, натяжения сбегających с канатоведущего шкива канатов.

Натяжение канатов подвески кабины и противовеса в процессе работы лифта непрерывно изменяется под влиянием изменения положения кабины в шахте лифта по высоте и под действием сил инерции в неустановившихся режимах движения кабины.

Возможна ситуация, когда соотношение натяжений канатов, в кабинной и противовесной ветвях, будет таким, при котором начнется проскальзывание канатов в ручьях канатоведущего шкива.

Очень важно установить, от чего зависит способность шкива передавать тяговое усилие и как его обеспечить, не допуская проскальзывания канатов.

Задача теории взаимодействия канатов со шкивом состоит в том, чтобы аналитически оценить тяговые возможности КВШ и выбрать профиль поперечного сечения ручья, при котором гарантируется работа лифта без проскальзывания канатов, а также достаточная долговечность шкива и канатов.

Коэффициент тяговой способности является интегральным показателем работоспособности фрикционной передачи тягового усилия от канатоведущего шкива тяговым канатам.

Для вывода аналитического выражения величины коэффициента тяговой способности рассмотрим случай предельного равновесия сил трения и разности натяжения в кабинной и противовесной ветвях канатов, охватывающих КВШ.

Решение этой задачи впервые было получено академиком Эйлером, и формула, которую мы собираемся вывести, получила название формулы Эйлера.

Будем исходить из предположения, что соотношение натяжения набегающей (кабинной) и сбегającej (противовесной) ветвях канатов на КВШ достигло предельной величины, при которой началось проскальзывание канатов в ручьях КВШ при возникновении соответствующей силы трения.

Предположим, что КВШ представляет собой гладкий цилиндр без канавок, вращающийся по часовой стрелке.

Для определенности предположим, что натяжение набегающей ветви тягового каната больше натяжения сбегающей ветви: $S_2 > S_1$ (рис. 2.11).

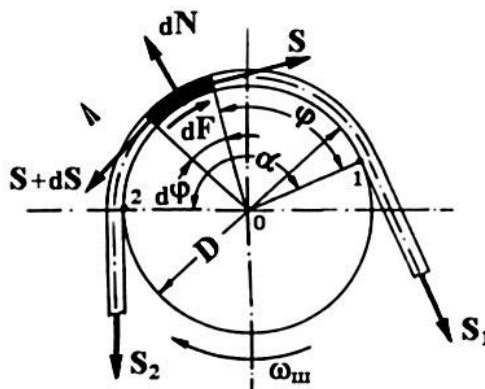


Рис. 2.11. Схема взаимодействия каната с ободом КВШ

Выделим элементарный участок каната на ободе КВШ в пределах центрального угла $d\varphi$, занимающий угловое положение φ относительно точки схода каната с обода 1.

Слева и справа на элементарный отрезок каната действуют силы $S + dS$ и S соответственно, которые вызывают силу нормальной реакции обода dN .

По касательной к опорной поверхности на выделенный отрезок каната действует элементарная сила трения dF , уравнивающая разность сил натяжения набегающей и сбегающей ветви каната dS .

Составим уравнение равновесия элементарного отрезка каната, спроектировав действующие силы на нормаль к поверхности шкива

$$\sum N = 0; \quad dN = S \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} + (S + dS) \cdot \sin \frac{d\varphi}{2} \quad (2.14)$$

Так как $d\varphi$ – величина бесконечно малая, $\sin \frac{d\varphi}{2} \approx \frac{d\varphi}{2}$.

Преобразуем уравнение (2.12) с учетом этого упрощения и получим

$$dN = S \cdot \frac{d\varphi}{2} + (S + dS) \cdot \frac{d\varphi}{2} \quad (2.15)$$

Отбросив бесконечно малую величину более высокого порядка, получим зависимость дифференциала нормального давления как функцию текущего значения натяжения каната S на дуге обхвата КВШ в точке, расположенной на расстоянии угловой координаты φ :

$$dN = S \cdot d\varphi \quad (2.16)$$

Из уравнения моментов относительно точки O оси вращения шкива получим

$$(S + dS) \cdot \frac{D}{2} = S \cdot \frac{D}{2} + \mu \cdot dN \cdot \frac{D}{2} \quad (2.17)$$

Преобразуем это выражение с учетом соотношения (2.14) и, после разделения переменных, придем к дифференциальному уравнению

$$\frac{dS}{S} = \mu \cdot d\varphi \quad (2.18)$$

где μ – коэффициент трения между канатом и канатоведущим шкивом.

Выполним операцию интегрирования левой и правой части дифференциального уравнения (3.16) в известных пределах изменения натяжения каната на дуге обхвата α :

$$\int_{S_1}^{S_2} \frac{ds}{S} = \int_0^\alpha \mu \cdot d \quad (2.19)$$

В результате интегрирования получим

$$\ln S_2 - \ln S_1 = \mu \quad (2.20)$$

Операция потенцирования дает искомое выражение минимальной предельной величины коэффициента тяговой способности КВШ

$$\gamma = \frac{S_2}{S_1} = e^{\mu \cdot \alpha} \quad (2.21)$$

Интегрирование выражения (2.16) с переменным верхним пределом дает аналитическую зависимость натяжения каната от величины угловой координаты φ

$$S = S_1 \cdot e^{\mu \cdot \varphi} \quad (2.22)$$

График функции (2.20) получил название спирали Архимеда.

Уравнение (2.19) характеризует наибольшую величину отношения натяжения набегающей (кабинной) и сбегаящей (противовесной) ветви канатов при предельном равновесии с углом обхвата α , равном углу дуги трения.

Канаты начинают скользить по ободу канатоведущего шкива при условии

$$\frac{S_2}{S_1} > e^{\mu\alpha} \quad (2.23)$$

Работа КВШ без скольжения каната возможна при условии

$$\gamma = e^{\mu\cdot\alpha} > \frac{S_2}{S_1} \max \quad (2.24)$$

Для исключения проскальзывания канатов необходимо иметь некоторый запас тяговой способности, так чтобы в наиболее неблагоприятной ситуации нагружения канатов величина коэффициента тяговой способности несколько превышала предельную величину соотношения натяжения канатов в наиболее тяжелом режиме.

Величина коэффициента запаса тяговой способности КВШ определяется соотношением

$$n_\gamma = \frac{\gamma}{\gamma_{\max}} \quad (2.25)$$

где $\gamma_{\max}$ — наибольшая величина соотношения натяжения канатов в эксплуатационных режимах; γ — величина коэффициента тяговой способности при расчетных значениях угла обхвата шкива α и коэффициента трения μ .

При проектировании лифта величина коэффициента запаса тяговой способности КВШ принимается в достаточно узких пределах с учетом формы профиля поперечного сечения ручья (канавки) КВШ: полукруглая с подрезом $n = 1,05 \div 1,15$; клиновая $n_\gamma = 1,08 \div 1,2$.

Увеличение коэффициента запаса тяговой способности нецелесообразно по следующим причинам: возросшая сила сцепления канатов с ободом шкива делает возможным аварийный переподъем (затягивание) кабины (противовеса) при

переходе крайних нижних положений противовеса(кабины) на буфер; увеличивается интенсивность упругого скольжения канатов на дуге трения, что вызывает повышенный износ ручьев (канавок) КВШ.

Расчетная величина необходимого коэффициента трения определяется с учетом коэффициента запаса

$$\mu = \frac{1}{\alpha} \ln \left(\frac{S_2}{S_1} \max \cdot n_{\gamma} \right) \quad (2.26)$$

Явление упругого скольжения каната связано с изменением упругого удлинения на дуге трения при изменяющейся величине силы натяжения (*рис. 2.12, а*).

Величину интенсивности упругого скольжения можно представить следующим обобщенным соотношением:

$$\delta = \frac{(S_2 - S_1)}{E \cdot F} \cdot \frac{\alpha}{\varphi_{\tau}} \quad (2.27)$$

где E – модуль упругости; F – площадь поперечного сечения каната; φ – угол дуги трения.

При одной и той же величине разности натяжения набегающей и сбегающей ветви каната длина дуги трения может быть различной в зависимости от величины коэффициента запаса тяговой способности, так как угол дуги трения φ_{τ} становится существенно меньше величины угла обхвата α . Это следует из ранее полученной зависимости (2.20).

Угол дуги трения, при наличии запаса тяговой способности, определяется так:

$$\varphi_{\tau} = \frac{1}{\mu} \cdot \ln \frac{e^{\mu \alpha}}{n_{\gamma}} \quad (2.28)$$

Характер изменения силы натяжения на дуге обхвата с центральным углом α при $n_{\gamma} > 1$ представлен графически на *рис. 2.12, б*.

Эпюры изменения натяжения каната, приведенные на *рис. 2.12*, строятся на основе зависимости (2.20). Текущее значение величины натяжения откладывается по нормали к поверхности шкива в точке с угловой координатой φ . Отсчет угла ведется от точки схода каната с обода. При наличии тяговой способности

изменение натяжения каната происходит только в пределах дуги трения на участке 2'–1, тогда как на остальной части дуги охвата натяжение каната не изменяется (участок 2'–2).

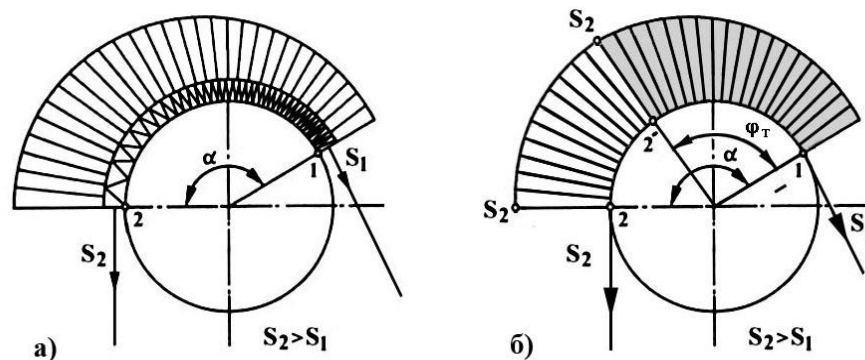


Рис. 2.12. Характер изменения силы растяжения каната на дуге обхвата:
а – предельное равновесие; б – запас тяговой способности

Рис. 2.12, а соответствует случаю отсутствия запаса тяговой способности, когда $\varphi_T = \alpha$ и взаимодействие каната со шкивом соответствует состоянию предельного равновесия.

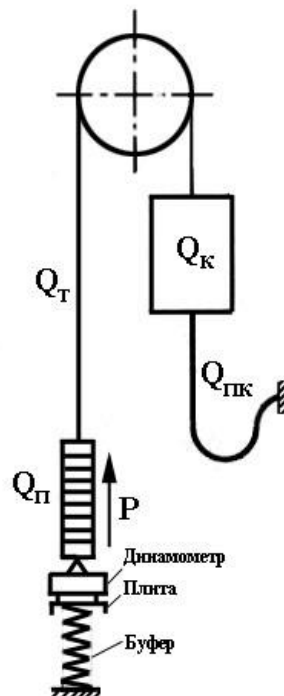


Рис. 2.13. Экспериментальное определение коэффициента тяговой способности КВШ

Фактическое значение коэффициента тяговой способности КВШ можно определить экспериментально. Метод базируется на экспериментально получаемом условии предельного равновесия тяговых канатов на ободе КВШ, что очень хорошо согласуется с рассмотренной выше теорией работы фрикционной передачи тягового усилия канатам (*рис. 2.13*).

Предусматривается следующий порядок экспериментального определения фактического значения величины коэффициента тяговой способности КВШ.

Перед началом испытаний путем взвешивания и по технической документации уточняется масса подвижных частей лифта.

Кабину лифта устанавливают на верхнюю остановку и в машинном помещении и отключают вводное устройство.

Один электромеханик остается в машинном помещении, а второй специальным ключом открывает шахтную дверь нижней этажной площадки и с помощью вспомогательной опорной плиты устанавливает на буфер противовеса динамометр сжатия.

После установки динамометра электромеханик выходит из приямка на этажную площадку нижней остановки, устанавливает створки дверей шахты так чтобы хорошо просматривалась шкала динамометра, фиксирует положение створок упорами-фиксаторами и дает команду в машинное помещение начать опускание противовеса на буфер посредством ручного привода.

Опускание противовеса необходимо производить медленно и плавно до начала проскальзывания канатов в ручьях КВШ. При этом, при вращении штурвала ручного привода канатоведущий шкив вращается, а канаты остаются неподвижными и показания динамометра прекращают увеличиваться.

Электромеханик, находящийся в машинном помещении, сообщает на нижний этаж о начале проскальзывания канатов. В этот момент второй электромеханик снимает показания динамометра P . Электромеханик в машинном помеще-

нии получает команду поднять противовес, медленно и плавно поднимает противовес и снимает динамометр с буфера, закрывает створки шахтной двери. Лифт переводится в рабочее положение.

После соответствующей обработки результатов испытаний делается расчет тяговой способности КВШ и выдается заключение о возможности дальнейшей эксплуатации лифта.

Результаты испытаний могут использоваться для расчета фактического значения коэффициента тяговой способности и сопоставления его с расчетной величиной.

Экспериментальное значение величины коэффициента тяговой способности определяется на основе показаний динамометра

$$\gamma_{\text{э}} = \frac{S_{\kappa}}{S_n} = \frac{(Q_{\kappa} + Q_{\text{нк}}) \cdot 10^{-2}}{(Q_n + Q_{\text{т}}) \cdot 10^{-2} - P} \quad (2.29)$$

где S_{κ} , S_n – сила натяжения канатов подвески кабины и противовеса, кН; Q_{κ} , Q_n , $Q_{\text{нк}}$, $Q_{\text{т}}$ – масса кабины, противовеса, подвесного кабеля и тяговых канатов соответственно, кг; P – показание динамометра, соответствующее моменту начала скольжения канатов, кН.

Рассмотренный метод экспериментального определения величины коэффициента тяговой способности соответствует конструкции лифта без уравновешивающих цепей (канатов). В других случаях потребуется корректировка формулы (2.27).

При проектировании лифта важно не только обеспечить необходимую тяговую способность шкива, но и достаточно высокий срок службы КВШ и канатов.

Интенсивность износа ручьев канатопроводящего шкива определяется величиной упругого скольжения и уровнем контактных давлений между канатами и поверхностью ручья КВШ.

Контактные давления (напряжения смятия) не должны превышать допускаемых значений, полученных по экспериментальным графикам, американскими

инженерами Хьюмансом (Hymens) и Хеллборном (Hellborn, 1927) при исследовании взаимодействия канатов с канатоведущим шкивом. Практически удобнее пользоваться аналитической аппроксимирующей графической зависимостью.

$$[p] = \frac{12,5 + 4 \cdot V_C}{1 + V_C} \cdot \frac{52 - \left(\frac{Z}{60}\right)^2 - \frac{Z}{60}}{50}, \text{ Н/мм}^2 \quad (2.30)$$

где V_C – линейная скорость каната, м/с; Z – число включений лифта в час ($Z = 60 - 240$ – меньшие значения, для грузовых лифтов в легком режиме, а большие, для пассажирских лифтов при тяжелом режиме работы).

Полученные допускаемые давления соответствуют взаимодействию стальных канатов с канатоведущим шкивом из серого чугуна. При использовании КВШ из стального литья величина допускаемого давления может увеличиваться на 25%.

Вывод аналитического выражения формулы расчета контактного давления основан на анализе опыта эксплуатации и ряде предварительных допущений:

- 1 – канат не испытывает поперечных деформаций, сохраняя круглую форму;
- 2 – ручей КВШ имеет полукруглую форму с подрезом;
- 3 – вертикальная составляющая износа ручья полукруглой формы является величиной постоянной (рис. 2.14, а);
- 4 – вертикальная составляющая контактного давления между канатом и поверхностью ручья является величиной постоянной в связи с характером износа опорной поверхности (рис. 2.14, а, б).

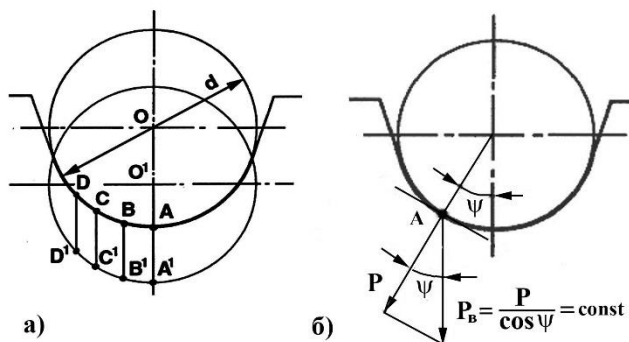


Рис. 2.14. Схема взаимодействия каната с опорной поверхностью ручья КВШ:
а – схема износа, б – схема к расчету вертикальной составляющей давления

Экспериментально установленный факт постоянства вертикальной составляющей износа опорной поверхности ручья предопределяет постоянство вертикальной составляющей контактного давления (рис. 2.14, б).

Приведенное на рис. 2.14, б соотношение получено при разложении вектора текущего значения контактного давления в произвольной точке A , положение которой определяется угловой координатой ψ . Угол отсчитывается от вертикальной оси симметрии поперечного профиля ручья.

Для последующего вывода интерес представляет только вертикальная составляющая давления p_v , так как горизонтальные составляющие взаимно уравновешены.

Рассмотрим условия равновесия отрезка каната единичной длины, который испытывает действие единичной силы N' и результирующей опорной реакции канавки R (рис. 2.15).

Этому условию соответствует равенство

$$N' = R \quad (2.31)$$

Величина единичной силы определяется на основе ранее полученной зависимости $dN = S \cdot d\varphi$ (см. рис. 2.11):

$$N' = \frac{2 \cdot dN}{D \cdot d\varphi} = \frac{2 \cdot S}{D} \quad (2.32)$$

где S — текущее значение натяжения каната в точке обода с угловой координатой φ .

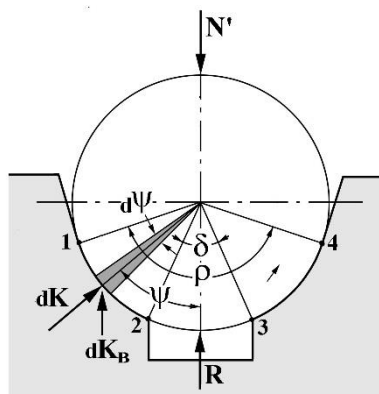


Рис. 2.15. Схема к расчету контактного давления и приведенного значения коэффициента трения

Для определения величины результирующей опорной реакции R рассмотрим элементарную площадку опорной поверхности канавки и действующие на нее силы.

На элемент опорной поверхности с центральным углом $d\psi$ и единичной длиной в продольном направлении действует элементарная опорная реакция

$$dK = p \cdot \frac{d}{2} \cdot d\psi = p_e \cdot \frac{d}{2} \cdot \cos\psi \cdot d\psi \quad (2.33)$$

Вертикальная составляющая элементарной реакции

$$dK_e = dK \cdot \cos\psi \quad (2.34)$$

Равнодействующая вертикальных составляющих элементарных опорных реакций определяется интегрированием по всей опорной поверхности ручья

$$R = 2 \cdot \int_{\delta/2}^{\rho/2} dK_e = p_e \cdot d \cdot \int_{\delta/2}^{\rho/2} \cos^2 \psi \cdot d\psi \quad (2.35)$$

Упростим подынтегральное выражение, используя известное тригонометрическое соотношение

$$\cos^2 \psi = \frac{1}{2} \cdot (1 + \cos 2\psi) \quad (2.36)$$

После алгебраических преобразований получим

$$R = \frac{p_e \cdot d}{2} \cdot \int_{\delta/2}^{\rho/2} (1 + \cos 2\psi) \cdot d\psi \quad (2.37)$$

После интегрирования получим аналитическое выражение величины опорной реакции поверхности канавки КВШ для полукруглой канавки с подрезом

$$R = \frac{p_e \cdot d}{4} \cdot (\rho - \delta + \sin \rho - \sin \delta) \quad (2.38)$$

Выразим величину вертикальной составляющей контактного давления p_e через текущее значение давления p и получим зависимость опорной реакции от контактного давления (*рис. 2.14, б*)

$$R = \frac{p \cdot d}{4 \cdot \cos\psi} \cdot (\rho - \delta + \sin \rho - \sin \delta) \quad (2.39)$$

Так как по условию равновесия (2.29) $N' = R$,

$$N' = \frac{p \cdot d}{4 \cdot \cos \psi} \cdot (\rho - \delta + \sin \rho - \sin \delta) \quad (2.40)$$

Преобразуем уравнение (2.38) с учетом равенства (2.30) и решим его относительно искомой величины контактного давления

$$p = \frac{8 \cdot \cos \psi}{(\rho - \delta + \sin \rho - \sin \delta)} \cdot \frac{S}{dD} \quad (2.41)$$

Полученное аналитическое выражение характеризует закон изменения величины контактного давления (напряжения) по контуру поперечного сечения опорной поверхности канавки КВШ и позволяет оценить максимальное давление в наиболее нагруженной точке с угловой координатой $\psi = \delta/2$:

$$p_{\max} = \frac{8 \cdot \cos \delta/2}{(\rho - \delta + \sin \rho - \sin \delta)} \cdot \frac{S}{dD} \quad (2.42)$$

Для изношенной канавки при $\rho = \pi$ расчетная формула упрощается:

$$p_{\max} = \frac{8 \cdot \cos \delta/2}{(\pi - \delta - \sin \delta)} \cdot \frac{S}{dD} \quad (2.43)$$

Максимальная величина контактного давления при полукруглом профиле канавки определяется для изношенной канавки при $\delta = 0$ на основе зависимости (2.41):

$$p_{\max} = \frac{8S}{\pi dD} \quad (2.44)$$

Максимальная величина контактного давления для клиновой канавки может рассчитываться по формуле, полученной на основе преобразования соотношения (2.41) при условии $\rho = \delta = \pi - \beta$:

$$p_{\max} = \frac{8 \cdot \sin \beta/2}{\left(\beta - \sin \beta/2\right)} \cdot \frac{S}{dD} \quad (2.45)$$

где β – угол клиновой канавки, рад.

Расчетное значение максимальной величины контактного давления должно отвечать условию контактной прочности

$$p_{\max} < [p] \quad (2.46)$$

где $[p]$ – допускаемое значение величины контактного давления (напряжения смятия), определяемое по формуле (2.28).

Геометрические параметры профиля поперечного сечения канавки существенно влияют на величину контактных напряжений смятия.

Однако не уровень контактных давлений определяет геометрию профиля, а расчетное значение коэффициента тяговой способности канатоведущего шкива, которое через коэффициент трения связано с характеристиками профиля канавки.

Контактное давление определяется на завершающем этапе обоснования параметров КВШ с целью проверки выполнения условия контактной прочности.

Приведенное значение коэффициента трения между тяговым канатом и поверхностью канавки КВШ определяется свойством контактирующих материалов и геометрическими характеристиками профиля канавки. От величины этого коэффициента в определяющей степени зависит тяговая способность канатоведущего шкива.

Вывод аналитического выражения величины приведенного значения коэффициента трения производится на основе рассмотрения взаимодействия отрезка каната единичной длины с поверхностью канавки КВШ (см. *рис. 2.15*).

Предварительно определим силу трения, действующую на отрезок каната единичной длины, обусловленную единичной силой нормального давления N' :

$$F' = \mu \cdot N' \quad (2.47)$$

где μ – искомая величина приведенного коэффициента трения.

Для количественной оценки характера влияния геометрии профиля канавки на величину μ рассмотрим взаимодействие отрезка каната единичной длины с поверхностью канавки с учетом изменения величины контактного давления на опорной поверхности канавки КВШ.

Выделим элементарную площадку опорной поверхности с длиной дуги, определяемой углом $d\psi$, и определим дифференциал действующей вдоль каната силы трения (*рис. 2.15, б*):

$$dF = \mu_0 \cdot dK = \mu_0 \rho \cdot \frac{d}{2} \cdot d\psi \quad (2.48)$$

где μ_0 – величина коэффициента трения, определяемая свойствами контактирующих материалов.

Преобразуем выражение (2.46) с учетом формулы для расчета контактного давления (2.39) и получим зависимость элементарной силы трения от угла подреза поперечного профиля канавки:

$$dF = \mu_0 \cdot \frac{4S \cdot \cos\psi \cdot d\psi}{(\rho - \delta + \sin\rho - \sin\delta) \cdot D} \quad (2.49)$$

Силу трения, действующую на отрезок каната единичной длины, определим интегрированием dF по двум симметрично расположенным опорным поверхностям:

$$F = \frac{8\mu_0 \cdot S}{D \cdot (\rho - \delta + \sin\rho - \sin\delta)} \cdot \int_{\delta/2}^{\rho/2} \cos\psi \cdot d\psi \quad (2.50)$$

В результате интегрирования и алгебраических преобразований получим

$$F = \mu_0 \cdot \frac{8S \cdot \left(\sin \frac{\rho}{2} - \sin \frac{\delta}{2} \right)}{D \cdot (\rho - \delta + \sin\rho - \sin\delta)} \quad (2.51)$$

Исходя из очевидного равенства $F' = F$ с учетом соотношения (2.49) получим формулу расчета приведенного значения величины коэффициента трения

$$\mu = \mu_0 \cdot K_\mu \quad (2.52)$$

где K_μ – коэффициент приведения величины коэффициента трения.

Для неизношенной канавки полукруглого с подрезом

$$K_\mu = \frac{4 \cdot \left(\sin \frac{\rho}{2} - \sin \frac{\delta}{2} \right)}{(\rho - \delta + \sin\rho - \sin\delta)} \quad (2.53)$$

Для изношенной канавки полукруглого с подрезом ($\rho = \pi$)

$$K_\mu = \frac{4 \cdot \left(1 - \sin \frac{\delta}{2} \right)}{(\pi - \delta - \sin\delta)} \quad (2.54)$$

Для полукруглой канавки без подреза ($\delta = 0$, $\rho = \pi$)

$$K_{\mu} = \frac{4}{\pi} \quad (2.55)$$

Для канавки клиновой формы ($\delta = \rho = \pi - \beta$)

$$K_{\mu} = \frac{1}{\sin \frac{\beta}{2}} \quad (2.56)$$

Расчетное обоснование геометрических характеристик ручья КВШ

Этот расчет выполняется на завершающем этапе тягового расчета лифта при следующих исходных данных: форма профиля ручья КВШ и соответствующее ей рекомендуемое значение коэффициента запаса тяговой способности n_{γ} ; $\gamma_{\max}$ – максимальное значение величины коэффициента тяговой способности; d, D – расчетное значение диаметра каната и КВШ, м; s – максимальное значение величины натяжения ветви каната, кН; $[p]$ – допускаемое значение величины контактного давления, МПа.

Порядок расчетного обоснования геометрических характеристик ручья КВШ:

1. Рассчитать приведенное значение коэффициента трения

$$\mu_P = \frac{1}{\alpha} \ln(\gamma_{\max} n_{\gamma}) \quad (2.57)$$

2. Рассчитать коэффициент приведения коэффициента трения

$$K_{\mu P} = \frac{\mu_P}{\mu_0} \quad (2.58)$$

где μ_0 – величина коэффициента трения, определяемая в зависимости от вида материала КВШ и режима работы лифта, соответствующего величине $\gamma_{\max}$:

– режим эксплуатационный (Э) – $\mu_0 = 0.09$ чугун, $\mu_0 = 0.1$ сталь.

3. Рассчитать величину угла подреза δ или угол клина β по соответствующей аналитической зависимости (2.52) или (2.54) и по величине $K_{\mu P}$. Необходимо иметь в виду, что при использовании зависимостей (2.52) нужно применить графоаналитический метод: по соответствующей формуле построить график зависимости $K_{\mu} = f(\delta)$ и на графике по известной величине $K_{\mu P}$ найти величину угла

подреза. При построении графиков по оси абсцисс откладываются значения угловых величин ($\delta = 50 \div 105^\circ$, $\beta = 35 \div 70$), а по оси ординат – величина $K_{\mu p}$.

4. Определить максимальное значение величины контактного давления по соответствующей зависимости (2.40) или (2.43) и расчетному значению угла δ или β .

5. Проверить выполнение условия контактной прочности поверхности ручья КВШ

$$p_{\max} \leq [p] \quad (2.59)$$

Если условия прочности не выполняются, целесообразно увеличить число параллельных ветвей каната m .

3 ОСНОВНЫЕ МЕХАНИЗМЫ И УСТРОЙСТВА БЕЗОПАСНОСТИ ЛИФТОВ

3.1 Элементы механизма подъема

Канаты и цепи

Канаты подъемных механизмов лифтов обеспечивают передачу движения от лебедки к кабине и противовесу с небольшими потерями мощности на канатоведущем органе и отклоняющих блоках.

Канаты воспринимают растягивающие нагрузки при движении и неподвижном состоянии кабины, в нормальных эксплуатационных и аварийных режимах.

Наряду со стальными канатами в лифтах применяются пластинчатые и втулочно-роликовые цепи в качестве тяговых или вспомогательных элементов конструкции.

От надежности работы системы подвески подвижных частей лифта зависит жизнь пассажиров. Поэтому к стальным канатам и тяговым цепям лифтов предъявляются повышенные требования прочности и долговечности. Канаты, поступающие на монтаж лифтового оборудования, должны иметь документ (сертификат), характеризующий их качество и оформленный в полном соответствии с требованиями государственных стандартов. Аналогичные требования предъявляются к тяговым цепям.

Параллельно работающие канаты подвески кабин (противовесов) должны иметь одинаковые диаметры, структурные и прочностные характеристики.

Не допускается сращивание тяговых канатов механизмов подъема и ограничителей скорости.

Номинальный диаметр тяговых канатов и каната ограничителя скорости применяемых на лифтах должен быть не менее 6 мм.

При полиспастной подвеске все ветви одного каната, огибающего отклоняющий блок, рассматриваются как один канат.

При подвешивании кабины (противовеса) на тяговых элементах число параллельных ветвей подвески должно быть не менее двух.

В лифтах применяются только канаты двойной свивки, которые свиваются из прядей проволок относительно центрального сердечника.

Обычно стальной канат состоит из шести или восьми прядей и сердечника.

Условия работы канатов в лифтах с КВШ отличаются наличием изгибающих, растягивающих, скручивающих и сдвигающих нагрузок, поэтому очень важно иметь большую поверхность касания проволок в отдельных слоях. Этому требованию в наибольшей степени отвечают канаты типа ЛК с линейчатым касанием между проволоками.

В зависимости от структуры поперечного сечения прядей различают канаты ЛК-О – при одинаковых диаметрах проволок по слоям навивки, ЛК-Р – с различным диаметром проволок.

Канаты с точечным касанием проволок имеют обозначение ТК.

В обозначении конструкции каната учитывается характер касания проволок, количество прядей и число проволок в каждой пряди: ЛК-О 6×19 или ТК 6×37.

При использовании канатов важно обеспечить не только достаточную их прочность, но и надежное соединение с элементами конструкции лифта.

Стальные канаты должны рассчитываться на статическое разрывное усилие

$$P \geq S \cdot K \quad (3.1)$$

где P – разрывное усилие каната, принимаемое по таблицам ГОСТ или результатам испытания каната на разрыв, кН; K – коэффициент запаса, принимается не менее 12 при трех и более ветвях и не менее 16 при двух ветвях; S – расчетное статическое натяжение ветви каната, кН.

Величина расчетного натяжения ветви канатной подвески должна определяться по следующим зависимостям:

для канатов подвески кабины

$$S = \frac{Q + Q_k + Q_{TK} + 0.5Q_H}{mU_{II}} \cdot g \cdot 0.001 \quad (3.2)$$

для канатов подвески противовеса

$$S = \frac{Q_n + Q_{TK} + 0.5Q_H}{mU_{II}} \cdot g \cdot 0.001 \quad (3.3)$$

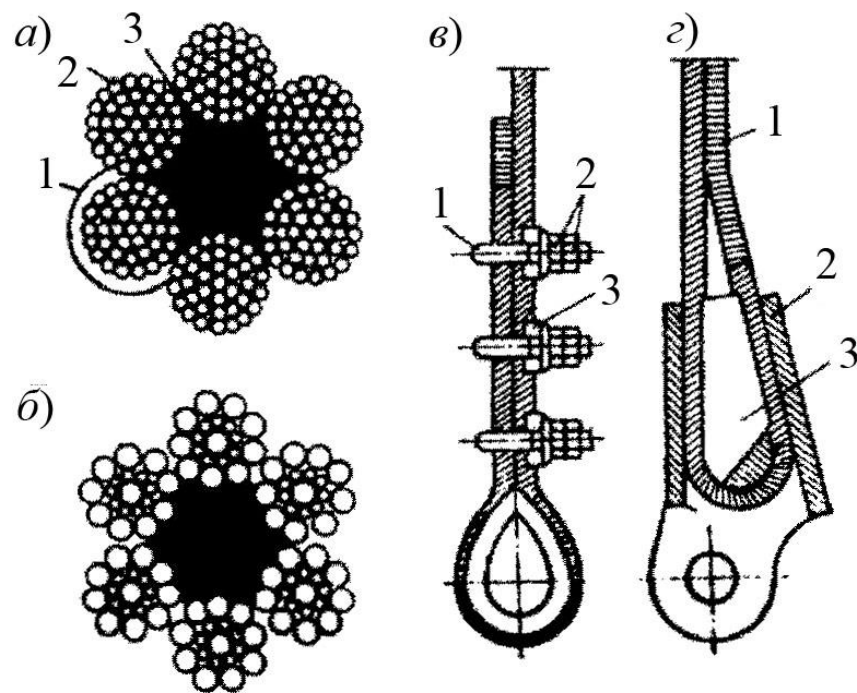


Рис. 3.1. Структура поперечного сечения и способы крепления лифтовых канатов:

а – канат типа ТК: 1 – прядь; 2 – проволока пряди; 3 – пеньковый сердечник; *б* – канат типа ЛК; *в* – крепление канатов зажимами: 1 – зажим; 2 – гайка и контргайка; 3 – хомутик; *г* – клиновое крепление каната: 1 – канат; 2 – втулка; 3 – клин

где Q – грузоподъемность лифта, кг; Q_k – масса кабины, кг; Q_n – масса противовеса, кг; $Q_{тк}$ – масса тяговых канатов от точки схода с КВШ до подвески, кг; Q_n – масса натяжного устройства уравнивающих канатов, кг; m , U_n – число параллельных ветвей канатов и кратность полиспаста, кг; $g = 9.81 \text{ м/с}^2$ – ускорение свободного падения.

Расчетное число канатов определяется на основании опыта проектирования в зависимости от грузоподъемности лифта.

Так, для пассажирских лифтов грузоподъемностью 320–400 кг применяют 3 параллельных ветви канатной подвески, а при грузоподъемности 500–1000 кг – от 4 до 6 канатов.

Для грузовых лифтов грузоподъемностью от 500 до 2000 кг применяют 4 каната; при грузоподъемности 3200 кг – 6 канатов, а при грузоподъемности 5000 кг – 8 канатов.

Неуравновешенная часть тяговых канатов при скорости кабины не более 1,4 м/с уравнивается овалозвенчатыми цепями или компенсирующей лентой, которые не требуют установки натяжного устройства. В этом случае в формуле (3.2) принимается значение $Q_n = 0$.

При скорости движения кабины лифта, превышающей 1,4 м/с, для уравнивания тяговых канатов применяются уравнивающие канаты. В этом случае в приямке шахты устанавливается специальное натяжное устройство с отводными блоками, масса которого составляет около 200–350 кг.

Масса тяговых канатов определяется по формуле

$$Q_{mk} = mU_n q_{mk}^n (H + 3 \div 4 \text{ м}) \quad (3.4)$$

где q_{mk}^n — значение массы 1 метра тягового каната, кг/м; H — расчетная высота подъема кабины, м.

В пассажирских и грузопассажирских лифтах применяется прямая подвеска или двукратный полиспаст.

В грузовых лифтах грузоподъемностью от 1000 до 3200 кг и выжимных лифтах используется двукратный полиспаст, а при грузоподъемности 5000 кг и более — четырехкратный.

По расчетному значению разрывной нагрузки P и таблицам ГОСТ определяется необходимый диаметр каната, так чтобы табличное значение разрывной нагрузки было равно или больше расчетной величины.

После выбора типа и определения диаметра каната производится проверка фактической величины коэффициента запаса прочности каната подвески кабины или противовеса

$$K^\phi = \frac{P^m mU_n 100}{(Q + Q_k + Q_{mk}^\phi + 0.5Q_n)} \quad (3.5)$$

где P^m — табличное значение разрывной нагрузки выбранного каната, кН; $Q_{mk}^\phi = mU_n q_{mk}^\phi (H + 3 \div 4 \text{ м})$ — фактическое значение массы каната от точки схода с КВШ до подвески кабины (противовеса), кг; q_{mk}^ϕ — фактическое значение массы

1 метра выбранного каната, кг/м; H – расчетная высота подъема кабины лифта, м.

Правильному выбору каната должно соответствовать условие

$$K^{\phi} \geq K \quad (3.6)$$

Если условие прочности (3.6) не выполняется, следует выбрать канат с большим значением удельной прочности или увеличить число параллельных ветвей.

Надежность и долговечность канатов лифта определяются не только его прочностными характеристиками.

Для обеспечения долговечности каната важно обеспечить минимальное число их перегибов на отводных блоках и допустимое, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53780, соотношение между диаметром каната и огибаемого канатом цилиндрического тела (барабан, КВШ, отводной блок). В связи с этим диаметр барабанов, КВШ и отводных блоков следует определять с учетом условия долговечности

$$D \geq d \cdot E \quad (3.7)$$

где D , d – диаметр огибаемого цилиндрического тела и каната соответственно, м; E – коэффициент допустимого соотношения диаметров, регламентируемый ГОСТ Р 53780, не менее 40.

Барабаны, канатоведущие шкивы, блоки и контршкивы

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).

В зависимости от кинематической схемы лифта применяются также отводные блоки и контршкивы.

Отличительной особенностью барабанов является жесткое крепление канатов на их ободе.

По конструктивным соображениям подвеска кабины оказывается возможной не более чем на 2 параллельных ветвях канатов (рис. 3.2).

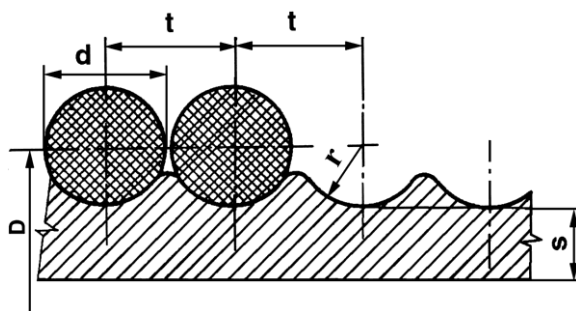


Рис. 3.2. Схема размещения канатов на барабанах

Барабаны изготавливаются из стального или чугуна и имеют винтовую нарезку канавок для размещения канатов. Глубина канавок составляет $0,2d$, шаг нарезки $t=1,1d$, радиус кривизны канавки $r=0,55d$, где d — диаметр каната.

При многослойной намотке каната используется канатоукладочный механизм.

Для исключения возможности схода канатов с барабана в торцевой части предусматриваются реборды.

Диаметр барабана и отклоняющих блоков определяется из условия долговечности.

Способы крепления канатов на барабанах должны отвечать требованиям прочности и безопасности применения. С этой же целью при предельных нижних положениях кабины и противовеса на барабанах должно оставаться не менее 1,5 запасных витков.

Шпоночное соединение ступицы с валом барабана должно рассчитываться с учетом действия знакопеременных нагрузок и одностороннего действия силы тяжести кабины без учета противовеса.

При использовании барабанной лебедки и неисправности конечных выключателей возможен перепад кабины (противовеса) с упором в перекрытие и обрывом канатной подвески.

Применение 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.

Независимость параметров лебедки с КВШ от высоты подъема открывает широкие возможности унификации лебедок с соответствующими технико-экономическими преимуществами.

Внешняя нагрузка КВШ, определяемая разностью натяжения канатов подвески кабины и противовеса, уравнивается действием сил сцепления канатов с канатоведущим шкивом. Эти силы зависят от угла обхвата шкива канатами и формы профиля поперечного сечения канавок (ручьев).

Для обеспечения работы КВШ без проскальзывания канатов применяются канавки (ручьи) специального профиля (рис. 3.3).

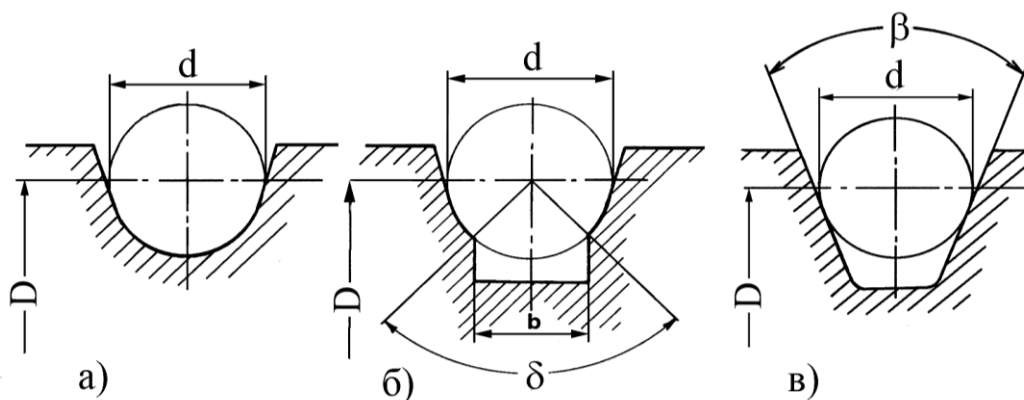


Рис. 3.3. Профиль поперечного сечения канавки обода КВШ:

а – полукруглая канавка; *б* – полукруглая с подрезом; *в* – клиновая; β – угол клина

Канатоведущие шкивы, контршкивы и отклоняющие блоки изготавливаются из чугунного или стального литья. Отливка в зоне обода должна иметь достаточно высокую твердость и однородную структуру.

Расстояние между канавками обода КВШ зависит от диаметра каната

$$t = (1,4 \div 2,0)d. \quad (3.8)$$

Ширина обода КВШ определяется числом параллельных ветвей канатов и числом обхватов при наличии контршкива

$$B = (mt + 2d)z \quad (3.9)$$

где t , d – шаг канавок и диаметр каната, мм; m – число параллельных ветвей канатов; z – число обхватов канатами КВШ.

Диаметр КВШ определяется в зависимости от кинематической схемы лифта и условия долговечности.

Для лифтов с прямой подвеской кабины и противовеса диаметр КВШ определяется величиной расстояния между точками подвески кабины и противовеса в плане шахты

$$D_k = L_{kn} \quad (3.10)$$

где L_{kn} – кратчайшее расстояние между точками подвески кабины и противовеса по горизонтали, м; D_k – диаметр КВШ по условию компоновки оборудования лифта в плане шахты, м. Эта величина обычно больше полученной по условию долговечности.

При любой другой кинематической схеме лифта диаметр КВШ определяется только условием долговечности канатов по формуле (2.7).

После выбора редуктора лебедки производится уточнение диаметра барабана (КВШ) по кинематическому условию, гарантирующему обеспечение номинальной скорости движения кабины с погрешностью, не превышающей 15%.

$$D = \frac{60V_p U_p U_n}{\pi n_n} \quad (3.11)$$

где V_p – рабочая скорость кабины, равная номинальной или отличающейся на 5%, м/с; U_p – табличное значение передаточного числа редуктора лебедки; U_n – кратность полиспаста подвески кабины; n_n – номинальное значение частоты вращения вала двигателя, об/мин.

В конструкции отклоняющих блоков и контршкивов, не предназначенных для передачи тягового усилия канатам, применяется полукруглая канавка, обеспечивающая минимальную величину контактных давлений, что способствует увеличению долговечности канатов.

В КВШ используются канавки полукруглые с подрезом, клиновые и клиновые с подрезом.

Выбор конкретной формы канавки производится с учетом требуемой силы сцепления и технологических ограничений.

Наибольшую силу сцепления обеспечивают канавки клинового профиля, однако их существенным недостатком является зависимость силы сцепления от степени износа опорной поверхности.

В результате износа клиновая канавка преобразуется в полукруглую с подрезом с заметно меньшей силой сцепления.

Канавка полукруглая с подрезом, при несколько более сложной технологии изготовления, обеспечивает более стабильную величину силы сцепления независимо от степени износа канавки. Однако величина силы сцепления меньше, чем при клиновой форме профиля канавки.

Расчетное обоснование характеристик профиля поперечного сечения канавок КВШ производится по аналитическим зависимостям, полученным на основе рассмотрения особенности взаимодействия растяжимых канатов с ободом шкива.

Ниже приводятся основы теории расчета геометрических характеристик поперечного профиля канавки шкива, обеспечивающей необходимую тяговую способность КВШ с учетом факторов долговечности.

3.2 Механизмы подъема лифтов

Привод электрического лифта

Основу механизма подъема современного лифта составляет канатная система передачи движения кабине (противовесу) и устройства привода перемещения канатов в виде лебедки или гидроцилиндра с блоком на концевой части штока.

Наибольшее распространение в нашей стране и за ее пределами получили электрические лифты с канатными лебедками различного конструктивного исполнения.

На лифтах допускается применение лебедок:

- с канатоведущим шкивом или барабаном трения с использованием канатов и ремней;

- барабанных с канатами;

-со звездочкой и цепью (цепями).

В целях обеспечения безопасности при эксплуатации лифта к лифтовым лебедкам предъявляется ряд специфических требований, приведенных ниже.

Конструкция лебедки и элементы ее крепления должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие в процессе эксплуатации и испытаниях лифтов. Барабанная лебедка и лебедка со звездочкой дополнительно должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие при посадке кабины на буфер, расположенный в верхней части шахты.

Барабанную лебедку или лебедку со звездочкой допускается применять на лифтах с номинальной скоростью движения кабины лифта не более 0,63 м/с. На лифтах, оборудованных барабанной лебедкой или лебедкой со звездочкой, использование противовеса не допускается, а допускается применение уравновешивающего устройства кабины.

На лебедках с канатоведущим шкивом или барабаном трения должна быть обеспечена надежность сцепления канатов (ремней) со шкивом или барабаном при рабочих режимах и испытаниях лифтов, а также должна обеспечиваться не возможность подъема кабины при нахождении противовеса на буфере и работающем на подъем приводе (лебедки) лифта.

В качестве лебедки лифта не допускается использование электрической тали.

Между приводными элементами канатов, ремней или цепей (канатоведущим шкивом, барабаном, звездочкой) и тормозным барабаном (диском) должна быть не размыкаемая кинематическая связь (например, валы, шестерни, многорядные цепи).

Для передачи крутящего момента от электродвигателя допускается применение ремней передачи. При этом, количество ремней должно быть не менее

двух, и их натяжение должно контролироваться электрическим устройством безопасности и размыкать цепь безопасности при ослаблении натяжения ремней.

Доступные, для обслуживающего персонала, вращающиеся элементы лебедки, которые могут быть источником опасности, должны быть ограждены от случайного прикосновения (шпонки и болты на валах, цепи, ремни, шестерни, звездочки, выступающий вал электродвигателя).

На лебедках с канатоведущим шкивом, барабаном трения или звездочкой должны быть предусмотрены меры по предотвращению спадания соответственно канатов, ремней или цепей с приводных и направляющих элементов.

В конструкции лебедки должна быть предусмотрена возможность ручного перемещения кабины при отключении электропитания. При этом, прилагаемое усилие, необходимое для перемещения кабины с номинальной нагрузкой, не должно превышать 400 Н. Применение в таком устройстве штурвала со спицами, кривошипной рукоятки или рычага не допускается, если это может привести к травмированию обслуживающего персонала, в случае неконтролируемого движения кабины. При применении съемного штурвала, последний должен храниться в машинном помещении, а место хранения съемного штурвала должно быть оснащено электрическим устройством безопасности, контролирующего положение съемного штурвала и размыкающего цепь безопасности при снятии штурвала для ручного перемещения кабины.

Если усилие для перемещения кабины превышает 400 Н, то необходимо предусмотреть средства для электрического аварийного управления из машинного помещения. При этом, энергии источника дополнительного электропитания должно быть достаточно для перемещения кабины до ближайшей этажной площадки, открытия дверей и их удержания в открытом положении для обеспечения выхода пассажиров.

Устройство для ручного или электрического растормаживания должно быть размещено в машинном помещении лифта.

При применении барабанной лебедки должны быть выполнены нижеприведенные требования:

- барабан должен иметь нарезанные по винтовой линии канавки, соответствующие диаметру каната:

- при нахождении кабины (противовеса) на полностью сжатых буферах, на барабане должно оставаться не менее полутора запасных витков каждого закрепленного на барабане каната, не считая витков, находящихся под зажимным устройством;

- на барабане должен быть намотан только один слой каната;

- угол отклонения канатов относительно оси канавок должен быть не более четырех градусов;

- барабан должен иметь реборды, возвышающиеся над навитым канатом на высоту не менее одного диаметра каната. Со стороны (сторон) крепления каната реборду допускается не выполнять.

Лебедка должна быть оборудована автоматически действующим механическим тормозом нормально-замкнутого типа. При этом:

- тормозной момент должен создаваться при помощи пружин или груза;

- тормоз должен состоять из двух систем торможения, все механические элементы тормоза, задействованные в процессе приложения усилия к тормозному барабану или диску, должны дублироваться, в том числе толкатель электромагнита;

- каждая из систем торможения должна создавать усилие торможения, достаточное для остановки и удержания кабины с грузом, масса которого равна номинальной грузоподъемности лифта;

- применение ленточных тормозов не допускается;

- лебедка, у которой предусмотрено ручное перемещение кабины, должна быть оборудована устройством для ручного растормаживания. При прекращении воздействия на это устройство действие тормоза должно автоматически восстанавливаться.

На лебедке должно быть указано направление вращения штурвала для подъема и спуска кабины лифта.

Лебедка с канатоведущим шкивом должна комплектоваться приспособлением (струбциной) для зажатия канатов в ручьях канатоведущего шкива с усилием, достаточным для подъема кабины с грузом без учета разгружающего действия противовеса. Приспособление должно обеспечивать возможность подъема противовеса без учета разгружающего действия силы тяжести массы кабины.

Привод гидравлического лифта

Каждый гидравлический лифт должен быть оснащен как минимум одним собственным приводом. Если для подъема кабины используется несколько гидроцилиндров, то для выравнивания давления они должны быть гидравлически соединены.

Масса уравнивающего груза, при его наличии, должна рассчитываться исходя из условий, что в случае разрушения механизма подвески системы «кабина – уравнивающий груз» давление в гидравлической системе не превысит двойного значения давления при полной нагрузке.

Гидроцилиндр и плунжер должны быть сконструированы таким образом, чтобы под действием сил, возникающих от давления в 2,3 раза превышающего давление при полной нагрузке, коэффициент запаса прочности был не менее 1,7.

Прочностные расчеты гидроцилиндра производит его изготовитель или изготовитель лифта.

Соединение плунжера (цилиндра) с кабиной лифта прямого действия должно быть гибкими и выдерживать массу плунжера (цилиндра) и дополнительные динамические нагрузки. Способы соединения должны быть безопасными.

Если плунжер состоит более чем из одной секции, соединения между секциями должны выдерживать массу подвешенных секций плунжера и дополнительные динамические нагрузки;

В лифтах непрямого действия оголовки плунжера (цилиндра) должен перемещаться по направляющим.

Это требование не распространяется на тяговые гидроцилиндры при условии, что тяговое устройство предотвращает распространение изгибающих сил на плунжер.

В лифтах непрямого действия части направляющей системы оголовка плунжера не должны входить в вертикальную проекцию крыши кабины, а также должно быть предусмотрено устройство ограничения рабочего хода плунжера.

Ограничение хода плунжера должно обеспечиваться:

а) с помощью упора, являющегося неотъемлемой частью гидроцилиндра.

Среднее замедление кабины при взаимодействии плунжера с упором не должен быть более $9,81 \text{ м/с}^2$ или прекращением подачи жидкости к гидроцилиндру с помощью механического устройства между гидроцилиндром и гидроклапаном. Разрыв или разрушение такого устройства не должно приводить к превышению среднего замедления кабины более чем на $9,81 \text{ м/с}^2$, а в лифтах непрямого действия замедление не должно приводить к провисанию каната или цепи.

Если гидроцилиндр расположен в земле то, он должен быть установлен в защитную трубу. Если он проходит через иное пространство, то он также должен быть должным образом защищен.

Таким же образом должны быть защищены:

а) разрывной клапан/односторонний дроссель;

б) жесткие трубы, соединяющие разрывной клапан/односторонний дроссель с цилиндром;

в) жесткие трубы, соединяющие разрывной клапан/односторонний дроссель друг с другом.

Кроме того, должен быть обеспечен сбор рабочей жидкости, удаляемой или вытекающей из верхней части цилиндра.

Гидроцилиндр должен иметь устройство для выпуска воздуха.

Телескопический гидроцилиндр имеет следующие дополнительные требования:

а) между последовательными секциями должны быть установлены упоры, предотвращающие выход плунжеров из своих цилиндров;

б) если гидроцилиндр расположен под кабиной лифта прямого действия, то при нахождении кабины на полностью сжатых буферах расстояние в свету между последующими траверсами, а также между самой высокой траверсой и самой низкой частью кабины должно быть не более 0,30 м;

в) длина опорной поверхности каждой секции телескопического гидроцилиндра без внешних направляющих должна быть минимум в два раза больше диаметра соответствующего плунжера. Такие гидроцилиндры должны быть оборудованы механическими или гидравлическими синхронизаторами;

г) при использовании гидроцилиндров с гидравлическим синхронизатором должно быть предусмотрено электрическое устройство, предотвращающее пуск лифта при давлении, превышающем давление при полной нагрузке более чем на 20 %;

д) если в качестве синхронизатора используют канаты или цепи, то:

-должно быть не менее двух независимых каната или цепи;

-следует выполнять требования, предъявляемые к канатам;

-коэффициент запаса прочности должен быть минимум 12 для канатов и 10 для цепей. Расчет максимального усилия следует осуществлять с учетом силы, возникающей от давления при полной нагрузке и числа канатов (или цепей).

-должно быть предусмотрено устройство, которое в случае отказа работы синхронизаторов при движении кабины вниз, будет препятствовать превышению ее номинальной скорости более чем на 0,3 м/с.

Гидравлические средства контроля и устройства безопасности

В состав системы управления гидроприводом гидравлических лифтов плунжерного типа входят: запорный клапан, обратный клапан, предохранительный

клапан, клапаны направления, разрывной клапан, дросель (односторонний дросель). Они должны отвечать нижеприведенным требованиям.

Запорный клапан:

а) запорный клапан должен быть предусмотрен запорный клапан, установленный на участке соединения гидроцилиндра с обратным клапаном и клапаном движения вниз;

б) запорный клапан должен быть расположен в машинном помещении.

Обратный клапан:

а) обратный клапан должен быть предусмотрен обратный клапан. Он должен быть установлен на участке между насосом и запорным клапаном;

б) обратный клапан должен удерживать кабину лифта с номинальной нагрузкой в любой точке ее движения в случае падения давления на участке нагнетания ниже минимального рабочего давления;

в) закрытие обратного клапана должно быть осуществлено давлением рабочей жидкости от гидроцилиндра и по крайней мере одной перемещающейся по направляющим элементам пружины сжатия и/или под действием силы тяжести.

Предохранительный клапан:

а) предохранительный клапан должен быть установлен на участке между насосом и обратным клапаном. Рабочая жидкость должна возвращаться обратно в резервуар;

б) предохранительный клапан должен быть отрегулирован на предельное давление, составляющее 140 % давления при полной нагрузке.

Клапаны направления:

а) клапан движения вниз

Клапан движения вниз должен открываться подачей на него электропитания. Закрытие клапана должно выполняться давлением рабочей жидкости, передаваемой от гидроцилиндра, и не менее чем одной, перемещающейся по направляющим элементам, пружины сжатия;

б) клапан движения вверх

В качестве клапана движения вверх допускается использовать перепускной клапан. Его открытие должно осуществляться с помощью давления рабочей жидкости, передаваемой от гидроагрегата, и не менее чем одной, перемещающейся по направляющим элементам, пружиной сжатия.

Разрывной клапан:

Разрывной клапан, должен удовлетворять следующим условиям:

а) разрывной клапан должен быть способен остановить кабину при движении вниз и удерживать ее в неподвижном состоянии. Разрывной клапан должен сработать не позже момента увеличения скорости движения кабины вниз на 0,3 м/с;

б) разрывной клапан должен быть доступен для проведения регулирования и осмотра;

в) разрывной клапан должен быть:

- составной частью гидроцилиндра или непосредственно и жестко смонтирован на фланце или размещен рядом с гидроцилиндром и соединен с ним с помощью коротких жестких труб, имеющих сварные, фланцевые или резьбовые соединения или непосредственно смонтирован на гидроцилиндре посредством резьбового соединения. Другие типы соединений, такие как отжимные фитинги или фитинги с конической развальцовкой, не разрешаются для соединения разрывного клапана с гидроцилиндром;

г) на лифтах с несколькими гидроцилиндрами, работающими параллельно, возможно использование одного общего разрывного клапана или применение отдельного клапана на каждом гидроцилиндре, соединенных друг с другом для одновременного закрывания и исключения наклона пола кабины более чем на 5 % ее нормального положения;

д) разрывной клапан должен быть рассчитан также, как и гидроцилиндр;

е) в машинном помещении необходимо предусмотреть устройство с ручным управлением, с помощью которого можно добиться необходимого для срабатывания разрывного клапана расхода рабочей жидкости, не перегружая при этом

кабину лифта. Это устройство должно быть защищено от непреднамеренных действий, однако оно не должно блокировать устройства безопасности, относящиеся к гидроцилиндру;

ж) разрывной клапан является гидроаппаратом безопасности.

Дроссель/односторонний дроссель:

Дроссель/односторонний дроссель, должен удовлетворять следующим условиям:

а) в случае утечки из гидравлической системы дроссель должен предотвратить увеличение скорости движения кабины вниз с номинальной грузоподъемностью не более чем на 0,3 м/с номинального значения;

б) дроссель должен:

- быть доступным для проведения осмотра,
- являться составной частью гидроцилиндра, или
- быть смонтирован непосредственно и жестко на фланце, или
- быть расположен рядом с гидроцилиндром и соединен с ним с помощью коротких жестких труб, имеющих сварные, фланцевые или резьбовые соединения, или
- быть смонтирован непосредственно на гидроцилиндре с помощью резьбового соединения.

Другие типы соединений, такие как отжимные фитинги или фитинги с конической развальцовкой для соединения клапана от разрыва с гидроцилиндром, не разрешаются.

а) дроссель рассчитывают так же, как и гидроцилиндр;

б) в машинном помещении должно быть предусмотрено устройство с ручным управлением, с помощью которого можно добиться необходимого для срабатывания дросселя расхода рабочей жидкости, не перегружая при этом кабину лифта. Это устройство должно быть защищено от непреднамеренных действий. Защитное устройство не должно блокировать устройства безопасности, относящиеся к гидроцилиндру;

д) односторонний дроссель с наличием механически движущихся частей относится к устройствам безопасности и должен подвергаться проверке.

Сравнительные характеристики лифтовых лебедок различного конструктивного исполнения

Лебедки лифтов имеют конструкцию в значительной степени аналогичную конструкции электрореверсивных лебедок грузоподъемных машин производственного назначения. Их конструкция традиционно включает канатоведущий орган, редуктор, тормоз и электродвигатель, смонтированные на раме. Однако конкретная реализация конструкции узлов лифтовой лебедки может иметь особенности, связанные со спецификой применения и назначением лифта.

Конструкция лифтовой лебедки должна обеспечивать: безопасность применения, надежность и безотказность работы; бесшумность и низкую виброактивность; допустимый уровень ускорений и требуемую точность остановки кабины. В целях снижения трудоемкости технического обслуживания и ремонтных работ конструкция лебедки должна иметь минимальную массу и габариты.

Разнообразие условий применения и широкий диапазон параметров эксплуатационных характеристик лифтов предопределяют и значительное разнообразие конструктивных решений лебедок.

Лифтовые лебедки можно классифицировать по следующему ряду характерных признаков.

По типу канатоведущего органа: барабанные и с канатоведущими шкивами (КВШ).

По характеру кинематической связи приводного двигателя с канатоведущим органом: редукторные и безредукторные.

По типу применяемого редуктора: с глобоидными и цилиндрическими червячными передачами; с планетарными и волновыми передачами.

По наличию системы точной остановки: с системой точной остановки; без системы точной остановки.

По типу привода: с электроприводом переменного или постоянного тока; с приводом от гидродвигателя вращательного типа.

Характерные кинематические схемы лифтовых лебедок с КВШ приведены на рис. 3.4.

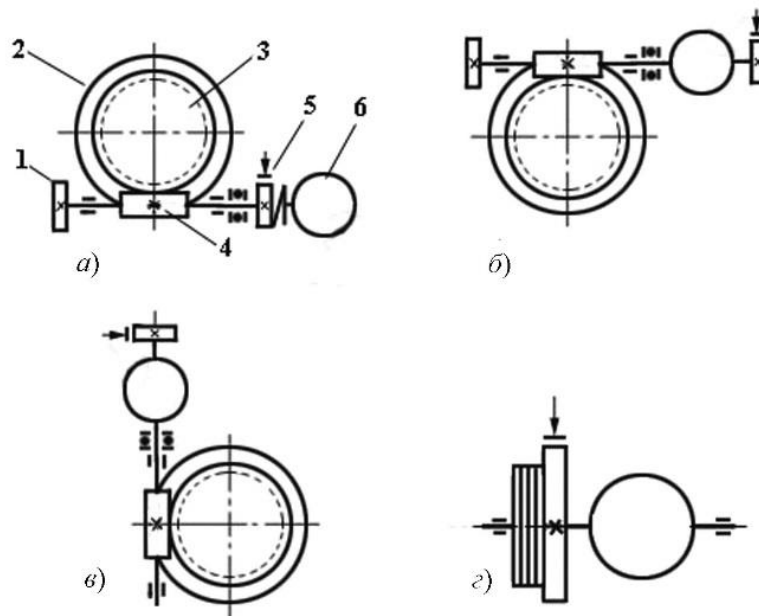


Рис. 3.4. Кинематические схемы лифтовых лебедок с КВШ:
а, б, в – с червячным редуктором; г – безредукторная лебедка

Требование компактности делает целесообразным использование быстроходных электродвигателей в лебедках обыкновенных лифтов массового применения.

Для передачи движения от быстроходных двигателей к канатоведущим органам применяются зубчатые или более компактные червячные передачи.

Зубчатые передачи планетарного типа могут составить конкуренцию червячным по компактности и КПД, несомненно уступая им по уровню шума, виброактивности и стоимости изготовления.

В условиях применения, где не предъявляются жесткие требования по минимизации уровня шума, но необходима повышенная компактность и КПД, успешно используют лебедки с планетарными редукторами, встроенными в КВШ или выполненные в виде отдельного редуктора. Примером такой конструк-

ции может служить лебедка отечественного производства с планетарным редуктором, встроенным в КВШ (рис. 3.5). Приводной двигатель и колодочный тормоз на не показаны.

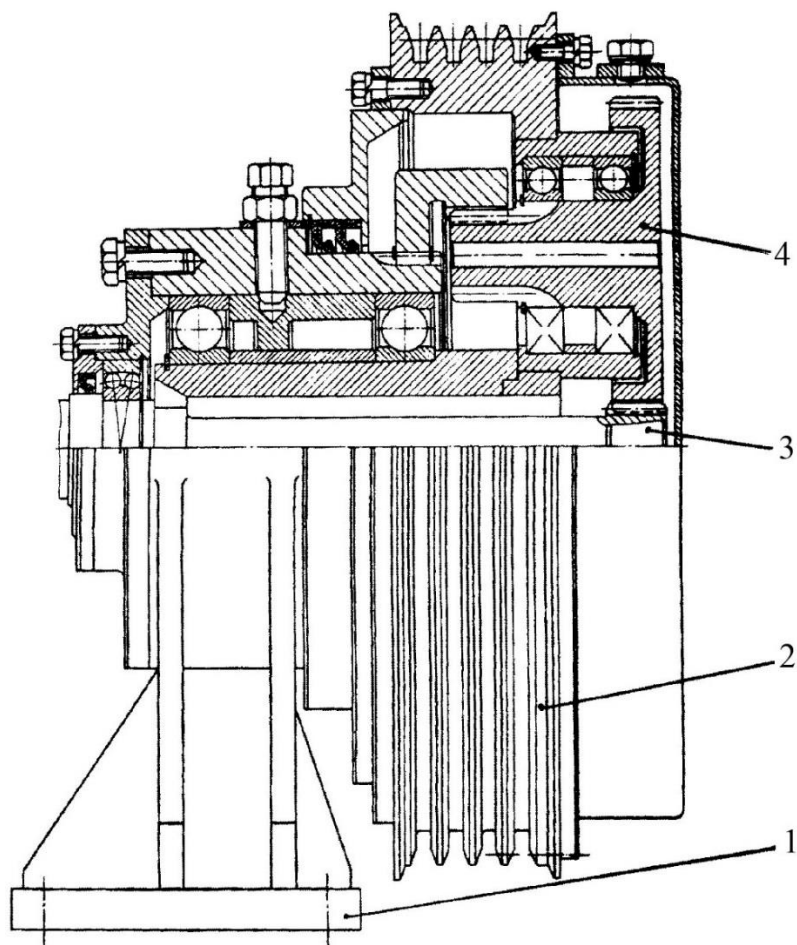


Рис. 3.5. Лебедка с планетарным редуктором, встроенным в КВШ:
1 – опора, 2 – КВШ, 3 – приводной вал редуктора, 4 – планетарный редуктор

В мировой и отечественной практике лифтостроения наибольшее распространение получили конструкции лебедок с червячными передачами и КВШ.

КВШ может устанавливаться на тихоходном валу консольно (см. рис. 3.4), на трехопорном или двухопорном валу с выносной опорной стойкой (вариант установки показан пунктиром на рис. 3.4, а).

Пролетная схема установки КВШ возможна в случае применения цилиндрической зубчатой передачи или червячного редуктора с цилиндрическим червяком.

При применении глобоидного червячного редуктора пролетная установка КВШ практически невозможна из-за чрезвычайно высокой чувствительности этого редуктора к точности сборки.

Характерным примером конструкции лифтовой лебедки с цилиндрической червячной передачей и пролетной установкой КВШ может служить лебедка фирмы КОНЕ (Финляндия) для грузового лифта грузоподъемностью 2000 кг (рис. 3.5). При трехопорной схеме установки КВШ сборку лебедки целесообразно производить в заводских условиях с соответствующим контролем точности. Практика применения таких лебедок показала, что снижение точности сборки может приводить к преждевременному разрушению тихоходного вала с весьма серьезными последствиями.

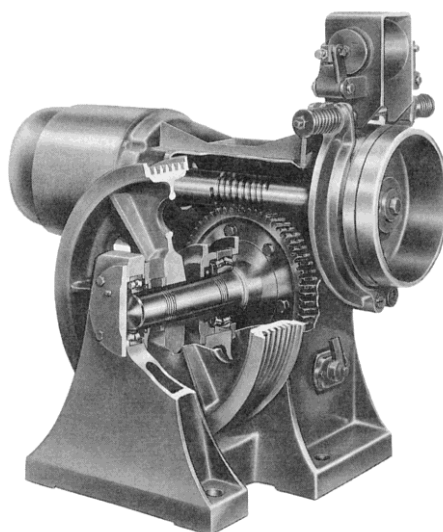


Рис. 3.5. Общий вид лебедки с двухопорной схемой установки КВШ

Пролетная установка КВШ обеспечивает большую устойчивость конструкции лебедки и позволяет уменьшить габариты подшипниковых узлов тихоходного вала редуктора.

При использовании глобоидных червячных передач консольная установка КВШ является единственно возможным решением.

В настоящее время отмечается устойчивая тенденция использования лебедок с отводным блоком, позволяющим существенно уменьшить диаметр и массу КВШ.

Наличие отводного блока позволяет проще приспособлять лебедку к лифтам с различным соотношением размеров кабины в плане.

Заметному снижению массы и габаритных размеров лебедки способствует применение высокооборотных электродвигателей и системы «мотор – червяк».

Примером таких решений может служить конструкция лебедок отечественного производства (АО «КМЗ») (рис. 3.6). Лебедки рассчитаны для работы с отводными блоками.

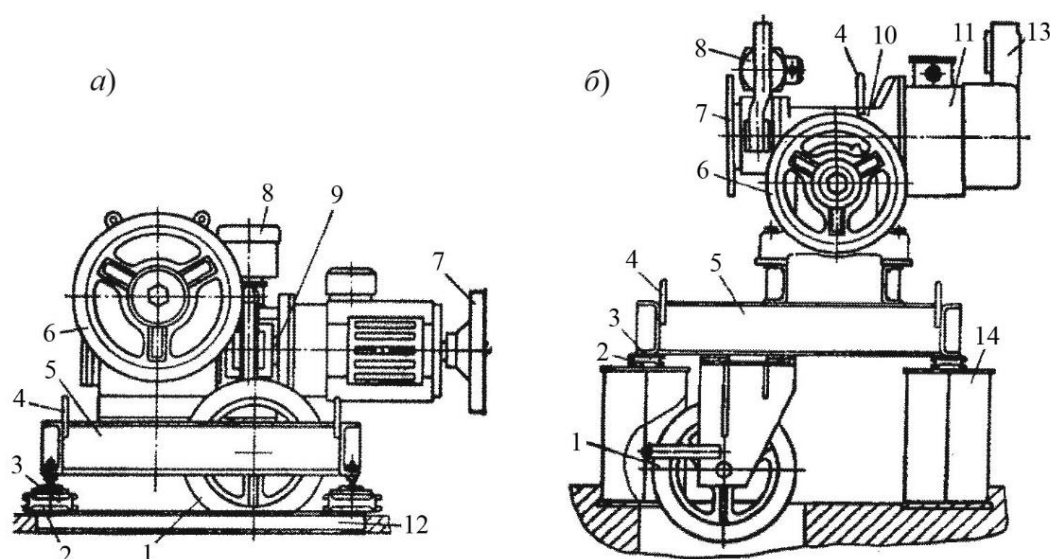


Рис. 3.6. Лебедки с отводным блоком:

а – с нижним расположением цилиндрического червяка; б – с верхним расположением системы «мотор – червяк»; 1 – отводной блок; 2 – чашка; 3 – амортизатор; 4 – скоба; 5 – рама; 6 – КВШ; 7 – штурвал; 8 – тормоз; 9 – муфта; 10 – редуктор; 11 – электродвигатель; 12 – подрамник; 13 – вентилятор; 14 – опорная стойка

При нижнем расположении червяка обеспечиваются хорошие условия смазки, но возникают проблемы с утечкой масла через уплотнительные узлы червячного вала.

Заметному снижению массы и габаритных размеров лебедки способствует применение высокооборотных электродвигателей и системы «мотор – червяк» с верхним расположением червяка.

Верхнее расположение червяка исключает возможность утечки масла, но ухудшаются условия смазки в зацеплении при пуске после длительного бездействия лебедки. Этот недостаток частично компенсируется применением двигателя с повышенной частотой вращения ротора (рис. 3.6, б).

Весьма компактную конструкцию имеет лебедка с вертикальным расположением червяка. (рис. 3.7).

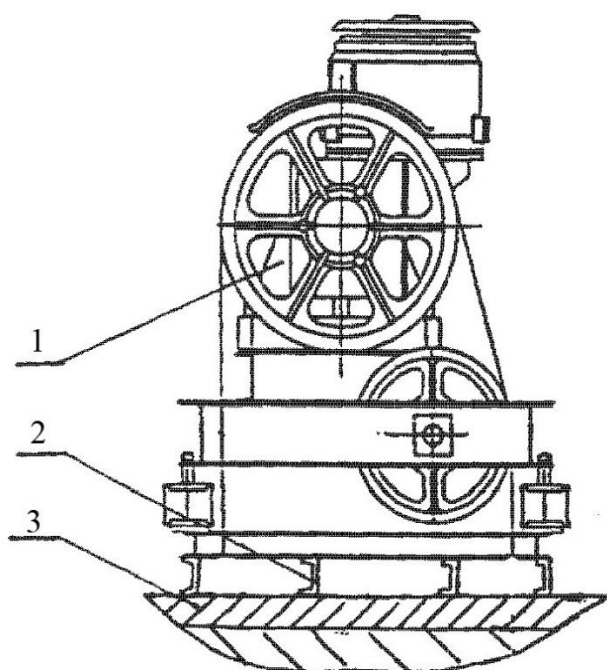


Рис. 3.7. Лебедка с вертикальным червяком:

1 – КВШ; 2 – подрамник; 3 – пол машинного помещения

Вертикальная установка червяка обеспечивает хорошие условия смазки и заметно снижает влияние колебаний, обусловленных эксцентриситетом центра масс ротора двигателя, так как они действуют на канатную подвеску кабины в поперечном направлении, а поперечный модуль упругости канатов существенно меньше продольного. Поэтому колебания практически не передаются кабине.

В конструкции скоростных лифтов применяются безредукторные лебедки с приводом от тихоходного двигателя постоянного тока (рис. 3.8).

КВШ устанавливается непосредственно на валу тихоходного двигателя. Для фиксации неподвижного состояния кабины используется колодочный тормоз нормально-замкнутого типа. Остановка кабины с необходимой точностью и допустимым ускорением замедления обеспечивается работой управляемого двигателя. Недостатками применения подобной конструкции лебедки являются ее высокая стоимость при несколько меньшей, чем у привода переменного тока, надежности; значительная масса и габаритные размеры.

Основное достоинство заключается в возможности обеспечения высокой точности остановки и плавности хода кабины при любых номинальных значениях скорости ее передвижения.

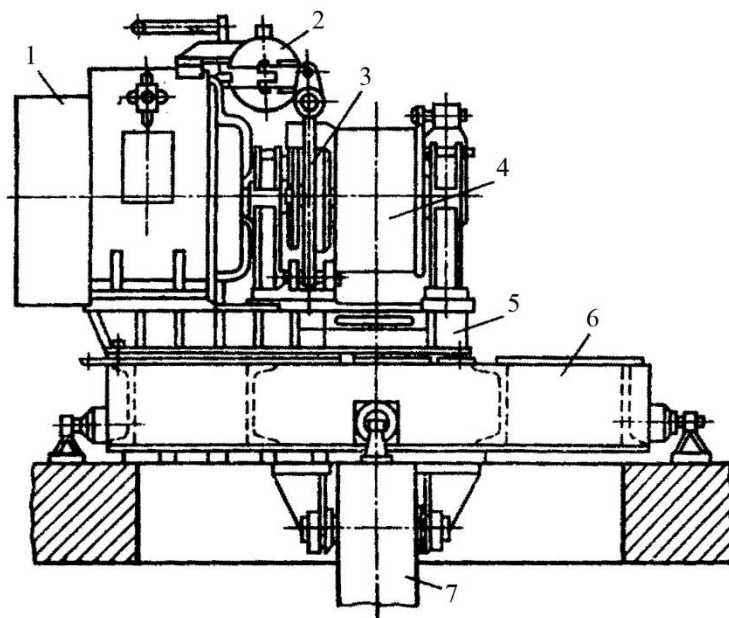


Рис. 3.8. Схема лебедки лифта без редуктора:

*1 – тихоходный электродвигатель постоянного тока; 2 – электромагнит; 3 – тормоз;
4 – КВШ; 5 – опора; 6 – рама; 7 – контршків*

В последнее время появилась необычная конструкция безредукторного привода лебедки на основе дискового двигателя трехфазного переменного тока типа EcoDisc с постоянным подмагничиванием и регулированием частоты вращения ротора посредством электронной системы управления частотой и амплитудой питающего напряжения.

Эта конструкция разработана фирмой КОНЕ для пассажирского выжимного лифта без машинного помещения грузоподъемностью 630 кг при скорости движения кабины 1 м/с (см. рис. 3.9). Фирма предлагает аналогичное решение для лифтов со скоростью движения кабины до 2,5 м/с. Лифты этого типа успешно эксплуатируются в Европе.

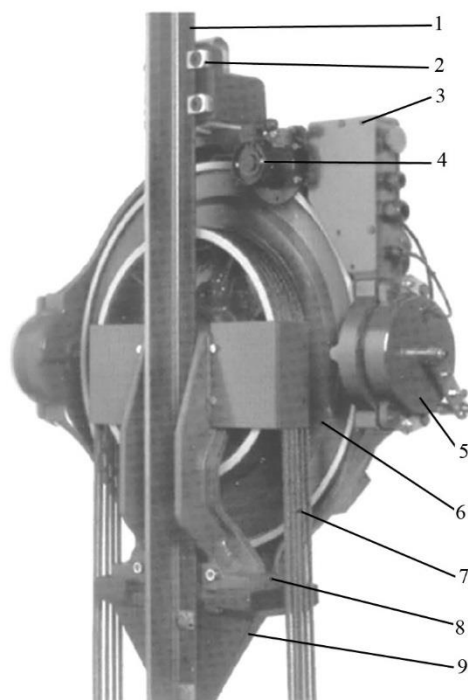


Рис. 3.9. Безредукторная лебедка с дисковым электродвигателем переменного тока EcoDisk:
1 – направляющая кабины; 2, 8 – прижимные планки крепления лебедки; 3 – клеммная коробка;
4 – тахогенератор системы управления работой двигателя; 5 – электромагнит растормаживающий;
6 – дисковый ротор с КВШ и тормозным шкивом; 7 – канаты тяговые; 9 – корпус лебедки

Параметры новой лебедки выгодно отличаются от традиционного редукторного исполнения: масса лебедки составляет 190 кг вместо 430 кг; мощность двигателя – 3,5 кВт вместо 5,5 кВт. Лебедка нового типа не требует заливки масла.

Крепление лебедки производится на направляющей кабины в верхней части шахты.

КВШ выполнен единым блоком с дисковым ротором двигателя и тормозным шкивом. Применяется колодочный тормоз с автономной системой растормаживания каждой колодки. Номинальная частота вращения КВШ – 95 об/мин. Диаметр КВШ составляет 400 мм. Точность остановки кабины $\Delta = \pm 10$ мм.

Отражением несомненного прогресса в лифтостроении может служить наметившаяся в настоящее время тенденция использования частотно-регулируемого привода переменного тока как в лифтовых лебедках, так и в системах привода автоматических дверей кабины.

Привод переменного тока с частотным регулированием начинает применяться в лифтах со скоростью движения кабины до 17 м/с.

Редукторы лифтовых лебедок

В редукторах лифтовых лебедок преимущественное распространение получили червячные передачи (рис. 3.10) в силу ряда очевидных преимуществ: возможность получения больших передаточных чисел в одной паре, плавность и бесшумность работы.

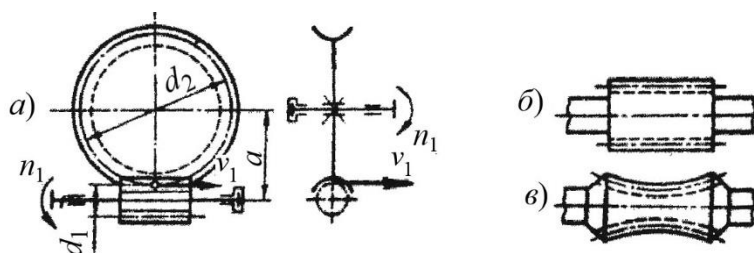


Рис. 3.10. Схема червячной передачи лифтового редуктора:

а — червячная передача; б — червяк цилиндрический; в — червяк глобоидный

Недостатком червячной передачи является сравнительно низкий КПД, повышенный износ в связи с большими скоростями скольжения в зацеплении, склонность к задирам и заеданию контактирующих поверхностей.

Как и в зубчатых передачах, червячная передача характеризуется величиной диаметра делительной окружности червяка d_1 и колеса d_2 , межцентровым расстоянием a . Однако в отличие от цилиндрических зубчатых передач передаточное число червячного редуктора не определяется соотношением диаметров делительных окружностей, так как начальные окружности (цилиндры) не обкатываются, а скользят.

Скорость скольжения V_s , при относительно небольших углах подъема винтовой линии червяка, соизмерима с его окружной скоростью V_1 :

$$V_s = \sqrt{V_1^2 + V_2^2} \quad (3.12)$$

$$V_s = V_1 / \cos \gamma \quad (3.13)$$

где $V_1 = \pi \cdot d_1 \cdot n_1 / 60$ – окружная скорость червяка, м/с; $V_2 = \pi \cdot d_2 \cdot n_2 / 60$ – окружная скорость червячного колеса, м/с; γ – угол подъема винтовой линии червяка, рад; $tg = V_2 / V_1$; n_1, n_2 – число оборотов червяка и червячного колеса, об/мин.

При $\gamma < 30^\circ$ скорость скольжения $V_s > V_1$. Значительные скорости скольжения делают передачу весьма чувствительной к качеству смазки и склонной к повышенному износу.

Передаточное число червячного редуктора определяется соотношением

$$U = n_1 / n_2 = Z_2 / Z_1 \quad (3.14)$$

где Z_1, Z_2 – число заходов червяка и число зубьев червячного колеса.

В зарубежных конструкциях лифтов преимущественно применяются редукторы с цилиндрическим червяком.

В нашей стране до недавнего времени отдавалось предпочтение глобоидным передачам.

Глобоидные червячные передачи обладают повышенной нагрузочной способностью, так как в зацеплении с зубом червяка одновременно находится несколько зубьев и линии контакта зубьев с червяком располагаются практически перпендикулярно вектору скорости скольжения, что способствует образованию непрерывной масляной пленки на трущихся поверхностях.

Благоприятные условия смазки способствуют устранению заедания в червячном зацеплении.

Увеличение площади контактной поверхности позволяет использовать более дешевые сорта бронзы и дает некоторую экономию цветных металлов. Именно это обстоятельство предопределило предпочтительное применение глобоидных передач в лифтовых лебедках отечественного производства в послевоенный период. Наряду с очевидными достоинствами глобоидные передачи имеют весьма существенные недостатки.

Значительно сложнее технология изготовления глобоидных передач. Практическое отсутствие оборудования для шлифовки глобоидного червяка исключило возможность его термической обработки, что, в свою очередь, привело к снижению усталостной прочности, уменьшению КПД и повышенному износу зубьев колеса в связи с наличием существенных микронеровностей на поверхности червяка.

Отсутствие аналитической теории и использование экспериментальных зависимостей существенно усложняет процесс проектирования.

Глобоидные передачи весьма критичны к точности сборки и регулировке осевого положения червяка и колеса.

Снижение точности сборки и регулировки глобоидной передачи влечет за собой резкое снижение КПД и может вызвать заклинивание червячного зацепления. В связи с этим исключалась возможность применения пролетной схемы установки КВШ с выносной опорой. Доминирующим решением стала консольная установка КВШ и связанное с этим увеличение габаритов подшипников выходного вала редуктора.

К недостатку глобоидной передачи следует отнести и наличие небольших кинематических колебаний окружной скорости червячного колеса, которые могут служить одной из причин вибрации кабины.

Длительный опыт эксплуатации отечественных лебедок с глобоидными передачами, а также опыт иностранных фирм убедительно свидетельствует о целесообразности возврата к цилиндрическим червячным передачам.

Поэтому в последнее время в практике отечественного лифтостроения намечалась устойчивая тенденция применения цилиндрических червячных передач как при производстве лифтов, так и при модернизации действующего лифтового оборудования.

Червячные передачи с эвольвентным цилиндрическим червяком более технологичны и менее критичны к точности сборки. Хорошо отработана технология изготовления и термической обработки червяка.

Наличие аналитической теории расчета может служить основой оптимизации параметров этих передач.

К недостаткам цилиндрических передач следует отнести более высокий уровень контактных давлений, что делает необходимым использовать более дорогостоящие сорта бронзы для зубчатого венца червячного колеса. Несколько ухудшаются условия смазки в зацеплении (рис. 3.11).

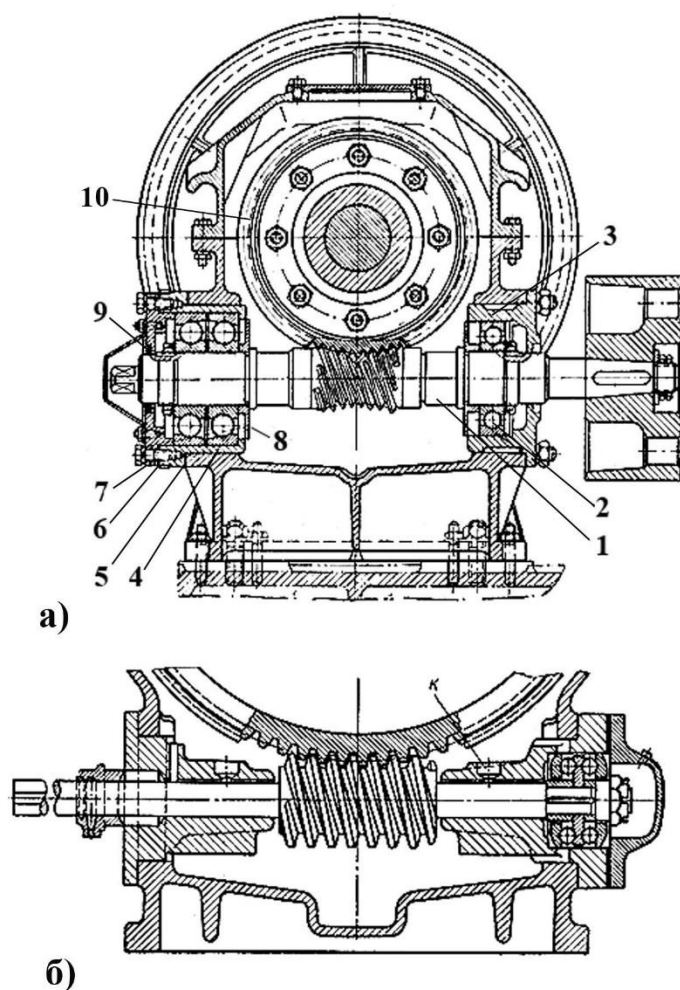


Рис. 3.11. Конструкция червячной передачи:

а – с глобoidным червяком; б – с цилиндрическим червяком; 1 – червяк; 2 – радиальный подшипник; 3 и 4 – стаканы; 5 – прокладки регулировочные; 6 – прокладка, 7 – крышка; 8 – маслоотражающее кольцо; 9 – манжетное уплотнение; 10 – колесо червячное

На рис. 3.11, б показано применение радиальных подшипников скольжения в цилиндрической червячной передаче с целью снижения уровня шума. В качестве упорного подшипника применяется более компактный шариковый.

В лифтовых лебедках применяют три варианта расположения червяка редуктора: нижнее горизонтальное, верхнее горизонтальное и вертикальное.

Нижнее расположение червяка широко применяется в отечественной и зарубежной практике. Такое конструктивное решение имеет ряд преимуществ. Прежде всего обеспечиваются хорошие условия смазки червячного зацепления. Низкое расположение центра тяжести делает лебедку более устойчивой и компактной.

Основным недостатком является утечка масла через уплотнения червячного вала. Это требует постоянного внимания обслуживающего персонала и увеличивает расход масла. Возникают дополнительные гидродинамические сопротивления, связанные с перемешиванием масла вращающимся червяком.

Утечка масла полностью устраняется в лебедках с верхним и вертикальным расположением червяка.

Лебедки с верхним расположением цилиндрического червяка успешно применяются в лифтах зарубежного и отечественного производства. На *рис. 3.12* представлен фрагмент конструкции редуктора отечественного производства с верхним расположением червячного вала, который одновременно является валом ротора двигателя.

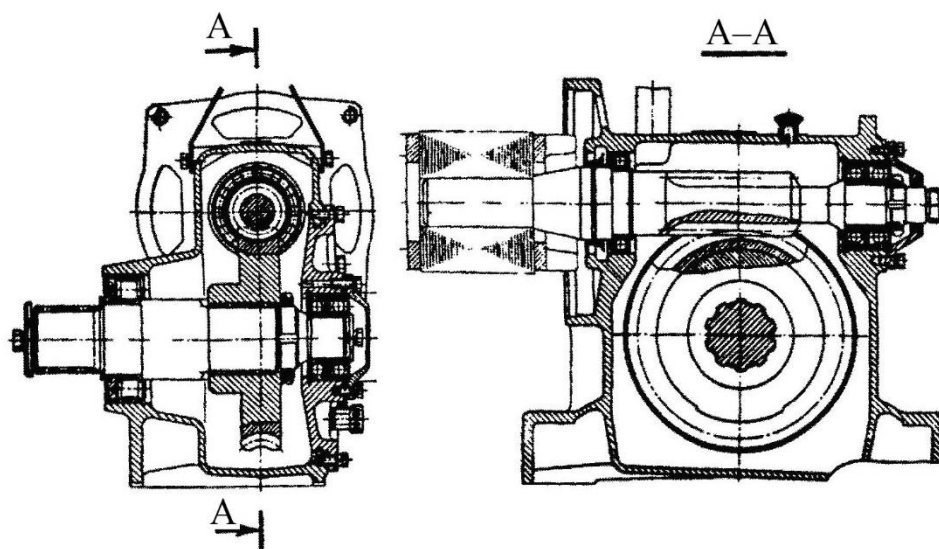


Рис. 3.12. Редуктор с верхним расположением цилиндрического червяка

Применение системы мотор-червяк позволяет отказаться от использования соединительной муфты. При этом снижаются виброактивность редуктора, масса и габариты лебедки. Уменьшается трудоемкость ремонтных работ и технического обслуживания.

В редукторе с цилиндрической червячной передачей отсутствует регулировка осевого положения червяка, принципиально важная для глобоидной передачи.

Недостатком редуктора с верхним расположением червяка является ухудшение условий смазки зацепления после длительного простоя лифта.

Остаточная масляная пленка не гарантирует жидкостное трение в момент пуска двигателя.

Для компенсации этого недостатка и повышения несущей способности масляной пленки целесообразно увеличивать скорость скольжения контактирующих поверхностей червячного зацепления за счет применения двигателя с повышенной частотой вращения ротора.

Вертикальное расположение червяка позволяет заметно улучшить условия смазки червячного зацепления и исключает утечку масла, так же как и при верхнем горизонтальном расположении червяка. При такой конструкции редуктора несколько увеличиваются потери энергии за счет перемешивания масла червяком, частично погруженным в масляную ванну.

В грузовых лифтах и в тех случаях, когда уровень шума не лимитирован, могут использоваться червячно-зубчатые передачи. При этом может применяться открытая зубчатая передача с внутренним зацеплением колеса, встроенного в КВИШ.

Специальные условия применения лифтов могут делать целесообразным применение более компактных планетарных передач. Однако, все альтернативные решения являются всего лишь исключением из сложившейся практики преимущественного использования червячных передач.

Отечественные и зарубежные производители лифтового оборудования обычно располагают хорошо отработанным рядом лифтовых лебедок, поэтому проектирование механизмов подъема сводится к расчетному обоснованию параметров и выбору узлов из существующего набора конструкций.

Расчет червячных редукторов лифтовых лебедок не имеет особой специфики за исключением необходимости учета значительной консольной нагрузки на выходной вал при консольной установке КВШ. Специфичен и характер нагрузок, определяемый назначением и режимом работы лифта.

Выбор редуктора с глобоидным и цилиндрическим червяком при консольной установке КВШ может производиться аналогичным образом и должен обеспечивать выполнение следующих необходимых условий:

$$U_p \geq U_0; [M] \geq M_s; [P] \geq P_k; IB_p \geq IB_n, \quad (3.15)$$

где U_p, U_0 – табличное и расчетное значение передаточного числа редуктора; $[M], M_s$ – табличное значение допускаемого момента на тихоходном валу и величина расчетного эквивалентного момента, Нм; $[P], P_k$ – табличное значение допускаемой консольной нагрузки на тихоходном валу и расчетная консольная нагрузка, кН; IB_p, IB_n – табличное значение продолжительности включения редуктора и проектируемого лифта.

Передаточное число редуктора определяется с учетом кинематической схемы лифта по следующей формуле:

$$U_0 = \frac{\pi \cdot D \cdot n_n}{V \cdot U_n \cdot 60}, \quad (3.16)$$

где D – расчетная величина диаметра КВШ (барабана), м; n_n – номинальное значение частоты вращения вала двигателя, об/мин; V – расчетное значение величины скорости кабины, м/с; U_n – величина кратности полиспаста подвески кабины.

Расчет величины эквивалентного крутящего момента вала КВШ производится с учетом вероятностного характера изменения нагрузки

$$M_{\text{э}} = P_{\text{max}} \cdot \frac{D}{2} \cdot K_{\text{э}} \cdot 10^{-3}, \text{ Нм}, \quad (3.17)$$

где P_{max} – максимальная окружная нагрузка КВШ в режиме подъема неуравновешенного груза, кН; $K_{\text{э}}$ – коэффициент эквивалентности реальной диаграмме нагрузки.

Для лифтов с противовесом $K_{\text{э}}$ принимается в диапазоне от 0,7 до 0,9.

Для лифтов с барабанной лебедкой без противовеса $K_{\text{э}} = 0,85 \div 0,95$ в зависимости от интенсивности работы лифта.

Величина расчетной консольной нагрузки $P_{\text{к}}$ определяется для режима, в котором окружная нагрузка КВШ принимает наибольшее значение P_{max} .

Расчетная мощность двигателя обычно определяется величиной P_{max} по формуле

$$N_{\text{д}} = \frac{P_{\text{max}} \cdot V \cdot U_{\text{н}}}{\eta_{\text{м}}}, \text{ кВт}, \quad (3.18)$$

где $\eta_{\text{м}}$ – среднее значение КПД механизма лебедки, принимается в зависимости от типа и параметров редуктора в диапазоне от 0,7 до 0,8.

Поверочный расчет редуктора, в случае необходимости, может производиться традиционными методами.

Тормозные устройства лифтовых лебедок

Тормоз предназначен для замедления движения машины или механизма, полной остановки и надежной фиксации неподвижного состояния.

Лебедка лифта должна быть оборудована автоматически действующим механическим тормозом нормально-замкнутого типа:

а) тормозной момент должен создаваться с помощью пружины сжатия или груза;

б) тормоз должен состоять из двух систем торможения, все механические элементы тормоза, задействованные в процессе приложения усилия к тормозному барабану или диску, должны дублироваться, в том числе толкатель электромагнита;

в) каждая из систем торможения должна создавать усилие торможения, достаточное для остановки и удержания кабины с грузом, масса которого равна номинальной грузоподъемности лифта;

г) применение ленточных тормозов не допускается;

д) лебедка, для которой предусмотрено ручное перемещение кабины должна быть оборудована устройством для ручного растормаживания. При прекращении воздействия на это устройство действие тормоза должно автоматически восстанавливаться.

В лифтовых лебедках используются колодочные тормоза нормально-замкнутого типа с электромагнитной растормаживающей системой.

Назначение тормоза лифтовой лебедки зависит от типа привода.

В лебедках с нерегулируемым приводом тормоз используется для обеспечения необходимой точности остановки и надежного удержания кабины на уровне этажной площадки, тогда как в лебедках с регулируемым приводом тормоз предназначен только для фиксации неподвижного состояния кабины, т. е. наложение тормоза происходит только после того как скорость движения кабины станет равной нулю.

Для наиболее распространенных конструкций колодочных тормозов лифтовых лебедок характерно наличие независимых тормозных пружин каждой колодки, а в некоторых случаях – и независимых растормаживающих электромагнитов.

Тормозные накладки закрепляются на колодках посредством винтов, заклепок или приклеиванием термостойким клеем и обеспечивают угол обхвата тормозной полумуфты от 70° до 90° .

Материал накладок должен обеспечивать высокое и стабильное значение коэффициента трения в широком диапазоне температур, хорошую теплопроводность для исключения местного перегрева поверхности трения и высокую износостойкость.

Кинематические схемы колодочных тормозов весьма разнообразны (рис. 3.13). Они отличаются способом создания тормозного усилия и особенностями конструкции механизма растормаживания.

Схема тормоза, представленная на рис. 3.13, а, характерна для лебедок пассажирских и грузопассажирских лифтов с нижним расположением вала червяка и для безредукторных лебедок скоростных лифтов. Тормоз грузовых лифтов обычно выполняется по схеме, приведенной на рис. 3.13, б. Лебедки с верхним горизонтальным и вертикальным расположением червяка оборудуются колодочными тормозами, изготовленными по схеме рис. 3.13, в.

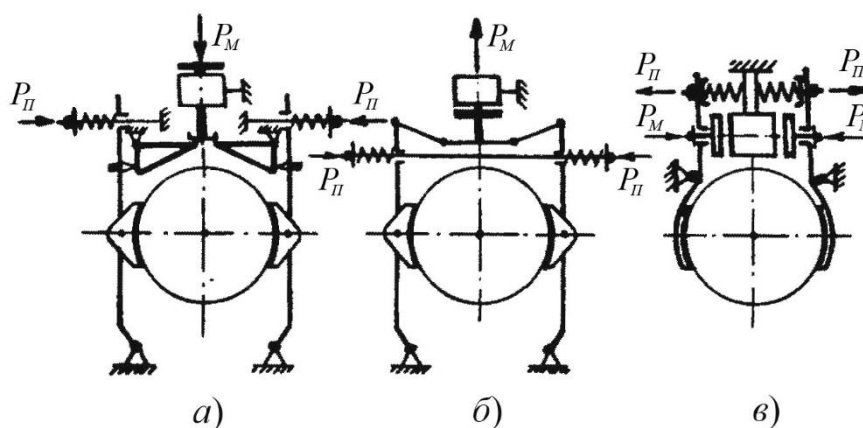


Рис. 3.13. Схемы колодочных тормозов лифтовых лебедок:

а – с коротко-ходовым электромагнитом; б – с длинно-ходовым электромагнитом; в – с коротко-ходовым горизонтально расположенным электромагнитом

Тормозное усилие в этих тормозах создается цилиндрическими пружинами, тогда как выключение тормоза осуществляется электромагнитами постоянного или переменного тока, получающими электропитание в момент включения двигателя лебедки.

Тормозные электромагниты различаются величиной хода подвижного сердечника (якоря) и подразделяются: на коротко-ходовые и длинно-ходовые.

Тяговое усилие, развиваемое длинноходовым электромагнитом переменного тока, зависит от зазора между неподвижным магнитопроводом и подвижным сердечником (якорем). В момент включения катушки магнита зазор макси-

мальный, а тяговое усилие имеет наименьшую величину, которая достигает максимальное значение только в конце хода якоря, для удержания тормозных колодок в расторможенном состоянии.

Увеличение тягового усилия магнита в конце хода сердечника вызывает повышенную силу удара у длинно-ходовых электромагнитов, что может приводить к расшихтовке магнитопровода катушки и к заклиниванию рычажной системы.

У коротко-ходовых электромагнитов диапазон изменения тягового усилия невелик и потребляемый ток катушки при перемещении сердечника изменяется незначительно.

Электромагниты переменного тока отличаются повышенным быстродействием и более высоким уровнем шума. В связи с этим они находят применение в грузовых лифтах промышленного применения (рис. 3.14).

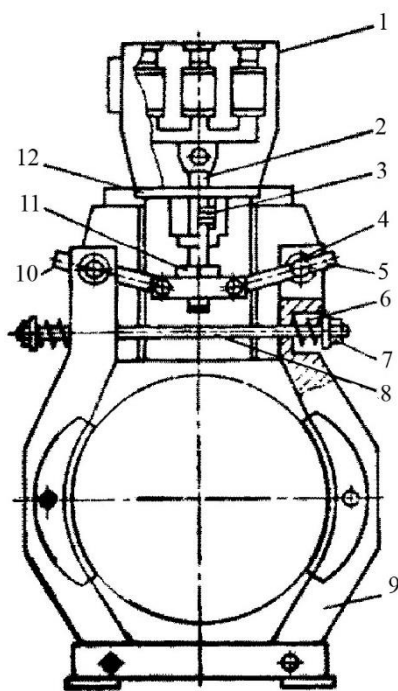


Рис. 3.14. Колодочный тормоз с длинно-ходовым электромагнитом переменного тока:

- 1 – корпус электромагнита; 2 – шток электромагнита; 3 – демпфер; 4 – шарниры;
5, 10 – тяги; 6 – тормозные пружины; 7 – гайки регулировочные; 8 – шпилька; 9 – рычаг;
11 – серьга; 12 – кронштейн

При включении электромагнита шток 2 через тяги 4 и 10 разводит рычаги с тормозными колодками 9 в стороны от тормозной полумуфты.

При отключении магнита одновременно с выключением двигателя шток 2 под действием силы тяжести якоря и силы сжатия пружин 6 опускается вниз, колодки сжимают тормозную полумуфту, прекращая ее вращение. Для уменьшения уровня шума в момент включения тормоза используется демпфер 3.

Существенным недостатком колодочного тормоза с электромагнитом переменного тока является высокая вероятность выхода из строя катушки магнита в момент включения при аварийном заклинивании рычажной системы. Связано это с тем, что при максимальном зазоре между магнитопроводом и сердечником, в момент включения электромагнита тормоза, сопротивление катушки переменному току мало и ток в 10–20 раз превышает ток установившегося режима, а катушки этих тормозных электромагнитов рассчитаны только на кратковременную токовую перегрузку.

Существенным недостатком электромагнитов переменного тока является повышенный уровень шума в связи с вибрацией набора пластин стали магнитопровода при перемагничивании.

В конструкциях колодочных тормозов зарубежного и отечественного производства чаще применяются коротко-ходовые электромагниты постоянного тока, так как они меньше шумят и имеют лучшие тяговые характеристики (рис. 3.15).

Для исключения такой возможности необходимо форсировать нарастание тока в катушке магнита в момент включения или обеспечить опережающее включение питания магнита.

Колодки тормоза прижимаются к тормозной полумуфте предварительно сжатыми калиброванными по усилию пружинами 11. Установочный размер пружины указывается на металлической бирке, закрепленной на пружине. Регулировка сжатия пружин производится гайками 1.

Винты 13 служат для регулировки радиального зазора между тормозной полумуфтой и поверхностью колодок при выключенном тормозе.

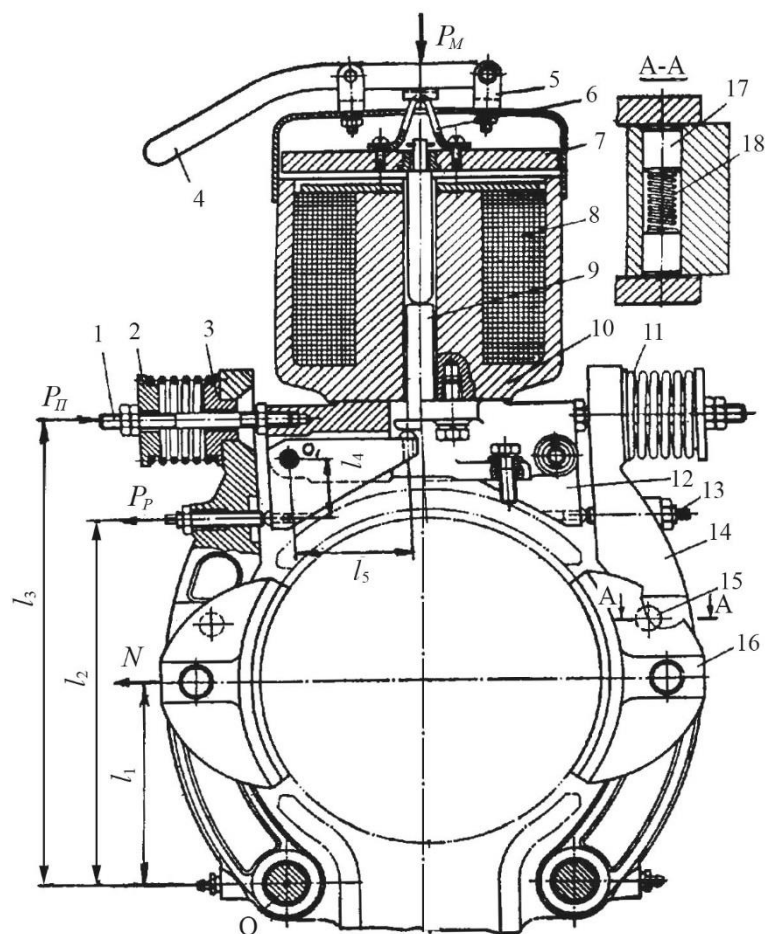


Рис. 3.15. Тормоз с вертикальным расположением электромагнита постоянного тока:
 1 – шпилька; 2 – фасонная шайба; 3 – втулка опорная; 4 – рычаг; 5 – вилка; 6 – подставка;
 7 – якорь; 8 – катушка магнита; 9 – шток; 10 – корпус магнита; 11 – пружина; 12 – двуплечий
 рычаг; 13 – винт регулировочный; 14 – рычаг; 15 – фиксатор колодки; 16 – колодка; 17 – палец;
 18 – пружина

При включении электромагнита или при нажатии на рычаг ручного выключения 4 якорь 7 электромагнита опускается вниз и через шток 9 воздействует на рычаги 12 так, что колодки отходят от тормозной полумуфты.

На рис. 3.16 представлена более технологичная конструкция колодочного тормоза.

Отличительной особенностью данного тормозного устройства является жесткая установка более простых по конструкции колодок 11, 12 на рычагах 10

и меньшая металлоемкость всех остальных элементов конструкции за счет использования легких сплавов. Принципы действия и регулировки тормоза полностью аналогичны рассмотренной выше конструкции.

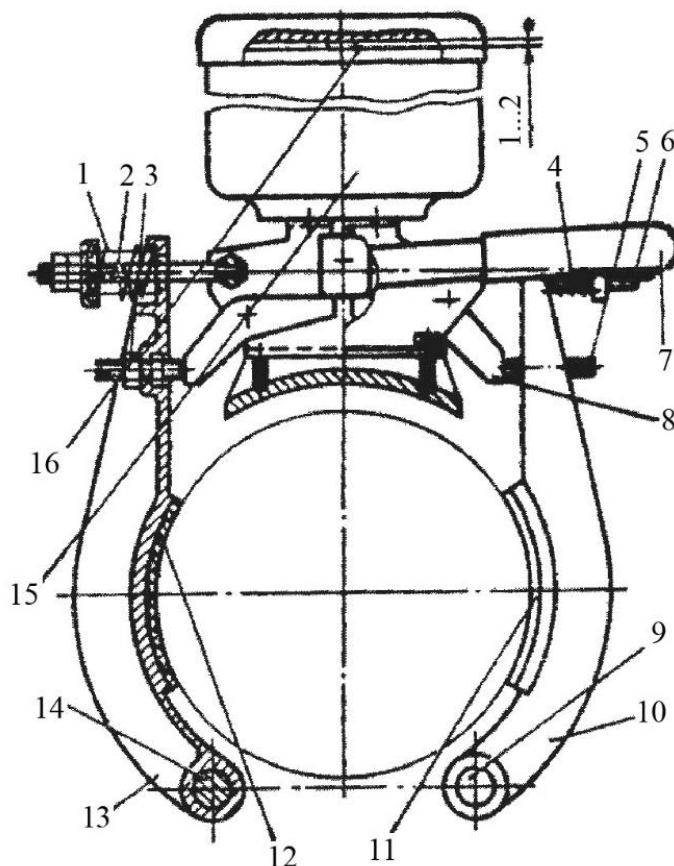


Рис. 3.16. Колодочный тормоз с вертикальным электромагнитом и жесткой установкой колодок:

1, 4 – пружины; 2 – шпилька; 3, 6 – гайки; 5 – винт; 7 – рычаг выключения тормоза; 8 – двуплечий рычаг; 9, 14 – шарнир; 10, 13 – рычаг; 11 – колодка; 12 – тормозная накладка; 15 – электромагнит; 16 – якорь электромагнита

На лебедках с горизонтальным и вертикальным червяком применяется тормоз с горизонтальным расположением электромагнитов постоянного тока (рис. 3.17).

Как и в ранее рассмотренной конструкции, колодки 2 жестко закреплены на рычагах 4. Электромагнит расположен горизонтально. Зазор между якорем 11 и торцевой поверхностью электромагнита 10 регулируется гаечным ключом 5 пу-

тем вращения винтов 13 с предварительным ослаблением затяжки гаек 12. В целях снижения уровня шума этот зазор рекомендуется устанавливать на уровне 0,3–0,4 мм.

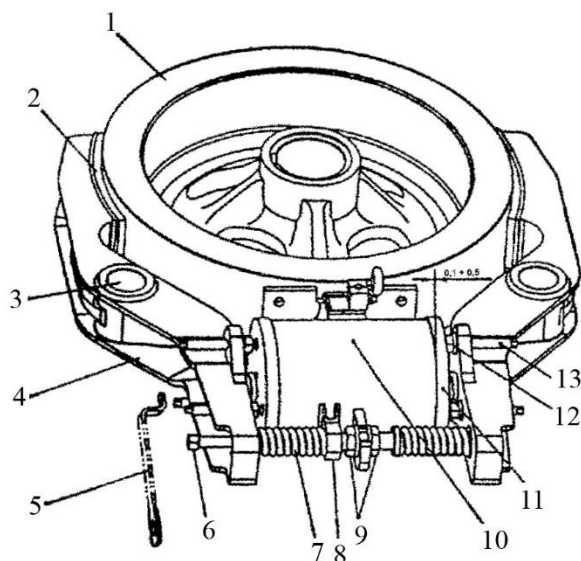


Рис. 3.17. Колодочный тормоз фирмы ОТИС с горизонтальным расположением растормаживающих магнитов:

*1 – тормозной шкив; 2 – тормозная колодка; 3 – шарнир; 4 – рычаг; 5 – гаечный ключ;
6 – шпилька регулировки предварительного сжатия пружин; 7 – тормозная пружина;
8, 9, 12 – гайки; 10 – электромагнит тормоза; 11 – якорь электромагнита; 13 – винт регулировки радиального отхода колодки*

Регулировка тормозного момента производится посредством ключа 5 путем вращения шпильки 6 и гаек 8, 9.

Ручное выключение тормоза производится не показанным на схеме рычагом.

Жесткая установка колодок (см. *рис. 3.15* и *рис. 3.16*) не гарантирует 100%-ного контакта тормозной колодки с тормозной полумуфтой после сборки лебедки. Площадь контакта составляет 60–70% рабочей поверхности тормозной накладки. Приблизительно через месяц эксплуатации лифта она достигает 90–99%. Тормоз начинает работать более жестко, и требуется немного ослабить силу предварительного сжатия тормозных пружин. Такова плата за упрощение конструкции тормоза.

Расчетная величина тормозного момента определяется для наиболее тяжелого эксплуатационного режима при движении кабины с номинальным грузом.

Тормозной момент в расчетном эксплуатационном режиме

$$M_T = \frac{P_{\max} \cdot D \cdot \eta_n}{2 \cdot U_p} \cdot K_T, \quad (3.19)$$

где $P_{\max}$ – максимальное значение величины окружного усилия КВШ в наиболее тяжелом эксплуатационном режиме, при номинальном грузе, кНм; η_n – прямой КПД при номинальных оборотах двигателя; D – расчетное значение величины диаметра КВШ, м; U_p – передаточное число редуктора; K_T – коэффициент запаса тормозного момента.

По наибольшей величине тормозного момента M_T выбирается тип колодочного тормоза.

3.3 Кабина

Назначение и устройство кабины лифта. Технические требования

Кабина – это часть лифта, предназначенная для размещения людей и (или) грузов при их перемещении с одного уровня на другой (ТР ТС 011/2011).

Лифты могут оборудоваться непроходными и проходными кабинами в зависимости от планировки и назначения соответствующего здания или сооружения.

Проходная кабина отличается наличием двух закрываемых дверей, расположенных на ее противоположных сторонах или второй дверью, расположенной с боковой стороны кабины.

Непроходная кабина оборудуется только одной дверью (не считая аварийной двери для перехода из кабины одного лифта в другой, которые размещаются в одной шахте).

Конструкция кабины и установленные в ней устройства и оборудование должны отвечать требованиям безопасности, комфортности условий транспортировки пассажиров и пожаростойкости.

Оборудование кабины должно иметь низкую виброактивность в широком диапазоне частот.

Между канатной подвеской и каркасом, между каркасом и купе кабины необходимо устанавливать амортизаторы для снижения шума и вибрации, распространяемых от лебедки по канатам в салон кабины.

Неблагоприятное воздействие вибрации на организм человека зависит от частоты и амплитуды колебаний.

Основные требования к конструкции кабин лифтов отражены в Техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 011/2011 и ГОСТ Р 53780 и приведены ниже.

Кабина лифта должна быть рассчитана на нагрузки, возникающие при рабочем режиме и испытаниях лифта.

Ограждение кабины

Кабина лифта, допускающая транспортирование людей, должна иметь сплошные стены, пол, потолочное перекрытие (крышу) и входные проемы для доступа пользователей и/или грузов. В потолочном перекрытии (крыше) допускаются проемы для аварийных люков и в стенах кабины для аварийных дверей.

Стены кабины должны выдерживать нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную под прямым углом в любой ее точке изнутри кабины с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация не допускается.

Для ограждения кабины допускается применение многослойного стекла в соответствии с нижеприведенной таблицей:

Плоские стеклянные панели, используемые для стен кабины

Каждое стекло должно иметь маркировку с указанием следующей информации:

- а) наименования и торговой марки фирмы-поставщика стекла;
- б) типа стекла;
- в) толщины [например, 8 (4 + 4 + 0,76)].

Стена кабины со стеклом, установленным ниже 1100 мм от уровня пола, должна быть оборудована поручнем, установленным на высоте 900-1100 мм и

закрепленным независимо от стекла. Поручни должны выдерживать горизонтальную нагрузку 440 Н и вертикальную нагрузку - 1270 Н, приложенные одновременно в любой точке.

При использовании многослойного стекла, не отвечающего требованиям проводят испытания на удар маятника в соответствии с ГОСТ Р 53781.

Потолочное перекрытие (крыша кабины), на которую возможен выход персонала должна отвечать следующим требованиям:

- зона возможного размещения обслуживающего персонала на крыше кабины должна выдерживать без остаточной деформации нагрузку 2000 Н, приложенную на площадке размером 200×400 мм.

- на крыше кабины должна быть предусмотрена свободная площадка для обслуживающего персонала площадью не менее $0,12 \text{ м}^2$. Размер меньшей стороны площадки должен быть не менее 250 мм.

- если зазор, измеренный в горизонтальной плоскости, перпендикулярной к внешнему краю крыши кабины, до ограждения шахты превышает 300 мм, то крыша кабины со стороны этого зазора должна быть оборудована ограждением. При измерении зазора имеющиеся в ограждении шахты ниши размером менее 300×300 мм (ширина $\times$ высота) не учитывают.

В конструкцию ограждения должны входить поручень, обшивка понизу высотой 0,1 м и поперечина, расположенная на середине высоты ограждений. Ограждение должно выдерживать горизонтальную нагрузку 300 Н, приложенную к поручню.

Высота ограждения должна составлять не менее 1100 мм. Допускается использовать складные ограждения, положение которых должно контролироваться электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности, при установке ограждения. Вместо обшивки ограждения понизу допускается использовать отбортовку края крыши кабины высотой не менее 30 мм.

Зазор, измеренный в горизонтальной плоскости, между наружным краем поручня и оборудованием, расположенным в шахте (противовес, выключатели, направляющие, кронштейны и т. п.), должен быть не менее 100 мм.

Стекло, применяемое для потолочного перекрытия кабины, должно быть ламинированным (многослойным) и выдерживать без остаточной деформации нагрузку 2000 Н, приложенную на площадке размером 200×400 мм, в любом месте на крыше кабины.

На крыше кабины должны быть предусмотрены:

- а) аппараты управления лифтом в режиме «Ревизия»;
 - б) устройство для остановки лифта (кнопка «Стоп»), которое должно размыкать цепь безопасности при ручном воздействии на него.
 - в) электрическая розетка для подключения электрического инструмента
- напряжение питания которой, должно быть не более 24 В.

Под порогом кабины на всю ширину дверного проема должен быть установлен вертикальный щит заподлицо с передней кромкой порога.

Вертикальная часть щита должна заканчиваться скосом, угол которого с горизонтальной плоскостью должен быть не менее 60° . Проекция этого скоса на горизонтальную плоскость должна составлять не менее 20 мм.

Высота вертикальной части щита, включая высоту порога кабины, должна быть не менее 750 мм.

У кабины лифта, перемещающейся по наклонно установленным направляющим (в пределах 15°), указанный щит должен быть установлен параллельно внутренней поверхности стены шахты со стороны входа в кабину.

Допускается применение складного щита, положение которого следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при невозврате щита в рабочее состояние.

Вертикальный щит должен выдерживать нагрузку, равную 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см^2 и

приложенную под прямым углом в точке, отстоящей от края щита не менее чем на 200 мм, с деформацией, не превышающей 75 мм.

Высота кабины, измеренная от пола до потолочного перекрытия, должна быть не менее 2000 мм. При определении высоты кабины, находящиеся на потолочном перекрытии и выступающие не более 50 мм элементы (плафоны, решетки, багеты и т. д.) не учитываются.

Высота в свету входного проема кабины лифта, допускающей транспортирование людей, должна быть не менее 2000 мм и не менее высоты двери шахты.

Двери кабины

Входной проем кабины должен быть оборудован дверью. Дверь кабины должна быть сплошной, за исключением:

а) вертикально-раздвижных дверей грузовых лифтов, в которых запрещено транспортирование людей, где допускается применение сетки или перфорированного листа. Размеры ячеек сетки или отверстий перфорированного листа должны быть не более 10 мм по горизонтали и 60 мм по вертикали;

б) раздвижных решетчатых дверей грузовых лифтов, которые управляются из кабин лифтером (проводником), или в которых запрещено транспортирование людей, при этом просвет между полосами должен быть не более 120 мм при закрытых дверях кабин.

Зазор между створками двери кабины, между обвязкой дверного проема и створками или между створками и порогом при закрытой двери должен быть не более 8 мм. Распашные двери кабины не должны открываться наружу.

Если двери шахты оборудованы смотровыми окнами, то дверь кабины также должна быть оборудована смотровыми окнами, за исключением автоматических дверей кабины, которые остаются в открытом положении, когда кабина стоит на уровне этажной площадки.

Смотровое окно должно выдерживать нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см², приложенную под прямым углом в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей

15 мм, при этом остаточная деформация после снятия нагрузки не допускаются. Смотровое окно должно быть расположено на двери кабины так, чтобы визуально совмещаться со смотровым окном (окнами) двери шахты, когда кабина находится на уровне этажной площадки.

Двери кабины в закрытом положении должны выдерживать нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную изнутри кабины перпендикулярно к плоскости двери в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация и изменение функционирования после снятия нагрузки не допускаются.

Каждое стекло должно иметь маркировку с указанием:

- а) наименования и торговой марки фирмы - поставщика стекла;
- б) типа стекла;
- в) толщины (например: 16 (8 + 8 + 0,76)).

При использовании многослойного стекла, не отвечающего требованиям вышеприведенной таблицы, проводят испытания на удар маятника в соответствии с ГОСТ Р 53781.

Обращенная в кабину поверхность автоматических раздвижных дверей не должна иметь впадин или выступов более 3 мм. Кромки впадин и выступов менее 3 мм должны быть скошены в направлении открывания дверей или закруглены. Требование не распространяется на изготовленные из сетки или перфорированного листа вертикально-раздвижные двери.

Горизонтально-раздвижные двери с автоматическим приводом и складчатые двери должны соответствовать нижеприведенным требованиям:

- усилие, необходимое для предотвращения закрывания двери, не должно превышать 150 Н, за исключением первой трети перемещения двери. Кинетическая энергия двери шахты и механических деталей, с которыми эта дверь жестко связана, при средней скорости закрывания должна быть не более 10 Дж;

- среднюю скорость закрывания раздвижной двери вычисляют для всего пути ее перемещения за вычетом:

а) 25 мм от крайних положений створок в случае дверей центрального открывания;

б) 50 мм от крайних положений створки в случае дверей бокового открывания.

Для реверсирования закрывающихся дверей при воздействии или перед воздействием створок на препятствие, находящееся в дверном проеме, предусматривают автоматическое устройство реверсирования.

Устройство реверсирования устанавливают на кабине. Допускается устанавливать это устройство на двери шахты. Последние 50 мм перемещения каждой ведущей створки двери могут находиться вне воздействия этого устройства.

В случае одновременного действия соединенных между собой дверей кабины и шахты требования настоящего пункта остаются в силе для их объединенного дверного механизма.

При наличии режима закрывания дверей с отключенным реверсом кинетическая энергия дверей должна быть не более 4 Дж.

Усилие, необходимое для предотвращения открывания складчатой двери, не должно превышать 150 Н. Измерение этого усилия следует проводить на открытой двери, при этом расстояние между соседними наружными краями панелей или между наружным краем панели и порталом двери должно быть (100 ± 10) мм.

Вертикально-раздвижные двери должны соответствовать нижеприведенным требованиям:

- вертикально-раздвижные двери могут быть применены только у грузового лифта, в котором не допускается транспортирование пассажиров. При этом:

а) створки должны быть подвешены не менее чем на двух независимых несущих элементах;

б) коэффициент запаса прочности несущих элементов должен быть не менее 8;

в) створки двери, закрываемой (открываемой) вручную, должны быть уравновешены;

г) несущие элементы должны быть защищены от схода с канавок шкивов или звездочек.

Дверь кабины должна быть оборудована электрическим устройством безопасности, контролирующим закрытие двери кабины, размыкающим цепь безопасности при ее открытии и предотвращающим движение кабины при открытых дверях, за исключением случаев когда:

а) у лифта с автоматическими дверями шахты и кабины допускается их открывание при приближении кабины к этажной площадке, когда расстояние от уровня пола кабины до уровня пола этажной площадки не превышает 200 мм, при этом скорость движения кабины должна быть не более 0,63 м/с.

б) у грузового лифта допускается доведение кабины до уровня этажной площадки при проведении погрузочно-разгрузочных работ при открытых дверях шахты и кабины при нахождении уровня пола кабины в пределах 200 мм от уровня пола этажной площадки, при этом скорость движения кабины должна быть не более 0,3 м/с.

Если горизонтально-раздвижная дверь кабины состоит из нескольких соединенных прямой кинематической связью створок (например, система рычагов), указанное электрическое устройство безопасности допускается устанавливать:

а) только на одну створку (быструю створку в случае многостворчатых дверей);

б) на привод дверей, имеющий прямую кинематическую связь со створками.

У горизонтально-раздвижной двери кабины, состоящей из нескольких имеющих косвенную кинематическую связь створок (посредством каната, ремня или

цепи), указанное электрическое устройство безопасности допускается устанавливать только на ведомую створку при условии, что ведущая створка имеет прямую кинематическую связь с приводом дверей.

Для кабин, у которых должна быть исключена возможность открытия дверей изнутри кабины, вне зоны отпирания дверей шахты, дверь кабины должна быть оборудована автоматическим замком или запираться кинематически одновременно с закрытием дверей кабины.

Автоматический замок должен соответствовать следующим требованиям:

а) должен запирает дверь кабины прежде чем кабина отойдет от уровня этажной площадки на расстоянии 200 мм;

б) должен исключать отпирание двери изнутри кабины;

в) движение кабины должно быть возможным после перемещения запирающего элемента автоматического замка двери кабины не менее чем на 7 мм в ответную часть замка в соответствии с нижеприведенным рисунком;

г) запирающее устройство автоматического замка двери кабины должно непосредственно воздействовать на электрическое устройство безопасности, размыкающее цепь безопасности при незапертых дверях. Допускается применение электрических контактов принудительного размыкания с использованием промежуточных элементов при наличии электрического контроля контактов в цепях безопасности дверей кабины;

д) при приложении к запертой двери кабины усилия 300 Н в направлении ее открывания не должно происходить отпирание двери;

е) замок двери кабины должен быть испытан в соответствии с ГОСТ Р 53781;

ж) на замке должна быть установлена табличка с указанием фирмы изготовителя и идентификационного номера.

В лифте, у которого предусмотрена возможность самостоятельного освобождения пользователей из кабины лифта, находящейся в зоне отпирания дверей шахты, усилие открывания дверей кабины лифта должно быть не более 300 Н.

Аварийные люки и двери

При оборудовании кабины аварийным люком его размер в свету должен быть не менее 350×500 мм. Аварийный люк должен быть сплошным, не должен открываться внутрь кабины и в открытом положении выступать за габариты кабины.

Люк должен быть оборудован замком с ключевойной, отпираемым с наружной стороны кабины без ключа, а изнутри кабины ключом.

Кабину допускается оборудовать аварийной дверью для перехода людей в кабину соседнего лифта при выполнении следующих условий:

- а) дверь не должна открываться наружу;
- б) створка двери должна быть сплошной;
- в) расстояние между кабинами должно быть не более 750 мм;
- г) в проходе между кабинами не должны размещаться тяговые канаты, вертикально расположенные провода и кабели;
- д) проход между кабинами не должен пересекать зону движения противовеса;
- ж) аварийная дверь должна быть оборудована замком с ключевойной, отпираемым с наружной стороны кабины без ключа, а изнутри кабины ключом.

Запирание аварийной двери и люка должно контролироваться электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при их отпирании.

После отпирания аварийной двери или люка возврат в режим нормальной эксплуатации должен проводить обслуживающий персонал.

Вентиляция кабины

Кабина, предназначенная для перевозки пассажиров, со сплошными дверями должна быть оборудована вентиляционными отверстиями, расположенными вверху и внизу кабины.

Площадь вентиляционных отверстий как в верхней, так и в нижней части кабины, должна составлять не менее чем по 1 % полезной площади пола кабины. При расчете площади вентиляционных отверстий можно учитывать площадь зазоров, имеющихсЯ вокруг дверей кабины, и которая может составлять до 50 % необходимой площади вентиляционных отверстий.

Вентиляционные отверстия должны быть выполнены или размещены так, чтобы через них не прошел изнутри кабины в шахту стержень диаметром 10 мм.

Ловители. Башмаки

Кабина должна быть оборудована соответствующими ловителями, останавливающими и удерживающими на направляющих (даже в случае обрыва подвески) движущуюся вниз кабину с номинальным грузом (противовес или уравновешивающее устройство кабины) при их включении от действия ограничителя скорости на скорости его срабатывания.

Кабина должна быть оборудована башмаками. Конструкция башмаков должна исключать выход кабины из направляющих, самопроизвольной посадки кабины на ловители, а также ограничение горизонтального перемещения кабины относительно направляющих.

В кабине лифта должны быть указаны:

- а) грузоподъемность в кг;
- б) вместимость (число человек);
- в) изготовитель лифта;
- г) заводской номер.

Допускается указывать заводской номер на кабине в любом доступном для персонала месте.

Основу конструкции кабины составляют металлоконструкции несущего каркаса, который с помощью устройства, называемого подвеской, надежно соединяется с тяговыми канатами подъемной лебедки.

Каркас с помощью скользящих или роликовых башмаков центрируется на жестких направляющих, которые исключают заметные поперечные колебания

кабины, и гарантирует постоянство расстояний между движущимися и неподвижными частями лифта в шахте.

В нижней или верхней части каркаса, в непосредственной близости от башмаков, смонтированы ловители, по одному с каждой стороны кабины.

Ловители включаются автоматически и затормаживают кабину относительно направляющих при аварийном превышении скорости движения, надежно удерживая ее на направляющих после остановки.

Описание конструкции кабины

В нижней части каркаса кабины должны предусматриваться прочные опорные поверхности, необходимые для взаимодействия с упорами или буферами в прямке при аварийном проходе кабиной нижней посадочной площадки.

На каркасе жестко или через амортизаторы устанавливается купе кабины.

Пол кабины жестко связан с конструкцией купе или служит грузовой платформой устройства контроля нагрузки, смонтированного на раме каркаса.

Передняя часть купе оборудуется закрываемыми дверями той или иной конструкции с устройствами, исключающими возможность движения кабины при открытых створках.

При наличии автоматических дверей их привод устанавливается на верхней балке дверей кабины, связанной с потолочной конструкцией кабины, в которой обычно монтируются светильники.

Внутри кабины находятся приказной пост управления пассажирами, индикаторные устройства и система связи с обслуживающим персоналом.

Внутренняя отделка купе должна учитывать назначение лифта и специфические особенности контингента пользователей. Так, в жилых зданиях массовой застройки предпочтение следует отдавать антивандальным решениям и более практичной внутренней отделке.

На рис. 3.18 приведена конструкция кабины пассажирского лифта с полиспастной подвеской и металлической конструкцией купе, боковые стенки которого собираются из тонкостенных, профилированных панелей, выполненных из стального листа.

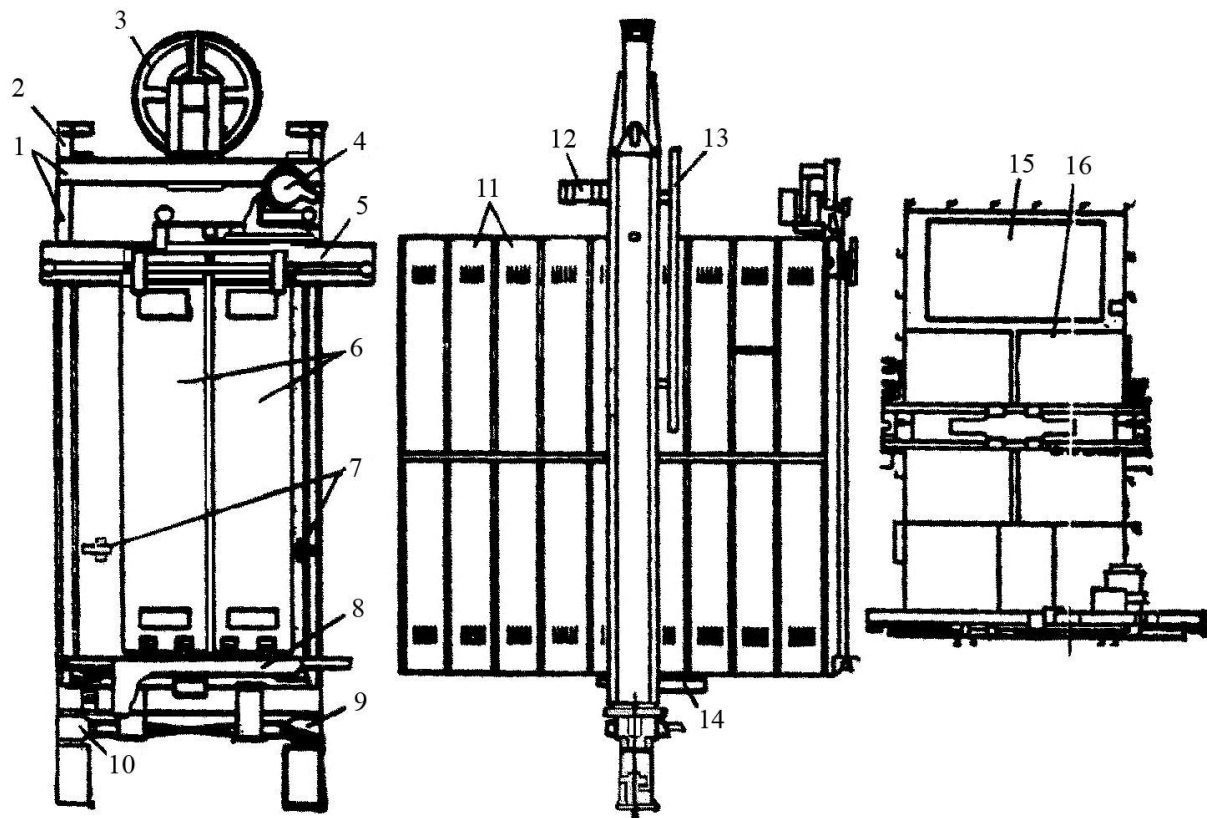


Рис. 3.18. Кабина пассажирского лифта с металлической конструкцией купе:

- 1 – металлоконструкции каркаса кабины; 2 – башмак; 3 – блок полиспастной подвески;
 4 – привод автоматических дверей; 5 – балка дверей кабины; 6 – створки; 7 – фотоэлектрическая система контроля наличия пассажира в дверном проеме; 8 – порог дверей; 9, 10 – ловители;
 11 – профилированные стальные листы стенки купе; 12 – датчик точной остановки кабины;
 13 – шунт датчиков замедления, 14 – устройство контроля загрузки кабины; 15 – люк; 16 – потолок (колпак) купе

Каркас кабины 1 состоит из верхней и нижней балок, соединенных между собой стояками, на который устанавливается и закрепляются конструкции пола, потолка и модулей купе кабины.

Сборная металлическая конструкция купе модульного типа является перспективным решением, отражающим отечественный и зарубежный опыт. При-

менение тонкостенных панелей из профилированной стали повышает технологичность, пожаростойкость конструкции купе при некотором снижении материалоемкости.

Повышению пожаростойкости способствует применение дверей специальной конструкции с жароустойчивым наполнителем и окраска стен купе термостойким лаком.

Конкурентная борьба на рынке лифтовой продукции, стремление к снижению стоимости и повышению технологичности конструкции приводит к появлению различных вариантов конструкции кабин.

Изменения коснулись не только внешнего вида и характера отделки. Существенно изменилась конструкция несущего каркаса.

В некоторых случаях вместо традиционной нижней балки используется грузовая платформа коробчатой конструкции, связанная с верхней балкой вертикальными или наклонными стойками. Наклонная установка стоек и наличие жесткой конструкции платформы исключает необходимость применения подкосов для глубоких кабин.

Облицовка купе выполняется из профилированных тонкостенных стальных панелей с прочным и вандалостойким покрытием, отвечающим требованиям пожарной безопасности. Примером такого решения может служить конструкция кабины, схематично представленная на *рис. 3.19*. Схема дает представление об особенностях конструкции несущего каркаса и порядке сборки купе кабины из профилированных тонкостенных панелей. Отличительной особенностью данного решения является отсутствие традиционной нижней балки каркаса кабины и замена ее грузовой платформой коробчатой сварной конструкции.

Для соединения потолка 3 купе с платформой 1 устанавливаются угловые боковые панели 5 и задняя стенка 6. После этого продолжается установка и болтовое крепление остальных панелей ограждения купе. Панели соединяются между собой болтами 10, а в труднодоступных местах – специальными пружи-

нящими зажимами, которые вставляются в овальные отверстия панелей. Конструкция панелей 7 существенно облегчает процесс сборки купе и обеспечивает его достаточную жесткость при небольшой массе.

Щитовые конструкции купе кабин с панелями из ДСП, широко используемые до недавнего времени, не отвечали требованиям пожаростойкости и вандалостойкости, не отличались высокой технологичностью сборки.

В настоящее время отмечается устойчивая тенденция перехода к сборным конструкциям из тонкостенных профилированных панелей и комбинированным решениям с использованием высокопрочного стекла для кабин обзорного типа, используемых в лифтах с установкой в углублениях наружных стен зданий.

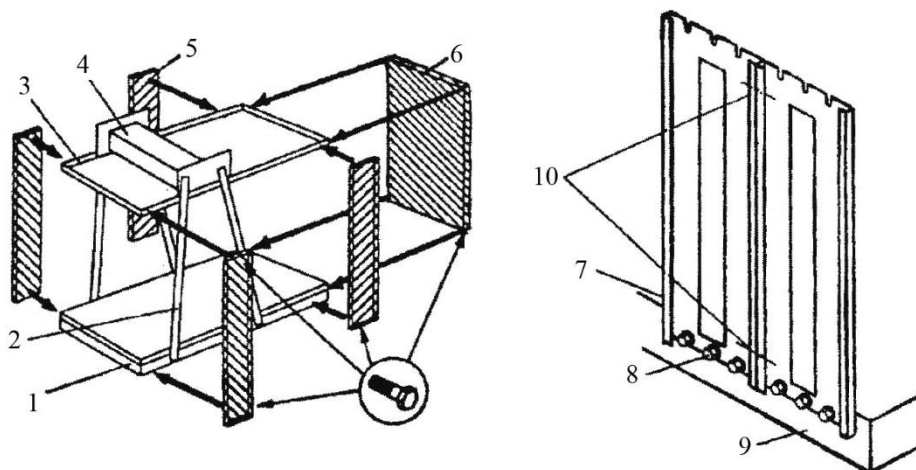


Рис. 3.19. Схема конструкции и сборки купе кабины модульного типа:

1, 9 – грузовая платформа; 2 – наклонные стойки каркаса кабины; 3 – потолок; 4 – верхняя балка каркаса; 5 – панели боковые; 6 – задняя стенка купе; 7 – конструкция тонкостенной панели; 8 – болтовое соединение панели с платформой; 10 – соединение панелей

Каркас кабины

Каркас кабины должен обладать достаточной прочностью и жесткостью, гарантируя безопасную работу лифта в рабочих, испытательных и аварийных режимах.

Конструкция каркаса собирается из стального проката или, в последнее время, из специально изготовленных гнутых профилей. Применяются сварные и болтовые соединения.

В нижней части каркаса предусматриваются опорные поверхности для взаимодействия с буферами в приямке шахты. С боковых сторон каркаса, в верхней и нижней его части, устанавливаются башмаки.

Характерные конструктивные схемы каркасов кабин представлены на *рис. 3.20*.

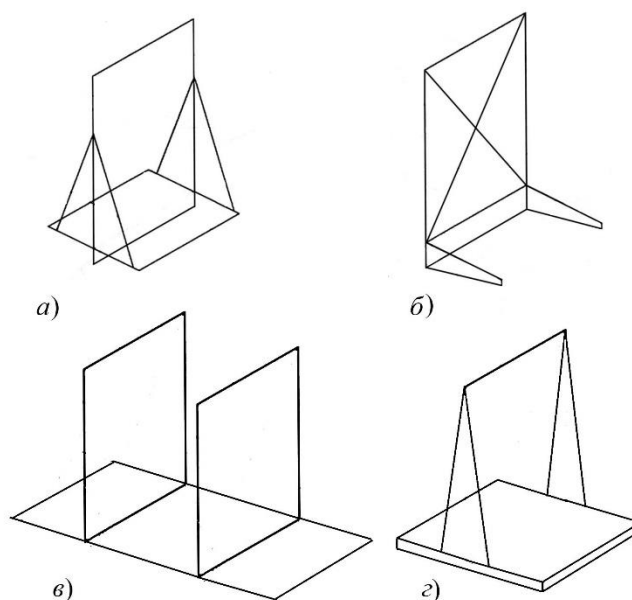


Рис. 3.20. Схема каркаса кабины:

а – с вертикальной и горизонтальной рамой; б – с консольной горизонтальной рамой; в – с двумя вертикальными рамами; г – с грузовой платформой и наклонными стойками

Традиционно каркас кабины состоит из вертикальной и горизонтальной рамы. Вертикальная рама обычно состоит из верхней и нижней горизонтальной балки.

Для глубоких кабин и кабин лифтов, загружаемых напольным транспортом, характерно наличие подкосов, закрепляемых на расстоянии $1/8$ – $1/10$ глубины кабины, считая от передней части горизонтальной рамы (*рис. 3.20, а*). Каркас с консольной горизонтальной рамой применяется в гидравлических лифтах и в лифтах без машинных помещений (*рис. 3.20, б*). Вертикальная рама оборудуется подкосами поперечной жесткости.

В грузовых лифтах повышенной грузоподъемности, предназначенных для транспортировки длинномерных грузов, каркас кабины может иметь две вертикальные рамы, подвешенные к тяговым канатам двух отдельных лебедок

(рис. 3.20, в). Для исключения перекоса в канатной системе предусматриваются уравнивательные блоки.

В последнее время наметилась тенденция к отказу от применения традиционной нижней балки вертикальной рамы каркаса. Ее роль стала играть жесткая коробчатая конструкция грузовой платформы, рамы пола. Ловители устанавливаются по бокам верхней балки, а вертикальные стойки в ряде случаев заменяются наклонными, что позволяет исключить подкосы и получить достаточно жесткую конструкцию каркаса кабины связь стоек с платформой (рис. 3.20, г).

Роль верхней балки каркаса в конструкции каркасов выжимных лифтов и лифтов с цилиндрической формой кабины может играть усиленная конструкция колпака купе.

Наиболее нагруженной частью каркаса кабины является вертикальная рама. К ней крепятся тяговые и уравнивающие канаты. На ней устанавливается горизонтальная рама с оборудованием, купе.

Вертикальная рама воспринимает динамические нагрузки при посадке кабины на буфер и ловители.

Верхняя и нижняя балки каркаса обычно имеют одинаковую конструкцию и собираются из швеллеров или гнутого стального профиля.

Стойки вертикальной рамы крепятся к балкам посредством болтов и выполняются из прокатного или гнутого стального профиля. С целью увеличения жесткости болтовых соединений используются косынки из стального листа.

Момент сопротивления изгибу стоек обычно в 8–12 раз меньше соответствующего момента сопротивления балок. В связи с этим при рабочих деформациях вертикальной рамы изгибающие моменты заделки стоек имеют незначительную величину, что позволяет производить прочностной расчет балок и стоек независимо, по упрощенной методике.

Конструкция горизонтальной рамы каркаса кабины непосредственно воспринимает действие сил тяжести купе, груза и инерционных сил в рабочих и аварийных режимах.

Характер работы металлоконструкций горизонтальной рамы существенно связан с наличием и конструкцией взвешивающего устройства. Так, при применении взвешивающего устройства с подвижным полом нагрузка на раму передается через опоры осей рычажной подвески пола, а при отсутствии взвешивающего устройства – непосредственно щитовой конструкцией пола.

Прочностной расчет каркаса кабины, противовеса и прочих несущих элементов конструкции лифта ведется обычно по допускаемым напряжениям с учетом вида материала конструкции, характера деформаций и режима работы оборудования. Ниже приводятся основные положения прочностного расчета, которые применяются при проектировании лифтов конструкторскими коллективами практически всеми лифтостроительными заводами.

Конструкция пола и устройств контроля загрузки кабины

Горизонтальная рама каркаса кабины вместе с полом образует несущую конструкцию грузовой платформы.

Полы могут иметь деревянную, металлическую или комбинированную конструкцию.

Кабины могут оборудоваться подвижными и неподвижными полами в зависимости от назначения лифта, наличия и особенностей конструкции системы контроля ее загрузки.

Неподвижные полы устанавливаются в кабинах грузовых, больничных лифтов и в пассажирских лифтах с устройством контроля времени загрузки кабины или в тех случаях, когда применяемый метод контроля нагрузки не требует наличия подвижного пола.

Неподвижный пол может быть составной частью конструкции купе кабины, закрепленного на несущем каркасе через амортизирующие прокладки или представлять собой коробчатую конструкцию грузовой платформы.

Металлическая конструкция неподвижного пола имеет защитное покрытие из дерева или синтетических материалов.

Деревянные полы состояются из плотно пригнанных досок толщиной 50–80 мм, соединенных в шпунт и связанных между собой поперечными брусками. Деревянный настил устанавливается в металлическую раму с промежуточными поперечными балками. Для защиты деревянный настил покрывается тонким металлическим листом или пластиком.

Устройства контроля загрузки пассажирского лифта с подвижным полом обычно представляют собой грузовые или пружинные весы с одним или несколькими дискретными уровнями контроля нагрузки и соответствующими микропереключателями.

Подвижный пол кабины должен изготавливаться из сплошного щита и полностью перекрывать порог дверей кабины. У кабин с автоматическими раздвижными дверями порог может быть неподвижным.

На *рис. 3.21* представлена схема устройства контроля загрузки кабины с грузовым механизмом.

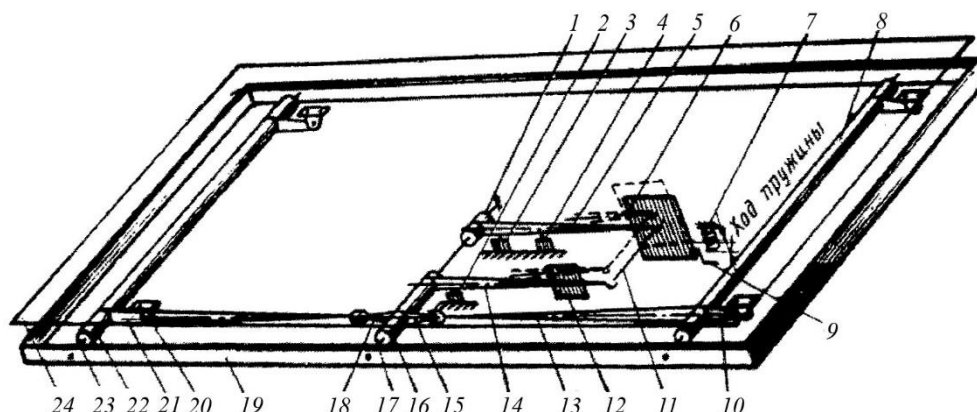


Рис. 3.21 – Схема грузового механизма контроля загрузки с подвижным полом:

1, 16 – ступицы; 2, 3, 4 – микровыключатели; 5, 10, 13, 14, 15, 18, 21 – рычаги; 6, 12 – грузы; 7 – пружина; 8, 22 – полые валы; 9 – упор; 17, 23 – ось; 11 – палец; 19 – горизонтальная рама каркаса кабины; 20 – опорная стойка пола; 24 – щитовая конструкция пола

Грузонесущей основой подвижного пола является горизонтальная рама 19 каркаса кабины.

Щитовая конструкция пола через стойки 20 шарнирами опирается на рычаги полых валов 8 и 22, которые с помощью подшипников закреплены на неподвижных осях 17, 23, установленных на горизонтальной раме. Вилки рычагов 13 и 21 охватывают подшипники рычагов 15, 18 ступицы 16, которая установлена на оси 17. Такая конструкция обеспечивает вертикальное поступательное перемещение пола независимо от положения груза в кабине.

На рычагах 5 и 14 ступиц 1 и 16 закреплены грузы взвешивающего устройства 6 и 12. Между грузами 12 и 6 имеется односторонняя связь посредством пальца 11, взаимодействующего со скобой, закрепленной на конце рычага 14.

Для контроля 10% перегрузки кабины кроме груза 6 используется цилиндрическая пружина 7. Под рычагами 5 и 14 установлены микровыключатели 2, 3, 4.

При отсутствии пассажиров в кабине груз 12, установленный на рычаге 14, уравнивает силу тяжести подвижного пола 24. При этом рычаг 14 воздействует на микровыключатель 2.

При появлении груза в кабине массой более 15 кг равновесие системы нарушается и рычаг 14 с грузом 12 поднимается вверх. Срабатывает контактное устройство 2, сигнализируя системе управления о наличии груза.

Дальнейшее увеличение загрузки кабины сопровождается дополнительным подъемом рычага 14. Связанная с ним скоба поднимает палец 11 вместе с грузом 6, поворачивая рычаг 5 против часовой стрелки.

Если груз в кабине достигает 90% номинальной грузоподъемности, дальнейший подъем рычага 5 приводит к срабатыванию контактного устройства 4. При этом система управления лифта перестает реагировать на попутные вызовы с этажных площадок.

При превышении номинальной нагрузки более чем на 10% рычаг 5 дополнительно поднимается вверх, сжимая предварительно сжатую пружину 7. Срабатывает контактное устройство 3 и отключается двигатель механизма подъема.

Момент срабатывания контактного устройства устанавливается регулировкой силы предварительного сжатия пружины 7.

В лифтах с распашными дверями кабины применяется и более простая система подвижного пола с петлевым креплением одной его стороны и опорой другой на пружину. При такой конструкции чувствительность контроля нагрузки зависит от положения пассажира по отношению к петлевой подвеске пола.

Совершенствование систем контроля загрузки кабины лифта продолжается.

Отечественные и зарубежные производители лифтового оборудования продолжают поиск более простых решений задачи контроля загрузки кабины.

Широкое внедрение средств промышленной электроники и микропроцессорной техники в лифтостроительной отрасли открывают возможности создания более простых и надежных систем контроля загрузки кабины.

Контроль загрузки может производиться посредством датчиков вертикального давления, установленных между горизонтальной рамой каркаса и полом купе кабины (рис. 3.22).

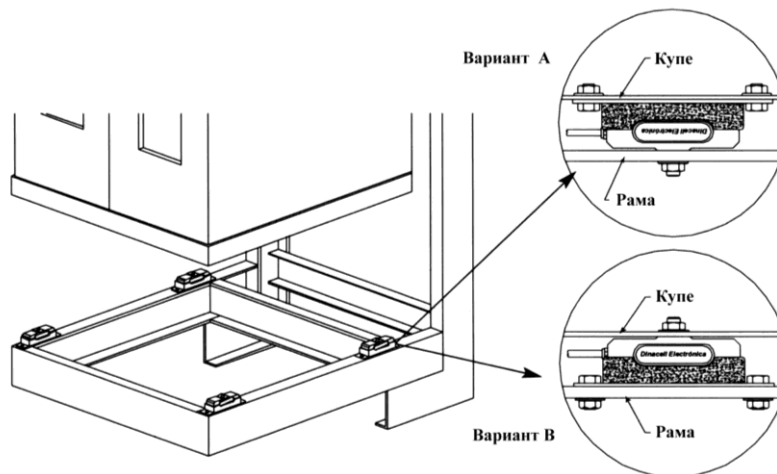


Рис. 3.22. Контроль загрузки кабины с помощью датчиков, установленных между полом купе и горизонтальной рамой каркаса:

А, В – варианты установки датчиков

Преобразование вертикальной нагрузки осуществляется с помощью деформируемых деталей и тензодатчиков. Нечувствительность к изменению положения груза на полу кабины обеспечивается электронной схемой суммирования и

коррекции сигналов. В конструкции опор датчиков предусмотрены амортизирующие прокладки из синтетической резины, уменьшающие уровень шума в кабине.

При наличии микропроцессорной системы и регулируемого привода такое устройство позволяет с высокой точностью контролировать загрузку кабины и эффективно управлять процессом разгона и замедления кабины, обеспечивая высокую точность остановки и допустимое ускорение независимо от загрузки кабины.

Непрерывный контроль загрузки кабины лифта может производиться с помощью датчика контроля натяжения тяговых канатов (рис. 3.23).

Достаточно простым решением проблемы контроля загрузки кабины является применение съемного устройства, устанавливаемого на тяговых канатах на некотором удалении от канатной подвески (рис. 3.23, а). Основу конструкции составляет двух-опорная конструкция балки, с разъемной зажимной крышкой и установленными внутри тензометрическими датчиками относительных деформаций.

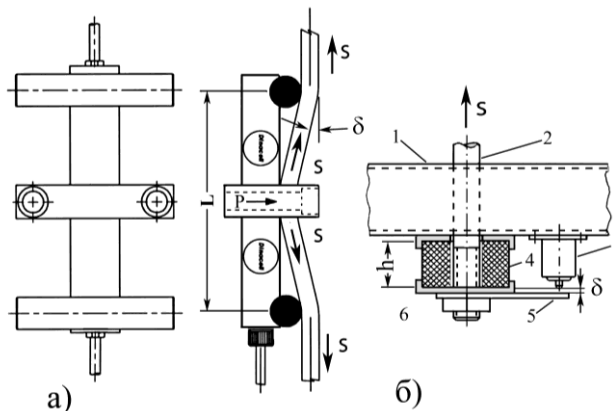


Рис. 3.23. Устройства контроля загрузки кабины путем измерения натяжения канатов подвески кабины:

а – установка тензобалки на канатах, б – установка датчика микроперемещений в конструкции подвески; 1 – верхняя балка каркаса, 2 – центральная тяга, 3 – датчик микроперемещений, 4 – резиновый амортизатор, 5 – планка, 6 – гайка

Определение параметров рассматриваемого устройства контроля загрузки производится на основе известных зависимостей.

Изгибающая нагрузка середины пролета балки

$$P = 2 \cdot S \cdot \sin \delta, \text{ кН.} \quad (3.20)$$

Величина изгибающего момента

$$M = \frac{P \cdot L}{4}, \quad (3.21)$$

Нормальное напряжение изгиба

$$\sigma = \frac{M \cdot 10^{-3}}{W}, \quad (3.22)$$

где W – момент сопротивления изгибу поперечного сечения балки, м^3 .

Величина относительной деформации в середине пролета балки

$$\varepsilon = \frac{\sigma}{E} = \frac{S \cdot \sin \delta \cdot L}{2 \cdot W \cdot E}, \quad (3.23)$$

где $E = 2,1 \cdot 10^5$, МПа – модуль упругости.

Посредством тензодатчиков и встроенных усилителей относительная деформация изгиба балки преобразуется в пропорциональный электрический сигнал, воздействующий на схему управления лифтом. Данное устройство применяется зарубежными фирмами при грузоподъемности до 3000 кг. Может работать с канатной подвеской от 3 до 8 ветвей. Сохраняет метрологические характеристики при перегрузке на 150–200%.

3.4 ДВЕРИ ШАХТЫ

Назначение, классификация и конструкция дверей кабины и шахты

Все входные и загрузочные проемы в шахте лифта должны, по соображениям безопасности, оборудоваться дверями.

В связи с этим в Техническом регламенте значительное внимание уделяется требованиям безопасности, предъявляемым к конструкции дверей шахты, так как неисправность дверей, замков и блокировочных устройств является преимущественной причиной несчастных случаев на лифтах.

Применяются различные конструкции дверей шахт и кабин, отличающихся кинематикой перемещения створок, системой привода и управления. Применяется широкий спектр конструкционных и отделочных материалов.

Двери шахты и кабины могут иметь различную или одинаковую конструкцию.

В специальных случаях к конструкции дверей предъявляются повышенные требования по огнестойкости.

Раздвижные автоматические двери постепенно вытесняют конструкции распашных дверей, однако работы по их совершенствованию успешно продолжают.

Ниже приводится классификация дверей по наиболее характерным признакам.

По кинематике перемещения створок: двери распашные со створками, поворачивающимися относительно вертикальных осей, раздвижные в горизонтальном и вертикальном направлении; задвижные, гибкие створки которых задвигаются за боковую стенку кабины.

По числу створок: одностворчатые, двух- и многостворчатые.

По скорости движения створок: односкоростные, двухскоростные, многоскоростные. При наличии более двух створок, движущихся в одном направлении, их скорости должны отличаться так, чтобы створки проходили разные пути за один промежуток времени.

По способу обеспечения движения створок: с ручным управлением; с полуавтоматическим управлением, когда закрытие створок осуществляется пружиной или силой тяжести груза, и автоматические.

Автоматические раздвижные двери имеют групповой привод кабинных и шахтных створок.

При небольших скоростях движения кабины в малоэтажных зданиях применяются распашные двери с ручным и, реже, с автоматическим приводом.

В пассажирских и грузовых лифтах применяются одностворчатые и двухстворчатые шахтные двери. Кабины больничных лифтов оборудуются двустворчатыми и четырех створчатыми распашными дверями.

Четырех створчатые двери применяются в грузовых лифтах с шириной загрузочного проема 1800 мм и более.

На *рис. 3.24* приведены схемы различных вариантов конструкции распашных дверей.

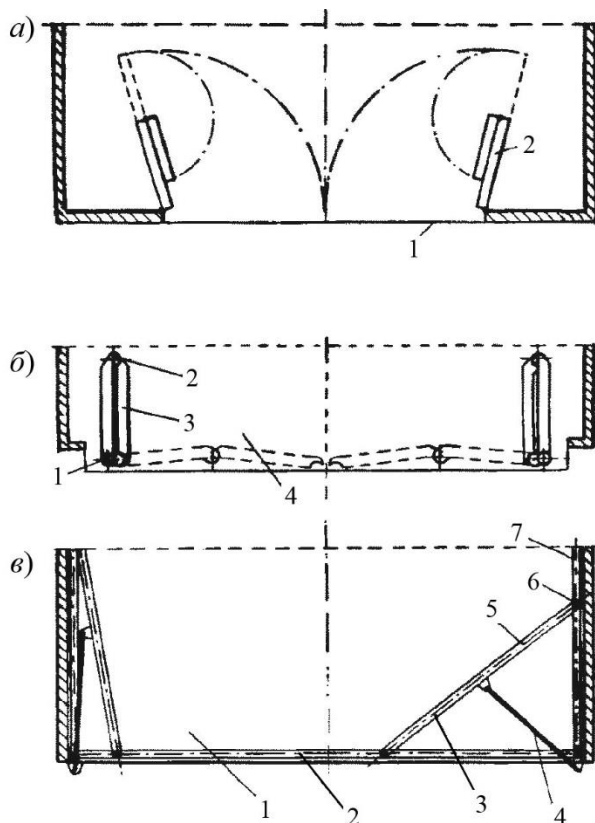


Рис. 3.24. Схемы распашных дверей:

а – четырех створчатая распашная дверь, с ручным управлением:

1 – кабина; 2 – створки;

б – автоматическая четырех створчатая дверь повышенной компактности:

1 – неподвижный шарнир; 2, 3 – складывающиеся створки;

в – двустворчатая распашная дверь, с задвиганием створок на боковые стенки кабины:

1 – кабина; 2 – передняя направляющая башмачков створок;

3 – створка; 4 – тяга; 5 – створка с нижними и верхними направляющими башмачками; 6 – роликовый башмачок створки; 7 – боковая направляющая

Схема, представленная на *рис. 3.24, а*, не имеет какой-либо специфической особенности, имеет ручное управление и применяется в конструкции больничных и грузовых лифтов.

На *рис. 3.24, б* приведена схема распашных дверей для пассажирского лифта. Она имеет автоматический привод и занимает небольшое место в кабине. Кинематика створок аналогична применяемой в конструкции дверей пассажирского автобуса.

Весьма необычную кинематику имеют двустворчатые двери кабины больничного лифта (*рис. 3.24, в*). Такое решение позволяет обеспечить повышенную компактность размещения створок в кабине и может оказаться рациональным для грузового лифта с увеличенной шириной дверного проема.

Шторные задвигающиеся двери применяются в кабинах пассажирских лифтов и строительных подъемников (*рис. 3.25*). Конструкция задвижных створок состоит из набора шарнирно связанных штанг или узких вертикальных щитов. Такая дверь может иметь ручной или полуавтоматический привод.

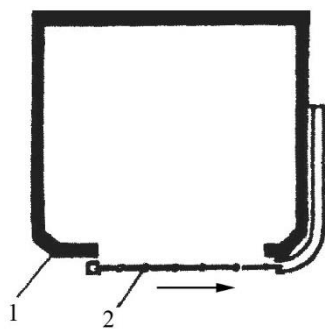


Рис. 3.25. Схема задвижной двери кабины:

1 – кабина; 2 – гибкая створка

Вертикально-раздвижные двери применяются в лифтах, не предназначенных для транспортировки людей (*рис. 2.26*). К дверям этого типа предъявляются следующие требования: а) каждая створка должна быть подвешена не менее чем на двух канатах или цепях; б) коэффициент запаса прочности несущих гибких элементов должен быть не менее 8; в) верхняя и нижняя створки должны быть взаимно уравновешены; г) на нижней кромке верхней створки должна быть установлена упругая прокладка.

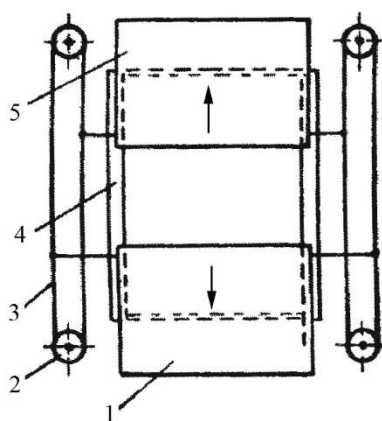


Рис. 3.26. Схемы вертикально-раздвижной двери:

1 – нижняя створка; 2 – блок; 3 – канат (цепь); 4 – кабина; 5 – верхняя створка

Решетчатые двери, одностворчатые и двустворчатые применяются в конструкции кабин грузовых лифтов с увеличенным загрузочным проемом. В сложенном виде они занимают минимальное место.

Существенным недостатком решетчатых дверей является их повышенная податливость в поперечном направлении и склонность к заклиниванию при наличии остаточных деформаций. Кроме того, решетчатые двери не гарантируют безопасности, так как в закрытом состоянии между штангами образуются большие проемы.

В пассажирских и грузопассажирских лифтах жилых и административных зданий наибольшее распространение получили автоматические раздвижные двери (рис. 3.27).

В конструкции односторонней одностворчатой раздвижной двери, створки дверей кабины и шахты синхронно двигаются в одну сторону (рис. 3.27, а). Такая конструкция применяется при небольшом загрузочном проеме. Привод имеет наиболее простую конструкцию.

При ширине двери 800 мм и более подходит двусторонняя двустворчатая дверь с одинаковыми скоростями движения створок (рис. 3.27, б). Привод непосредственно воздействует на одну створку. Движение второй – в противоположном направлении – обеспечивается тросом, связывающим створки.

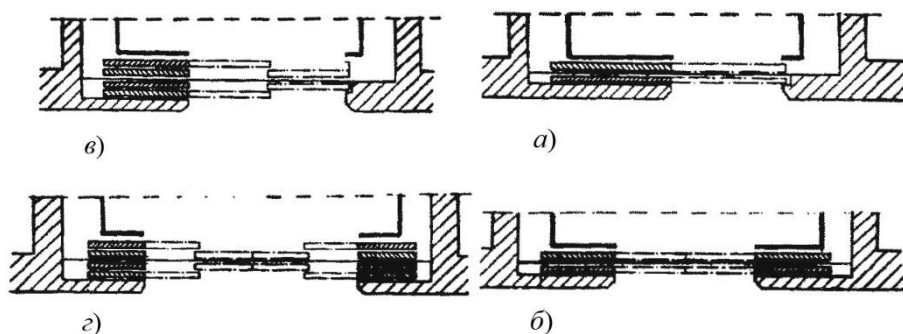


Рис. 3.27. Схемы автоматических раздвижных дверей шахт и кабин:

а – одностворчатая; *б* – двустворчатая двусторонняя (односкоростная); *в* – двустворчатая односторонняя (двухскоростная); *г* – четырех створчатая двусторонняя (двухскоростная)

В конструкции широких кабин, с целью уменьшения выноса створок за габарит кабины, применяются телескопические раздвижные створки, движущиеся в двух параллельных плоскостях (рис. 3.27 в, г). Створки, телескопической пары, соединяются так, чтобы они проходили различный путь перемещения за один промежуток времени. Одна створка при этом должна двигаться с удвоенной скоростью. Такие двери называются двухскоростными.

Требования, предъявляемые к дверям шахты, в соответствии с ГОСТ Р 53780, приведены ниже:

Проемы в стенах шахты лифта должны быть оборудованы сплошными дверями.

Двери шахты лифта должны отвечать требованиям норм, относящимся к пожарной безопасности соответствующего здания или сооружения.

Двери шахты лифта вместе с замками должны выдерживать в запертом положении нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см² и приложенную к дверной панели под прямым углом в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация и изменение функционирования после снятия нагрузки не допускаются.

Высота в свету проема двери шахты, допускающего транспортирование людей, на этажной площадке должна быть не менее 2000 мм. Ширина в свету проема

дверей шахты лифта не должна превышать ширину в свету проема дверей кабины более чем на 50 мм с каждой стороны.

Проем двери шахты должен быть оборудован порогом, рассчитанным на нагрузки, возникающие при загрузке кабины.

Наружная поверхность автоматических раздвижных дверей не должна иметь впадин или выступов более 3 мм, за исключением ключевины устройства отпирания замка. Кромки впадин должны быть скошены в направлении открывания дверей или закруглены.

Для дверей шахты допускается применение многослойного стекла.

Данное требование не распространяется на прозрачные смотровые панели у которых должны быть соблюдены следующие требования:

- толщина прозрачной части - не менее 6,0 мм,

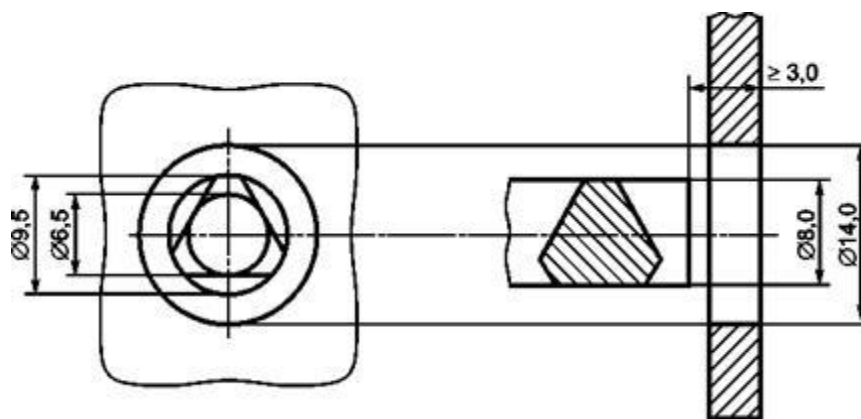


Рис. 3.28. Ключевина устройства отпирания замка

- остекленная площадь одной двери шахты - не менее 0,015 м², но не менее 0,01 м² на каждую смотровую панель,

- ширина прозрачной части окна - не менее 60 мм и не более 150 мм. Нижний край смотровых окон шириной более 80 мм должен находиться на высоте не менее 1000 мм над уровнем этажной площадки или

Каждое стекло должно иметь маркировку с указанием:

- а) наименования и торговой марки фирмы - поставщика стекла;
- б) типа стекла;
- в) толщины [например 16 (8 + 8 + 0,76)].

При использовании многослойного стекла, не отвечающего требованиям таблицы 1, проводят испытания на удар маятника в соответствии с ГОСТ Р 53781.

Двери с механическим приводом

Автоматические двери с механическим приводом

Усилие, необходимое для предотвращения закрывания двери, не должно превышать 150 Н, за исключением первой трети перемещения двери. Кинетическая энергия двери шахты и механических деталей, с которыми эта дверь жестко связана, при средней скорости закрывания должна быть не более 10 Дж.

Среднюю скорость закрывания раздвижной двери вычисляют для всего пути ее перемещения за вычетом:

- а) 25 мм от крайних положений створок в случае дверей центрального открывания;
- б) 50 мм от крайних положений створки в случае дверей бокового открывания.

Для реверсирования закрывающихся дверей при воздействии или перед воздействием створок на препятствие, находящееся в дверном проеме, предусматривают автоматическое устройство реверсирования.

Устройство реверсирования устанавливают на кабине. Допускается устанавливать это устройство на двери шахты. Последние 50 мм перемещения каждой ведущей створки двери могут находиться вне воздействия этого устройства.

В случае одновременного действия соединенных между собой дверей кабины и шахты требования настоящего пункта остаются в силе для их объединенного дверного механизма.

При наличии режима закрывания дверей с отключенным реверсом кинетическая энергия дверей должна быть не более 4 Дж.

Усилие, необходимое для предотвращения открывания складчатой двери, не должно превышать 150 Н. Измерение этого усилия следует проводить на открытой двери, при этом расстояние между соседними наружными краями панелей или между наружным краем панели и порталом двери должно быть (100 ± 10) мм.

Вертикально-раздвижные двери

Вертикально-раздвижные двери могут быть применены только у грузового лифта, в котором не допускается транспортирование пассажиров. При этом:

- а) створки должны быть подвешены не менее чем на двух независимых несущих элементах;
- б) коэффициент запаса прочности несущих элементов должен быть не менее 8;
- в) створки двери, закрываемой (открываемой) вручную, должны быть уравновешены;
- г) несущие элементы должны быть защищены от схода с канавок шкивов или звездочек.

Усилие закрытия автоматической распашной двери шахты должно быть не более 150 Н. Измерение этого усилия следует проводить на расстоянии (50 ± 10) мм от вертикального края створок со стороны линии притвора.

5.4.1.10 Для открывающейся вручную двери шахты должна быть предусмотрена информация о наличии кабины на этаже:

- а) одно или несколько прозрачных смотровых окон в дверях шахты, одновременно удовлетворяющих следующим условиям:

1) механическая прочность - выдерживать нагрузку 300 Н, равномерно распределенную по круглой или квадратной площадке площадью 5 см^2 и приложенную к дверной панели под прямым углом в любой ее точке с упругой деформацией, не превышающей 15 мм, при этом остаточная деформация и изменение функционирования после снятия нагрузки не допускаются.

- 2) толщина прозрачной части - не менее 6,0 мм,

3) остекленная площадь одной двери шахты - не менее 0,015 м², но не менее 0,01 м² на каждую смотровую панель,

4) ширина прозрачной части окна - не менее 60 мм и не более 150 мм. Нижний край смотровых окон шириной более 80 мм должен находиться на высоте не менее 1000 мм над уровнем этажной площадки или

б) световой сигнал - о наличии кабины на данном этаже.

Зазоры между сомкнутыми створками, а также между створками и обвязкой проема, между створками и порогом не должны превышать 8 мм. При приложении в любой точке нагрузки, равной 150 Н, в направлении открывания ведущей дверной панели (панелей) горизонтально-раздвижных или складчатых дверей указанные зазоры не должны превышать:

а) 30 мм - для дверей бокового открывания;

б) 45 мм - для дверей центрального открывания.

Горизонтально-раздвижная и вертикально-раздвижная двери шахты в закрытом положении должны удовлетворять следующим требованиям:

а) створки должны перекрывать обвязку дверного проема сверху и с боковых сторон у горизонтально-раздвижной двери и со всех сторон - у вертикально-раздвижной двери; при односторонне-раздвижной двери со стороны притвора створки допускается не перекрывать створкой обвязку дверного проема;

б) у горизонтально-раздвижной двери при односторонне закрывающихся створках перекрытие одной створки другой, а зазор между этими створками не должен быть более 8 мм.

Дверь шахты на этажной площадке должна быть оборудована автоматическим замком, запирающим ее прежде чем кабина отойдет от уровня этажной площадки на расстояние 200 мм.

Автоматический замок должен исключать отпирание двери снаружи шахты, за исключением случая, когда дверь шахты оснащена ключевинной для отпира-

ния ее снаружи специальным ключом (см. рис 3.28). После отпирания автоматическая дверь шахты должна закрываться и запираться автоматически при отсутствии кабины в зоне отпирания дверей шахты.

У лифта с автоматическими дверями шахты и кабины допускается их открывание при приближении кабины к этажной площадке, когда расстояние от уровня пола кабины до уровня пола этажной площадки не превышает 200 мм, при этом скорость движения кабины должна быть не более 0,63 м/с.

У грузового лифта допускается доведение кабины до уровня этажной площадки при проведении погрузочно-разгрузочных работ при открытых дверях шахты и кабины при нахождении уровня пола кабины в пределах 200 мм от уровня пола этажной площадки, при этом скорость движения кабины должна быть не более 0,3 м/с.

Движение кабины должно быть возможным после перемещения запирающего элемента автоматического замка двери шахты не менее чем на 7 мм в ответную часть замка.

Запирающее устройство автоматического замка дверей шахты должно непосредственно воздействовать на электрическое устройство безопасности, размыкающее цепь безопасности при незапертых дверях.

Допускается применение электрических контактов принудительного размыкания с использованием промежуточных элементов, при наличии электрического контроля контактов в цепях безопасности дверей шахты.

При приложении к запертой двери шахты усилия 300 Н в направлении ее открывания не должно происходить отпирание двери.

На замке должна быть установлена табличка с указанием фирмы изготовителя и идентификационного номера.

Двери шахты на этажной площадке должны отпираться снаружи специальным ключом, который соответствует ключевине, приведенной на рис. 5.5.

После отпирания автоматическая дверь шахты должна закрываться и запираться автоматически при отсутствии кабины в зоне отпирания дверей шахты.

Дверь шахты на этажной площадке, закрываемая вручную, кроме автоматического замка, должна быть оборудована неавтоматическим замком или устройством, удерживающим дверь в закрытом положении.

Каждая дверь шахты на этажной площадке должна быть оборудована электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при не закрытых дверях.

Допускается объединение указанного устройства автоматической горизонтально-раздвижной двери шахты с устройством, контролирующим заперение двери, при условии, что его срабатывание зависит от закрытия двери шахты.

Закрытие створок раздвижной двери, не запираемых замком, следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при открытой любой одной створки двери шахты.

Указанное требование не распространяется на двери, створки которых в закрытом положении соединены неразмыкаемой кинематической связью.

У многостворчатой раздвижной двери, состоящей из нескольких соединенных гибкой кинематической связью створок (например, посредством каната, ремня или цепи), допускается запирают только одну створку при условии, что такое однократное запирает предотвращает открывание других створок и что они не снабжены ручкой.

Конструкцией дверей шахты должна быть предусмотрена возможность предотвращения выхода створок из направляющих.

Горизонтально-раздвижные двери шахты лифта должны иметь направляющие сверху и снизу. Вертикально-раздвижные двери шахты лифта должны иметь направляющие с обеих сторон.

Двери для технического обслуживания оборудования, аварийные двери, смотровые люки шахты

Двери для технического обслуживания оборудования, предназначенные для прохода персонала, должны иметь размеры в свету:

- высота - не менее 1800 мм;

- ширина - не менее 600 мм.

Аварийные двери должны иметь размеры в свету:

- высота - не менее 1800 мм;

- ширина - не менее 350 мм.

Смотровые люки должны иметь размеры в свету:

- высота - не более 500 мм;

- ширина - не более 500 мм.

Аварийные двери, а также смотровые люки не должны открываться внутрь шахты.

Двери для технического обслуживания оборудования, аварийные двери и смотровые люки должны быть оборудованы отпираемым замком с ключевойной (см. рис 5.5); закрытие и запирание этих дверей и люков допускаются без применения ключа.

Двери для технического обслуживания оборудования и аварийные двери должны открываться изнутри шахты лифта без ключа, даже если они заперты.

Двери для технического обслуживания оборудования и аварийные двери, а также смотровые люки должны быть сплошными, удовлетворять тем же требованиям к механической прочности, что и двери шахты лифта на этажной площадке.

Закрытие дверей и люков следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при их открытии.

Усилие статического сжатия створок автоматических и полуавтоматических дверей не должно превышать 150 Н.

Кинетическая энергия автоматически закрывающихся створок двери шахты (кабины) не должны превышать 4 Дж.

При реверсировании движения створок, в случае встречи с препятствием, их кинетическая энергия может достигать 10 Дж. Если дверь шахты и кабины закрываются совместно, при расчете кинетической энергии следует учитывать массу створок дверей кабины и шахты, с учетом энергии вращающихся частей механизма привода.

Конструкция и работа механизма привода автоматических дверей

Автоматический привод дверей повышает комфортность условий транспортировки пассажиров и становится абсолютно доминирующим в конструкции скоростных лифтов, где потери времени на открывание и закрывание створок дверей заметно влияют на производительность работы лифта.

Передвижение створок шахтных дверей, как правило, обеспечивается приводом дверей кабины с помощью специального устройства, называемого отводкой.

В мировой практике имеется опыт применения индивидуального привода дверей шахты и кабины, но такое решение оказалось нежизнеспособным.

Конструкции дверей шахты и кабины в значительной мере аналогичны с некоторыми конструктивными особенностями, обусловленными их назначением.

Двери шахты призваны исключить возможность попадания людей в шахту при отсутствии кабины на этаже. В связи с этим они оборудуются соответствующими блокировочными устройствами и замками. Другой особенностью шахтной двери является наличие системы автоматического закрывания при аварийном уходе кабины с этажа при открытых дверях.

Применяются два основных решения: применение наклонных линеек подвески створок шахтных дверей или замыкающего створки грузового механизма. В последнем случае створки шахтных дверей перемещаются по горизонтальным направляющим линейкам посредством синхронизирующего троса и двигающегося в вертикальном направлении груза (*рис. 3.29*). Аналогичная схема применяется в конструкции полуавтоматических раздвижных дверей.

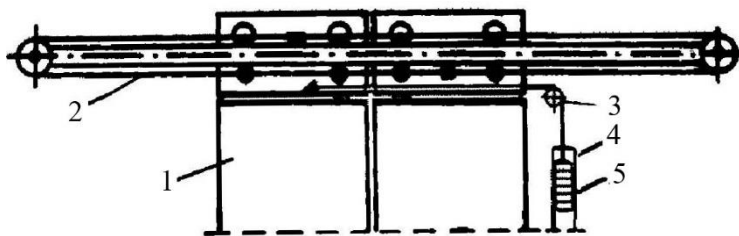


Рис. 3.29. Схема шахтной двери с грузовым механизмом закрывания:

1 – створка двери с кареткой; 2 – трос синхронизации движения створок; 3 – отклоняющий блок; 4 – цилиндрическая направляющая движения груза; 5 – груз закрывающий

Конструкция шахтной двери с наклонными направляющими линейками и приводом от дверей кабины лифта представлена на *рис. 3.30*.

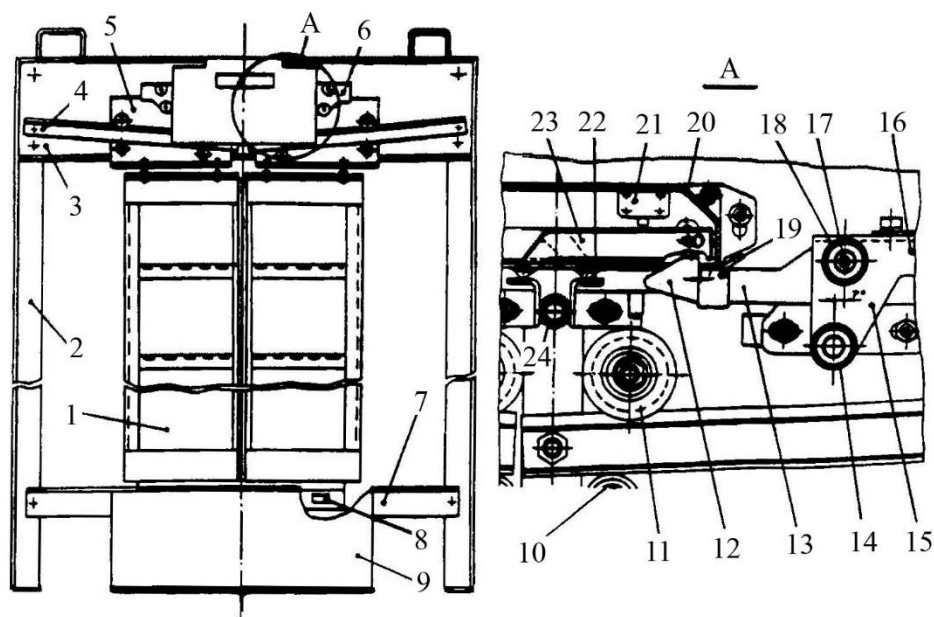


Рис. 3.30. Схема шахтной двери с наклонными линейками кареток:

1 – створка, 2 – стояк, 3 – балка, 4 – направляющая наклонная линейка, 5 – каретка, 6 – блок контроля, 7 – порог, 8 – вкладыш, 9 – фартук, 10 – контрролик, 11 – ролик, 12 – зуб защелки, 13 – защелка, 14, 18 – ролик, 15 – рычаг, 16 – груз, 17 – ось рычага, 19 – основание блока контроля, 20 – корпус блока контроля, 21 – выключатель, 22 – упор, 23 – коромысло суммирующее

Шахтная дверь монтируется и закрепляется к металлоконструкциям ограждения шахты, в том числе: верхняя балка двери шахты 3, стояки двери шахты 2 и порог двери шахты 7. На верхней балке двери шахты 3 закреплены наклонные направляющие линейки, по которым перемещаются каретки 5 со створками 1. Каретки оборудуются опорными роликами 11 с ребордами, которые вместе с башмаками створки двери шахты 8 обеспечивают движение створок в вертикальной плоскости. Для надежного взаимодействия реборд роликов с направляющими линейками каретки оборудуются контрроликами. Между нижней поверхностью линейки и контрроликом устанавливается зазор 0,2 мм путем поворота эксцентрика контрролика.

Угол наклона линеек выбирается так, чтобы параллельная линейке составляющая силы тяжести створки гарантировала автоматическое закрывание створок в случае, если кабина не находится на этажной площадке.

Раздвижные створки шахтных дверей представляют собой сварную конструкцию из гнутого стального профиля, имеющие со стороны этажной площадки декоративное покрытие.

В пожаростойком исполнении коробчатая металлическая конструкция створок заполняется минеральным теплоизоляционным негорючим материалом. Наружная поверхность покрывается огнестойким порошковой краской.

Со стороны этажной площадки проем шахтной двери имеет декоративное металлическое обрамление.

Шахтные двери оборудованы замками 6 с контактами 21, контролирующими закрытие створок 1. На *рис. 3.30* (вид А) створки показаны в закрытом состоянии и замки исключают возможность открывания створок изнутри кабины. Зуб 12 защелки 13 сцеплен с краем отверстия в основании блока контроля 19. Левая часть суммирующего коромысла 23 опирается на упор левой створки, тогда как его правая часть поднята максимально вверх зубом 12, который занимает верхнее положение под действием силы тяжести груза 16 рычага 15. При этом контактное устройство 21 находится в замкнутом положении.

При остановке кабины на этажной площадке включается привод дверей кабины и шахты, и соответствующая отводка (*рис. 3.30*) воздействуют на ролик 14, поворачивая рычаг 15 против часовой стрелки. Зуб 12 выходит из зацепления с кромкой отверстия детали 19, коромысло 23 перестает воздействовать на контакты 21. Давление отводки на ролик 18 вызывает открывание правой створки шахтной двери. Аналогичным образом работает левая створка шахтной двери.

При закрывании кабинных дверей соответствующие отводки, действуя на ролики 18, закрывают шахтные створки. Зуб защелки 12 скользит по наклонной части детали 19 до момента сцепления с кромкой отверстия основания 19. Под

действием силы тяжести груза 16 зуб защелки занимает предельное верхнее положение и коромысло 23 воздействует на кнопку контактного устройства 21.

Раздвижные двери кабины имеют однотипную с шахтными конструкцию створок, каретки которых перемещаются по горизонтальным направляющим линейкам.

Конструкция дверей кабины состоит из верхней балки с оборудованием механизма привода; из створок и порога, закрепленного на кабине. Верхняя балка представляет собой металлическую конструкцию из гнутого или прокатного профиля, которая устанавливается на колпаке купе кабины.

Направляющие линейки дверей кабины и шахты изготавливаются из стального проката и имеют обработанные скругленные поверхности качения роликов кареток.

Одна из распространенных конструкций автоматических раздвижных дверей отечественного производства представлена на *рис. 3.31*.

Створки 1 закреплены на каретках 3, оборудованных опорными роликами 20 и контрроликами 22,двигающимися по горизонтальной направляющей линейке.

Привод состоит из электродвигателя 25, клиноременной передачи 24, редуктора 19 и установленного на его выходном валу водила 16 с отводным роликом 14. Последний воздействует на упор 13, жестко связанный с кареткой правой створки двери. Наличие синхронизирующего каната 4 обеспечивает движение створок во взаимно противоположном направлении с одинаковой скоростью.

При открывании створок водило 16 поворачивается против часовой стрелки. Отводной ролик 14 воздействует на полку упора 13, преодолевает силы сопротивления движению створок кабинных и шахтных дверей и усилие возвратной пружины 9. При полностью открытых створках водило оказывается повернутым на 180°, а пружина максимально растянута и прижимает ролик 14 к полке упора 13. Отводки 2 удерживают шахтные двери в открытом положении, воздействуя

на ролики 14, установленные на рычагах защелки замков шахтных дверей (см. рис. 3.30).

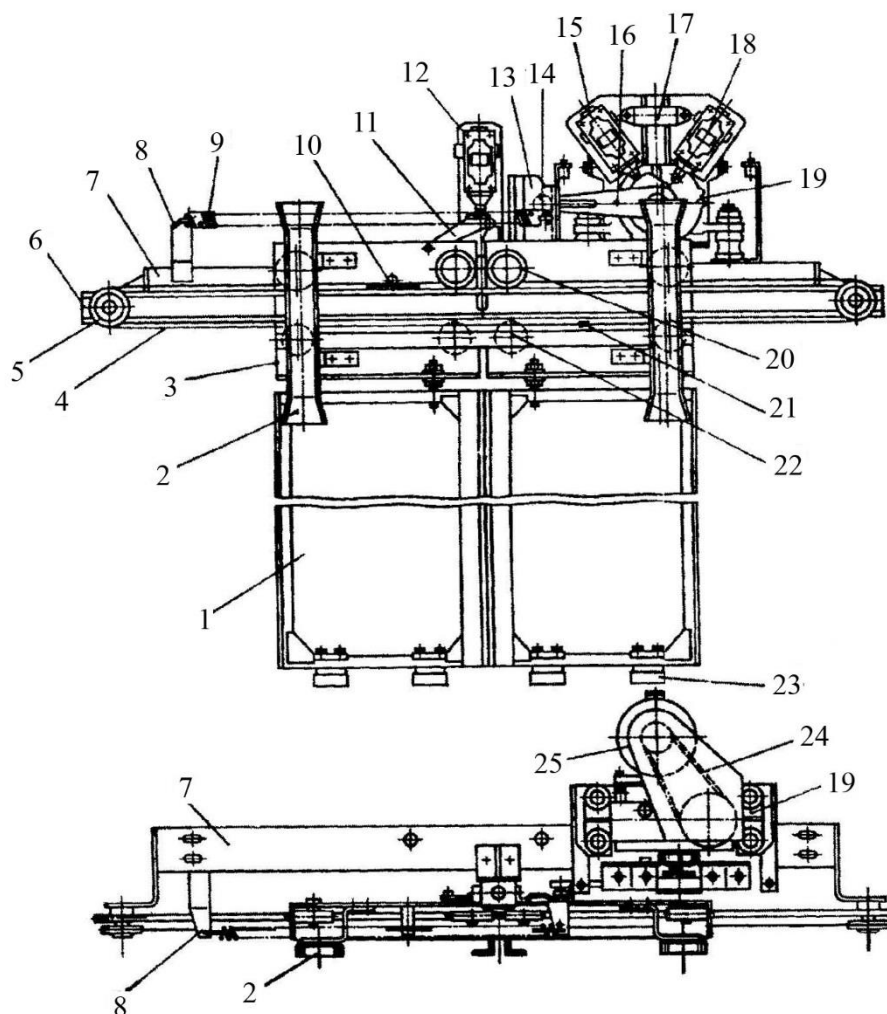


Рис. 3.31. Автоматические раздвижные двери кабины:

1 – створка; 2 – отводка; 3 – каретка; 4 – канат синхронизации движения створок; 5 – блок отклоняющий; 6 – линейка; 7 – балка верхняя; 8 – кронштейн; 9 – пружина; 10 – механизм натяжения каната; 11 – рычаг; 12 – конечный выключатель контроля притвора створок; 13 – упор; 14 – ролик отводной; 15 – конечный выключатель контроля закрывания створок; 16 – водило; 17 – микро-выключатель реверса; 18 – конечный выключатель контроля открывания створок; 19 – редуктор червячный; 20 – ролик опорный; 21 – зажим каната; 22 – контрролик; 23 – башибочки створок; 24 – клиноремennая передача; 25 – электродвигатель

Работа привода при закрывании дверей происходит при меньшей величине внешних сопротивлений, так как движению створок помогает растянутая пружина и касательная составляющая сил тяжести створок шахтных дверей. Водило вращается по часовой стрелке, а пружина, прижимая ролик 14 к полке упора 13,

заставляет створки следить за изменением горизонтальной составляющей окружной скорости ролика 14.

Встреча с препятствием при закрывании створок вызовет их остановку. Водило 16 с роликом 14 выйдут из взаимодействия с полкой упора 13 и приведет в действие механизм автоматического реверса привода дверей. Створки начнут расходиться, пропуская застрявшего между створками пассажира. На препятствие будет действовать только усилие растянутой пружины 9 и тем меньшей величины, чем ближе препятствие к центру притвора створок. Жесткость и натяжение закрывающей пружины принимается такой величины, чтобы максимальное усилие давления створки не превышало 150 Н.

Рассмотрим работу системы автоматического реверса более подробно (рис. 3.32).

При штатной работе привода на закрывание створок, когда на пути их движения нет препятствий, ролик 4 прижат к полке упора 1.

Если на пути движения створок возникает препятствие, ведущая створка с упором 1 останавливается, а ролик 4, продолжает свое движение по окружности относительно оси водила 5, и выходит из взаимодействия с полкой упора, и движется в направлении линейки 2. При этом шток 3, встречая на своем пути наклонную кромку линейки 2, поднимается вверх и воздействует на левое плечо рычага 6.

Правое плечо рычага 6, поворачиваясь по часовой стрелке, давит на кольцевое плечо рычага 8. Рычаг 8, преодолевая усилие пружины 10, поворачивается против часовой стрелки, и регулировочный болт 11 перестает действовать на приводной элемент микропереключателя. Соответствующие контакты микропереключателя 12 включают двигатель на реверс движения створок.

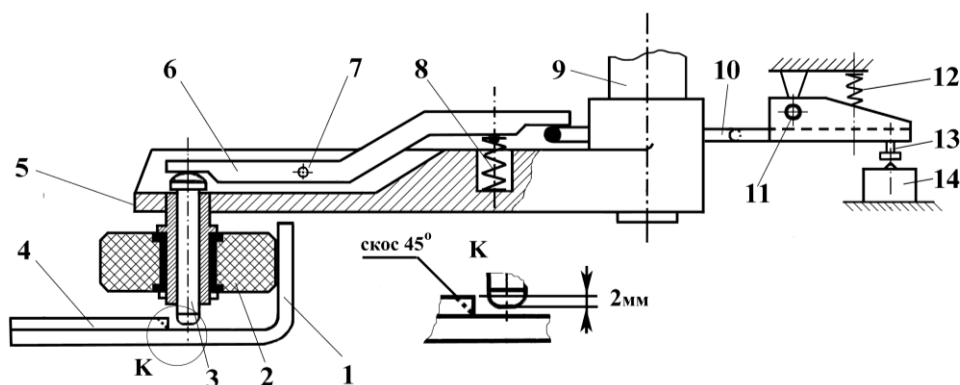


Рис. 3.32. Схема конструкции привода контакта реверса движения створок:

1 – упор; 2 – ролик с резиновым ободом; 3 – шток; 4 – вертикальная линейка; 5 – водило; 6 – рычаг водила; 7 – шарнир рычага; 8 – пружина; 9 – выходной вал редуктора; 10 – рычаг кольцевой формы, охватывающий вал 9; 11 – шарнир; 12 – пружина; 13 – регулировочный болт; 14 – выключатель реверса

При закрытых дверях кабины, когда водило 5 занимает горизонтальное положение, палец 3 исключает возможность открытия створок двери изнутри кабины, так как верхняя часть правой кромки линейки 2 имеет прямоугольную форму. При попытке открыть дверь из кабины палец 3 упирается в правую кромку линейки 2, препятствуя движению створок.

Рассмотренный выше вариант конструкции автоматических дверей отличается повышенной безопасностью, так как усилие сжатия створок определяется только пружиной. Привод при закрывании створок играет пассивную роль, работая фактически в холостом режиме.

В некоторых конструкциях привода автоматических раздвижных дверей и открывание, и закрывание створок происходит при активной роли привода, так как створки имеют жесткую кинематическую связь с механизмом. При этом существует опасность травмирования пассажира, так как усилие сжатия створок будет определяться силовыми возможностями привода.

Для компенсации этого недостатка предусматриваются специальные устройства, разрывающие жесткую кинематическую связь с приводом при встрече створок с препятствием.

В целях повышения уровня безопасности устанавливаются дублирующие электронные устройства автоматического реверса привода дверей.

Наиболее эффективные системы основаны на применении средств промышленной электроники, которые контролируют состояние дверного проема посредством инфракрасных фотоэлектронных устройств в дополнение к электронному датчику наличия объекта между створками, который реверсирует движение закрывающихся створок до момента их встречи с препятствием. Такое устройство обычно устанавливается в передней створке дверей кабины и условно называется «антенна». В основу его работы положен контроль изменения электрической емкости «антенны» при приближении препятствия.

Кинематика и расчет механизма привода автоматических раздвижных дверей

Раздвижные автоматические двери широко используются в лифтах различного назначения. При проектировании таких устройств основное внимание уделяется удовлетворению следующих требований:

- а) кинетическая энергия сближающихся створок не должна превышать допустимого уровня в 10 Дж;
- б) сила сжатия створок дверей должна быть не выше установленного безопасного уровня в 150 Н;
- в) в конце хода закрывания (открывания) створок их скорость должна практически равняться нулю;
- г) средняя скорость движения створок должна выбираться с учетом ширины дверного проема и времени ожидания кабины лифта при вызове на этаж.

Последнее требование является определяющим для скоростных лифтов с повышенными скоростями движения кабины.

Ограничение величины кинетической энергии створок может быть достигнуто за счет снижения скорости и приведенной массы створок с учетом вращающихся частей привода.

Приведенная величина кинетической энергии створок

$$K_c = \frac{m_c \cdot V_c^2}{2} + \frac{I_c \cdot \pi^2 \cdot n_m^2}{1800} \quad (3.24)$$

где m_c – масса створок вместе с массой связанных с ними деталей, кг; I_c – приведенный к валу двигателя момент инерции вращающихся частей механизма, кг·м²; V_c – максимальное значение скорости створок, м/с; n_m – максимальное значение частоты вращения вала двигателя, об/мин.

На основе приведенной зависимости можно сделать вывод, что для тихоходных лифтов наиболее рациональным путем уменьшения кинетической энергии является снижение скорости. Для скоростных лифтов предпочтительнее уменьшение массы створок.

Требования в части ограничения усилия сжатия створок имеют прямое отношение к конструкциям привода с электромеханической системой автоматического реверса привода движения створок.

При установке на кабине электронной системы наличия препятствий на пути движения створок типа «антенна» автоматический реверс движения створок происходит без контакта их с препятствием. При надежно работающей системе «антенна» требование ограничения усилия сжатия створок и кинетической энергии практически теряют смысл.

Необходимость обеспечения нулевой скорости створок продиктована стремлением исключить ударные нагрузки и связанный с ними шум в конце рабочего хода створок.

В настоящее время эта задача решается двумя основными способами.

Первый способ основан на использовании кинематической схемы привода, обеспечивающей необходимый график изменения скорости створок.

Второй способ не предъявляет особых требований к кинематической схеме механизма и основан на применении системы программного управления скоростью створок при наличии регулируемого привода.

Первый способ управления получил широкое распространение с самого начала появления автоматического привода дверей, когда промышленной электроники и эффективных методов управления приводом практически не было.

Разработанные в те времена кинематические схемы привода продолжают успешно применяться и в настоящее время.

На *рис. 3.33* и *3.35* приведены наиболее распространенные схемы привода, обеспечивающие синусоидальный график движения створок с нулевой скоростью в конце пути передвижения.

Штанговый механизм привода автоматических дверей успешно применяется в лифтах отечественного и зарубежного производства.

Данная конструкция является модификацией механизма привода с отводным роликом (см. *рис. 3.33*). Благодаря связи водила 4 со створкой посредством штанги 6 и возможности изменения ее длины облегчается перенастройка привода на необходимую ширину дверного проема.

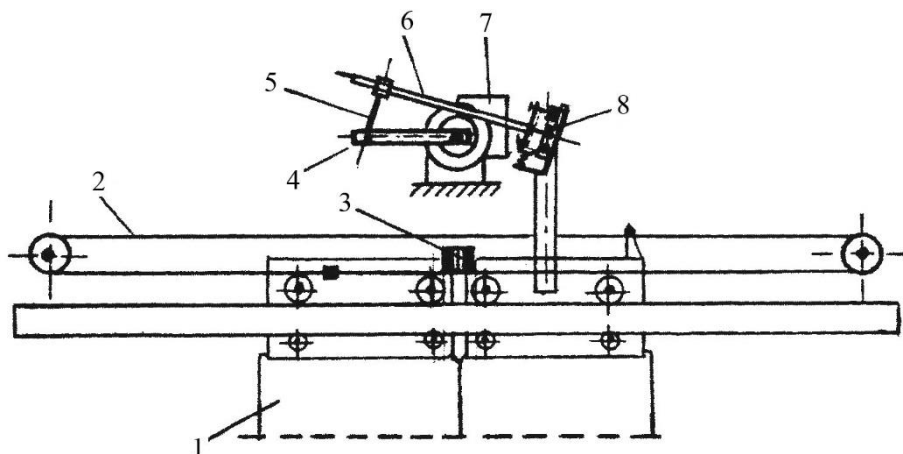


Рис. 3.33. Схема механизма привода автоматических дверей штангового типа:

1 – створка; 2 – синхронизирующий канат; 3 – контакт контроля закрытия створок штепсельного типа; 4 – водило; 5 – кронштейн шарнирного крепления штанги; 6 – штанга; 7 – механическая передача с двигателем; 8 – устройство ограничения усилия сжатия створок с микропереключателем реверса

Жесткая кинематическая связь створок с приводом потребовала применения механизма ограничения тягового усилия штанги на основе использования телескопической вставки и защелки 8, контролирующей предельную силу сжатия створок и воздействующей на микропереключатель реверса при встрече створки с препятствием.

Схема отечественной конструкции механизма реверса с разрывной телескопической штангой приведена на *рис. 3.34*.

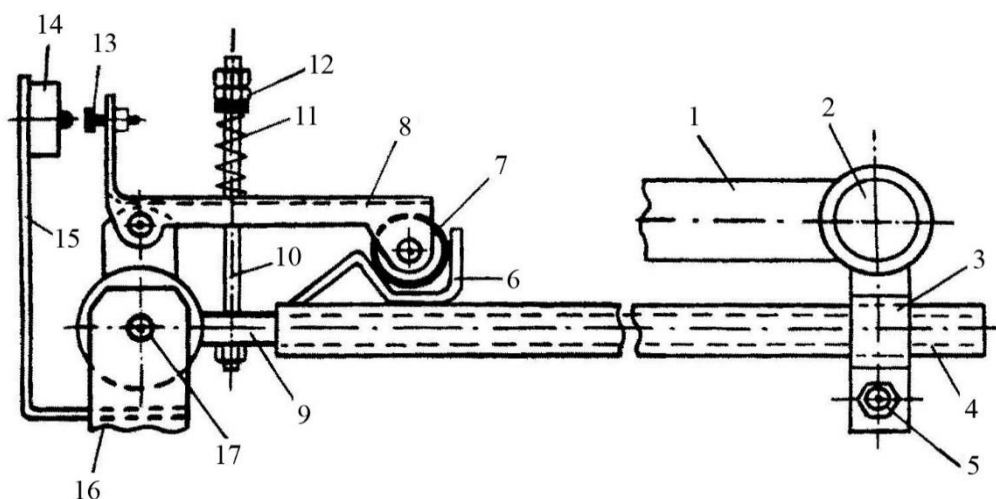


Рис. 3.34. Схема механизма реверса привода дверей с разрывной телескопической штангой:

1 – водило привода створки; 2, 17 – шарнир; 3 – хомут зажимной; 4 – полая штанга; 5 – гайка; 6 – гнездо роликовой защелки; 7 – ролик; 8 – рычаг; 9 – телескопическая вставка; 10 – тяга; 11 – пружина; 12 – регулировочные гайки с опорной шайбой; 13 – болт регулировочный; 14 – микропереключатель; 15, 16 – кронштейн

Конструкция механизма реверса с роликовой защелкой должна гарантировать ограничение усилия сжатия створок до безопасного уровня в 150 Н и автоматическое включение реверса при встрече с препятствием.

Механизм автоматического реверса состоит из телескопической штанги 4 с выдвижной секцией 9, роликовой защелки, настроенной на предельное усилие растяжения штанги и микропереключателя, обеспечивающего реверсирование двигателя привода дверей в момент достижения предельной величины усилия.

Величина предельного усилия растяжения штанги ограничивается силой сопротивления перекатывания ролика по наклонной плоскости гребня гнезда 8, которая определяется углом наклона гребня и силой предварительного сжатия пружины 11.

Обратный скос гребня роликового гнезда сделан более пологим, чтобы облегчить приведение системы в исходное состояние в конце хода раскрытия створки после реверса. Гайки 12 служат для регулировки величины предельного усилия «разрыва» штанги.

Кривошипно-шатунный (рычажный) механизм привода автоматических дверей, схематично представленный на *рис. 3.35*, отличается наличием жесткой кинематической связи между створками и обычно оснащается системой реверса с электронным датчиком типа «антенна», которая дублируется устройством, реагирующим на перегрузку двигателя. Работает достаточно надежно и содержит небольшое количество деталей.

При качественном исполнении привод автоматических дверей с кривошипно-шатунным механизмом хорошо себя зарекомендовал на практике. Имеет технологичную конструкцию, но требует применения надежной системы автоматического реверса.

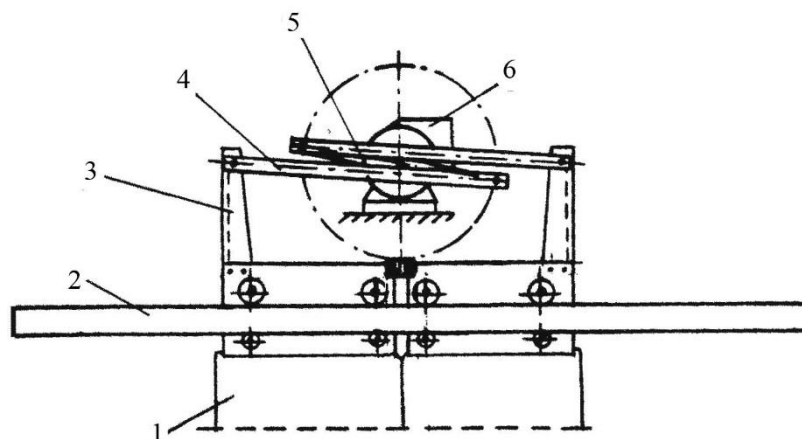


Рис. 3.35. Кривошипно-шатунный механизм привода автоматических дверей:

1 – створки, 2 – линейка, 3 – кронштейн, 5 – тяга шатуна 6 – механическая передача с двигателем

Рассмотренные выше конструкции привода с синусоидальным законом изменения скорости имеют достаточно сложное устройство и плохо используют скоростные возможности привода. График изменения скорости далек от оптимального. Это становится наиболее заметно в конструкциях лифтов, на которых требуется увеличение скорости открывания дверей.

В связи с этим представляет интерес необычная конструкция привода, разработанного доцентом кафедры деталей машин Московского государственного строительного университета (МГСУ) М.Д. Богородицким совместно с работниками Щербинского лифтостроительного завода (г. Москва) (*рис. 3.36*).

В устройстве, представленном на *рис. 3.36*, палец 4 с ползуном 3, жестко связанный с тяговым органом 5, перемещается по траектории, включающей криволинейные и линейный участок. Благодаря отводке 2, взаимодействующей с ползуном 4, створка 1 большую часть пути проходит с максимально допустимой скоростью и плавно замедляется до нулевой скорости на коротких участках разгона и торможения (точки *A* и *D*).

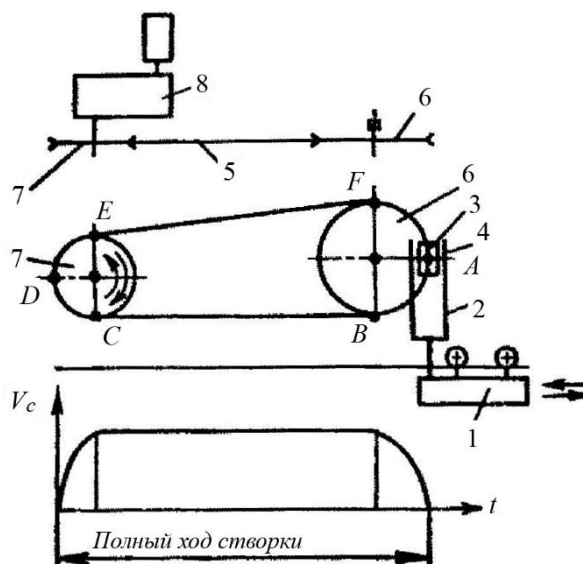


Рис. 3.36. Схема привода с кинематическим способом оптимизации графика движения створок с двумя шкивами разного диаметра:

1 – каретка со створкой; 2 – отводка; 3 – ползун; 4 – палец, шарнирно закрепленный на ползуне; 5 – гибкий тяговый элемент; 6, 7 – ведомый и ведущий шкив; 8 – редуктор с двигателем

На Щербинском лифтостроительном заводе было создано несколько опытных образцов, которые успешно прошли ресурсные испытания.

В практике лифтостроения находят применение и другие решения, но они не имеют существенных отличий от рассмотренных выше.

В настоящее время наметилась устойчивая тенденция широкого распространения более простых по кинематике механизмов с регулируемым электроприводом.

Основанием такой тенденции послужило применение микропроцессорных систем управления лифтами и создание привода переменного трехфазного тока с амплитудно-частотным регулированием напряжения питания.

Ниже приводятся простые кинематические системы привода автоматических дверей, рассчитанные на использование управляемого привода переменного и постоянного тока.

Автоматическое реверсирование движения створок при встрече с препятствием решается на основе использования чувствительной электронной системы типа «антенна» и инфракрасной фотоэлектронной системы контроля дверного проема. В некоторых конструкциях включение реверса производится устройством, контролирующим нагрузку двигателя.

На рис. 3.37 представлен винтовой привод автоматических дверей, который в небольших масштабах использовался в лифтах уже в 50-х годах. С появлением микропроцессорных систем управления приводом масштабы его применения должны заметно увеличиться.

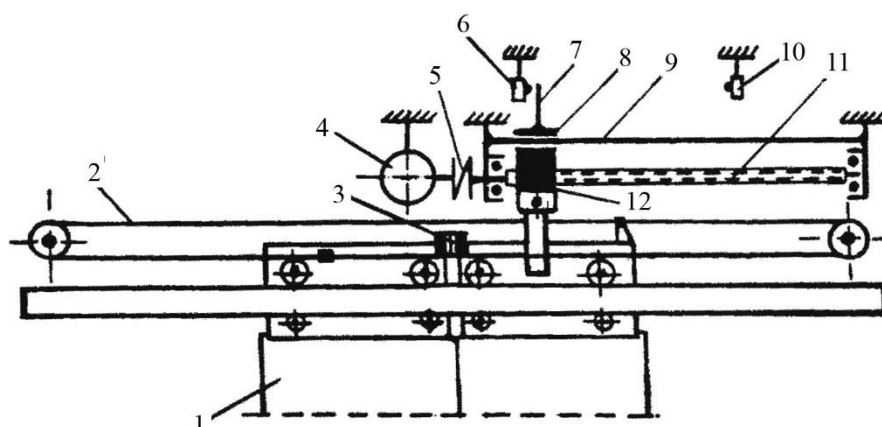


Рис. 3.37. Винтовой привод автоматических дверей:

- 1 – створка с кареткой, движущейся по линейке; 2 – синхронизации взаимно противоположного движения створок; 3 – штепсельное контактное устройство контроля притвора створок; 4 – электродвигатель; 5 – соединительная муфта; 6, 10 – конечный выключатель; 7 – упор; 8 – башмак каретки; 9 – направляющая штанга; 11 – ходовой винт; 12 – каретка гайки ходового винта

Несомненным достоинством такого решения является простота конструкции и технологичность. Основу механизма составляют электродвигатель, непосредственно вращающий ходовой винт, и гайка, движущаяся по направляющим и кинематически связанная со створками дверей кабины.

При использовании быстроходного ходового винта приходится считаться с повышенными требованиями к его динамической уравновешенности с целью исключения вибраций и шума.

Наличие жесткой связи со створками требует использования весьма надежной системы автоматического реверса.

Направляющая 9 уравнивает реактивный момент гайки, исключая его передачу на створку дверей. Установленный на каретке упор 7 воздействует на концевые выключатели 6, 10.

В конструкции имеется датчик контроля пути створки, необходимый для работы микропроцессорной системы программного управления приводом. Концевые выключатели могут не устанавливаться при надежной системе контроля пути перемещения створок.

При наличии управляемого привода хорошо себя зарекомендовала система, в которой используются зубчатые ременные передачи. Несомненным достоинством такого привода автоматических дверей является высокая плавность работы, бесшумность и простота конструкции (рис. 3.38).

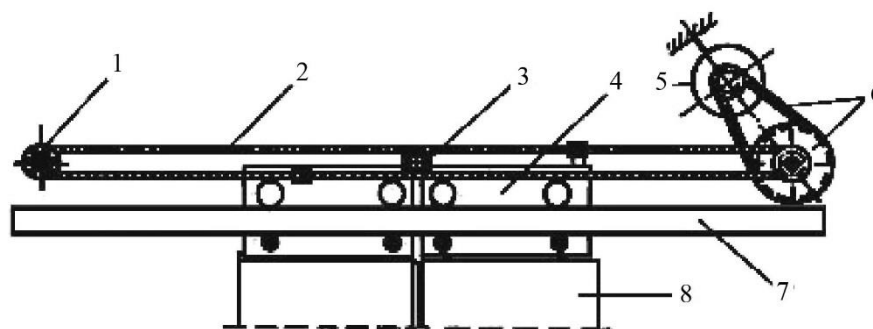


Рис. 3.38. Автоматические двери с зубчатой ременной передачей:

1 – зубчатый шкив с датчиком контроля пути створки; 2 – зубчатый ремень передачи движения створкам; 3 – штепсельное контактное устройство контроля притвора створок; 4 – электродвигатель привода; 5, 6 – шкивы и ремень зубчатой ременной передачи; 7 – линейка перемещения створок; 8 – створка

Основу конструкции механизма привода составляет зубчатый ремень 2, передающий движение створкам за счет их жесткого соединения с верхней и ниж-

ней его ветвями. Ремень 2 получает движение от зубчатого шкива 7 промежуточной зубчатой ременной передачи. Наличие зубьев на ремне обеспечивает его взаимодействие со шкивами без проскальзывания. В связи с этим такой привод нуждается в надежной системе ограничения усилия сжатия створок и электронного устройства автореверса типа «антенна».

Несомненный интерес представляет канатная система привода автоматических раздвижных дверей, в которой синхронизирующий канат одновременно используется в качестве тягового и получает движение от шкива привода дверей, установленного на выходном валу редуктора регулируемого электропривода.

Наличие фрикционной связи между тяговым канатом и КВШ делает такую систему более безопасной, чем рассмотренные выше механизмы.

Створки дверей кабины двигаются во взаимно противоположных направлениях благодаря кинематической связи с разными ветвями тягового каната. Необходимое сцепление тягового каната со шкивом обеспечивается геометрическими характеристиками канавки (ручья) и начальным натяжением, создаваемым посредством натяжного отклоняющего ролика, который дополнительно увеличивает угол обхвата шкива.

При достаточном начальном натяжении работа фрикционной передачи усилия без скольжения каната может быть обеспечена даже при полукруглой канавке шкива привода дверей.

Регулировкой силы начального натяжения тягового каната можно обеспечить ограничение силы сжатия створок на допустимом безопасном уровне. Рассмотренные выше механизмы привода автоматических дверей с управляемыми характеристиками двигателя объединяют наличие линейной зависимости между частотой вращения вала двигателя и скоростью движения створок. Это обстоятельство делает необходимым применение той или иной системы программного управления процессом разгона и замедления створок до полной плавной остановки.

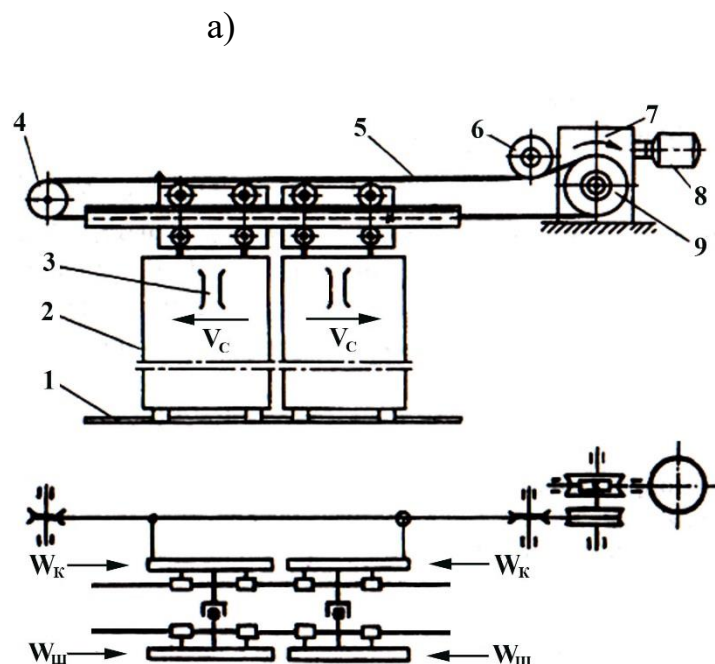


Рис. 3.39. Канатный механизм привода автоматических дверей:

а – схема канатного механизма: 1 – направляющая башибачков створок; 2 – створка; 3 – отводка створок дверей шахты; 4 – отклоняющий блок; 5 – тяговый канат; 6 – натяжной отклоняющий блок; 7 – редуктор; 8 – электродвигатель; 9 – шкив привода дверей; б – расчетная схема привода автоматических дверей; W_k , $W_{ш}$ – сопротивление движению створки двери кабины и шахты; V_c – скорость движения створок

Путем программирования микропроцессорного управляющего устройства можно получить практически любой закон диаграммы изменения скорости движения створок.

Расчет таких механизмов привода предполагает трапецеидальный характер изменения скорости при программно установленным заданным ускорениям разгона и торможения створок.

Рассмотрим порядок и основные методы расчета привода автоматических дверей на примере канатной системы (рис. 3.39, б).

1. На основе опыта проектирования и предварительных проработок определяют параметры конструкции кабинных и шахтных дверей.

2. Рассчитывают сопротивление движению створок дверей кабины и шахты.

Суммарное сопротивление движению створок дверей кабины и шахты

$$W = (n_k \cdot W_k + n_{ш} \cdot W_{ш}) \cdot K_{\theta}, \quad (3.25)$$

где $n_k, n_{ш}$ – число створок дверей кабины и шахты; $W_k, W_{ш}$ – сопротивление движению створки дверей кабины и шахты, Н; $K_{\theta} = 1,15 \div 1,25$ – коэффициент, учитывающий сопротивление движению башмачков створок.

Сопротивление движению створки дверей кабины

$$W_k = \frac{2}{D_p} \cdot \left(\mu_k + \mu_m \cdot \frac{d_m}{2} \right) \cdot G_k \cdot g \quad (3.26)$$

Сопротивление движению створки двери шахты, приведенное к створке двери кабины:

а) при наклонных линейках

$$W_{ш} = \left[\frac{2}{D_p} \cdot \left(\mu_k + \mu_m \cdot \frac{d_m}{2} \right) + \operatorname{tg} \alpha \right] \cdot G_{ш} \cdot g \quad (3.27)$$

где D_p – диаметр ролика каретки, см; d_m – диаметр трения подшипника ролика, см; μ_k – коэффициент трения качения ролика, см ($\mu_k = 0,04$ см для капронового обода ролика); $\mu_m = 0,002$ – приведенное значение коэффициента трения в подшипниках качения ролика; $G_{ш}$ – масса створки двери шахты, кг; α – угол наклона линейки створки двери шахты, град ($\alpha = 2^\circ 38'$ – примерное значение угла наклона линейки);

б) при горизонтальных линейках шахтных дверей и грузовом закрытии

$$W_{ш}^2 = \frac{2}{D_p} \cdot \left(\mu_k + \mu_m \cdot \frac{d_m}{2} \right) \cdot G_{ш} \cdot g \cdot (K_z - 1) \quad (3.28)$$

где $K_z = 1,5$ – коэффициент запаса силы тяжести закрывающего груза.

3. Определяют скорость движения створок.

Скорость открывания створок дверей определяется с учетом ширины дверного проема и времени, необходимого для открытия дверей кабины и шахты лифта.

Расчетное значение скорости должно приниматься с учетом допустимой величины кинетической энергии приведенной массы створок.

Предварительно величина скорости может быть определена в зависимости от ширины дверного проема и требуемой величины времени открывания дверей:

$$V_c = \frac{b_c}{t_c}, \quad (3.29)$$

где b_c – ширина дверного проема, м; $t_c = 1 \div 2,5$ с – время открывания дверей (большие значения для многостворчатых дверей при широком дверном проеме).

4. Рассчитывают мощность и определяются параметры двигателя

$$N_\partial = \frac{W \cdot V_c}{\eta_m} \cdot 10^{-3}, \quad (3.30)$$

где η_m – коэффициент полезного действия механизма (величина КПД зависит от типа используемой механической передачи и может изменяться от 0,75 до 0,92).

Обычно мощность привода дверей не выходит за пределы диапазона 0,18–0,4 кВт.

В зависимости от принятой системы управления выбирается двигатель постоянного или переменного трехфазного тока соответствующей мощности.

По каталогу определяются его основные характеристики.

5. Производят проверочный расчет соответствия величины скорости створок, допускаемой величине кинетической энергии:

$$V_c \leq \sqrt{\frac{1}{m_c} \cdot \left(2 \cdot [K_c] - \frac{I_c \cdot \pi^2 \cdot n_m^2}{900} \right)}, \quad (3.31)$$

где $[K_c] = 10$ Дж – допускаемое значение величины кинетической энергии створок дверей; m_c – приведенное значение массы движущихся створок, кг; I_c – приведенное значение момента инерции вращающихся частей привода, кг·м²; n_m – максимальное значение величины частоты вращения вала двигателя, об/мин.

6. Определяют передаточное число редуктора

$$U_p = \frac{\pi \cdot D_{ш} \cdot n_n}{60 \cdot V_{cp}}, \quad (3.32)$$

где V_{cp} – расчетное значение скорости, принятое по критерию допускаемой величины кинетической энергии створок; n_n – номинальная величина частоты вращения вала двигателя, об/мин; $D_{ш}$ – диаметр шкива привода дверей, м.

Диаметр шкива привода дверей определяется по конструктивным соображениям. Практически его значение изменяется в пределах от 140 до 180 мм.

7. Выбирают тип механической передачи и определяются ее параметры с учетом требуемого значения величины передаточного числа и мощности привода дверей.

8. По заданной программе изменения скорости створок дверей определяют время разгона и торможения: t_p, t_m .

9. Рассчитывают пути разгона, установившегося движения и торможения:

$$S_p = \frac{V_{cp}}{2} \cdot t_p; S_m = \frac{V_{cp}}{2} \cdot t_m; S_y = b_c - S_p - S_m. \quad (3.33)$$

10. Уточняют время открывания створок дверей:

$$t_{cp} = t_p + t_m + \frac{S_y}{V_{cp}}. \quad (3.34)$$

11. Производят расчет силы начального натяжения тягового каната привода дверей.

Из условия допускаемой величины силы сжатия створок P_c определяется величина натяжения набегающей ветви канат (при двух створках):

$$S_H = 2 \cdot [P_c]. \quad (3.35)$$

Сила начального натяжения каната равна силе натяжения сбегающей ветви

$$S_0 = \frac{S_H}{e^{\mu \cdot \alpha}}. \quad (3.36)$$

Проскальзывание каната будет ограничивать усилие сжатия створок.

Расчет привода автоматических дверей с механическим способом управления диаграммой скорости движения створок производится аналогичным способом с некоторыми особенностями, связанными с нелинейным характером функциональной зависимости скорости створок от частоты вращения вала двигателя.

3.5 ОГРАНИЧИТЕЛЬ СКОРОСТИ, НАТЯЖНОЕ УСТРОЙСТВО КАНАТА ОГРАНИЧИТЕЛЯ СКОРОСТИ

Назначение, классификация и общие требования

Ограничитель скорости представляет автоматическое устройство, предназначенное для приведения в действие ловителей при аварийном превышении скорости движения кабины (противовеса) вниз. При этом, в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53780 ограничитель скорости, приводящий в действие ловители кабины, должен срабатывать, если скорость движения кабины вниз превысит номинальную не менее чем на 15 % и составит не более:

- а) 0,8 м/с - для ловителей резкого торможения;
- б) 1,5 м/с - для ловителей плавного торможения и ловителей резкого торможения с амортизирующим элементом при номинальных скоростях не более 1 м/с;
- в) $1,25v + 0,25/v$ м/с для ловителей плавного торможения при номинальных скоростях более 1,0 м/с;

где v - номинальная скорость кабины, м/с.

Ограничитель скорости, приводящий в действие ловители противовеса или уравнивающего устройства кабины, должен срабатывать, если скорость движения противовеса или уравнивающего устройства кабины вниз превысит номинальную не менее чем на 15 % и не более чем на значение, превышающее на 10 % верхний предел скорости, установленный для срабатывания ограничителя скорости кабины.

Для проведения проверок и испытаний должна быть предусмотрена возможность приведения в действие ловителей от ограничителя скорости при движении кабины со скоростью, менее приведенной выше. При этом, должна быть предусмотрена возможность проверки срабатывания ограничителя скорости при частоте вращения, соответствующей скоростям движения кабины, противовеса или уравнивающего устройства кабины, указанным в 1-ом абзаце настоящего раздела, а также, если скорость движения противовеса или уравнивающего устройства кабины вниз превысит номинальную не менее чем на 15 % и

не более чем на значение, превышающее на 10 % верхний предел скорости, установленный для срабатывания ограничителя скорости кабины.

Диаметр каната, приводящего в действие ограничитель скорости, - не менее 6 мм.

Коэффициент запаса прочности каната ограничителя скорости, определенный как отношение разрывного усилия каната в целом к усилию, возникающему в нем при срабатывании ловителей, должен быть не менее 8.

Отношение диаметра шкива или блока к диаметру огибаемого каната, приводящего в действие ограничитель скорости, должно быть не менее 30. Для лифтов со скоростью движения до 1,6 м/с включительно отношение диаметра шкива или блока к диаметру огибаемого каната, приводящего в действие ограничитель скорости, допускается не менее 25.

Канат, приводящий в действие ограничитель скорости, должен натягиваться натяжным устройством.

Обрыв или превышающая регламентированная вытяжка каната, приводящего в действие ограничитель скорости, должны вызывать остановку привода электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при обрыве или вытяжке каната более регламентированного значения.

Для ограничителя скорости, у которого усилие для приведения в действие ловителей создается только за счет трения между канатом и рабочим шкивом, должна быть предусмотрена возможность проверки достаточности силы трения между ними для приведения в действие ловителей при движении кабины со скоростью, менее указанной в 1-ом абзаце настоящего раздела.

На ограничителе скорости должно быть указано направление вращения, соответствующее включению ловителей.

Электрическое устройство безопасности, контролирующее срабатывание ограничителя скорости, должно размыкать цепь безопасности до достижения движущейся вниз кабиной скорости, при которой происходит срабатывание

ограничителя скорости. У лифта с номинальной скоростью не более 1,0 м/с допускается размыкание цепи управления при срабатывании ограничителя скорости.

Если после снятия с ловителей ограничитель скорости автоматически не возвращается в исходное состояние, то электрическое устройство безопасности должно предотвращать пуск лифта до приведения ограничителя скорости в исходное состояние. Допускается шунтировать указанное устройство при управлении лифтом из машинного помещения или с устройства для проведения эвакуации пассажиров из кабины, а также проведения динамических испытаний в соответствии с требованиями следует осуществлять снаружи шахты. Эти устройства должны быть защищены от несанкционированного снятия кабины(противовеса) с ловителей.

При установке ограничителя скорости в шахте лифта:

- а) обслуживающий персонал должен приводить в действие ограничитель скорости для его испытания снаружи шахты лифта с помощью механического или электрического дистанционного средства, за исключением бескабельного;
- б) ограничитель скорости при срабатывании должен автоматически вернуться в исходное положение после перемещения кабины, противовеса или уравновешивающего устройства кабины.

Доступные вращающиеся элементы ограничителя скорости с шаровым центробежным регулятором должны быть ограждены.

Ограничитель скорости должен быть снабжен табличкой с указанием:

- а) фирмы - производителя данного ловителя;
- б) идентификационного номера;
- в) скорости срабатывания ограничителя скорости.

Ограничитель скорости должен иметь устройство для проверки его работоспособности при движении кабины (противовеса) с номинальной скоростью.

Ограничитель скорости, у которого усилие включения ловителей создается только за счет сил трения между канатом и шкивом, должен иметь устройство для проверки достаточности силы трения.

В лифтах с приводом постоянного тока ограничитель должен иметь выключатель, контролирующий его срабатывание.

Ограничитель, приводящий в действие ловители противовеса, должен контролироваться выключателем.

Канат ограничителя скорости должен иметь натяжное устройство, контролируемое выключателем.

Ограничитель скорости должен быть отрегулирован и опломбирован предприятием-изготовителем и снабжен табличкой с указанием наименования предприятия, заводского номера, года изготовления, номинальной скорости лифта и скорости срабатывания.

Ограничители скорости независимо от конструктивного исполнения состоят из шкива, охватываемого бесконечным канатом, имеющим жесткую кинематическую связь с приводным механизмом ловителей. Натяжение каната обеспечивается специальным натяжным устройством в приямке шахты.

Со шкивом ограничителя скорости связано механическое устройство, автоматически затормаживающее канат при аварийном превышении скорости.

Классификация ограничителей скорости

По принципу действия: центробежного типа и с инерционным роликом.

По расположению оси вращения устройства, контролирующего превышение скорости: с вертикальным и с горизонтальным расположением оси вращения.

Ограничитель скорости может быть установлен в машинном или блочном помещении; в шахте, на кабине или на противовесе.

Схема установки ограничителя скорости с горизонтальной осью вращения представлена на *рис. 3.40*. Ограничитель установлен на опорной раме 2, закрепленной на полу машинного помещения. На канате ограничителя скорости 1

вверху и внизу шахты закреплены упоры 6 и 7 для взаимодействия, через рычаг 4, с концевым выключателем 3, контролирующего переспуск и переподъем кабины (противовеса) лифта.

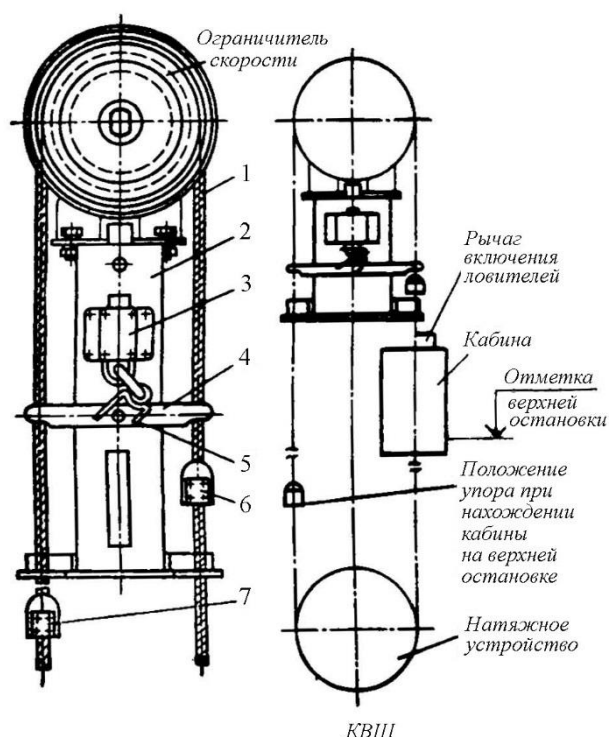


Рис. 3.40. Схема установки и взаимодействия ограничителя скорости с ловителями:

1 – канат ограничителя; 2 – опорная рама; 3 – концевой выключатель; 4 – рычаг; 5 – отводка ролика; 6, 7 – упор

При переподъеме кабины упор 6, поднимаясь вверх, действует на правое плечо рычага 4, который посредством кулачка отводки 5 вызывает срабатывание концевой выключателя. Аналогичным образом контролируется переопуск кабины, но с помощью упора 7.

Надежная работа системы ограничителя скорости требует поддержания каната в натянутом состоянии, при котором гарантируется достаточная величина силы трения между канатом и ободом шкива ограничителя. Для этого в приямке шахты устанавливается натяжное устройство каната ограничителя скорости с соответствующим грузом 1 (рис. 3.41).

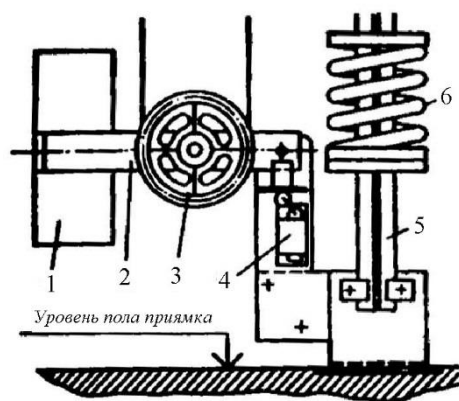


Рис. 3.41. Схема установки натяжного устройства каната ограничителя скорости:
1 – груз; 2 – рычаг; 3 – блок; 4 – концевой выключатель; 5 – направляющая кабины; 6 – пружинный буфер

Выключатель, натяжного устройства 4, контролирует чрезмерную вытяжку или обрыв каната ограничителя скорости. При установке и регулировки положения выключателя натяжного устройства необходимо учитывать опускание блока натяжного устройства 3 вниз при переброске каната с рабочего на контрольный шкив.

Расчет параметров натяжного устройства рассмотрен выше. Диаметр блока натяжного устройства принимается равным диаметру рабочего шкива и должен быть не менее 30 диаметров каната. Диаметр каната определяется из условия прочности и обычно составляет 6–10 мм.

Конструкция и расчет ограничителей скорости различного принципа действия требуют специального рассмотрения.

Конструкция и расчет ограничителя скорости центробежного типа с горизонтальной осью вращения

Существует несколько модификаций конструкции ограничителей этого типа.

В качестве примера рассмотрим устройство ограничителя скорости с горизонтальной осью вращения (рис. 3.42).

Основу конструкции составляет шкив 11, на задней стороне которого закреплены пальцы 9, на которых установлены грузы 6 центробежного устройства.

Грузы шарнирно связаны между собой тягой 4, на которой установлена предварительно сжатая пружина 3. Пружина сжата гайками 5 относительно упора 2 с отверстием для прохода тяги 4.

На внутренней цилиндрической поверхности корпуса установлены неподвижные упоры 7 и подвижный упор 8.

Благодаря наличию тяги 4, синхронизирующей движение грузов в радиальном направлении, их силы тяжести оказываются уравновешенными и на работу ограничителя скорости влияния не оказывают.

При номинальной скорости движения кабины (противовеса) на грузы действуют центробежные силы P_c и сила предварительного сжатия пружины P_n . Сила сжатия пружины регулируется так, чтобы она уравновешивала центробежные силы грузов и обеспечивала гарантированный радиальный зазор δ между неподвижными упорами 7 и заостренными концами грузов при номинальной скорости кабины.

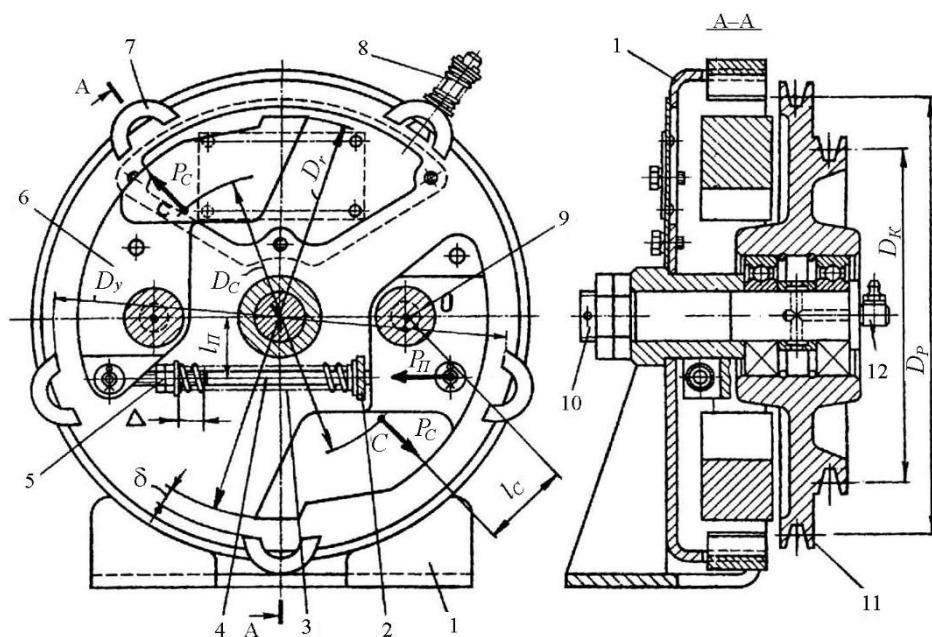


Рис. 3.42. Ограничитель скорости центробежного типа с горизонтальной осью вращения:
1 – корпус; 2 – упор; 3 – пружина; 4 – тяга; 5 – гайки регулировочные; 6 – груз; 7 – упор неподвижный; 8 – упор подвижный; 9 – палец шарнира; 10 – ось; 11 – рабочий шкив; 12 – масленка

При аварийном превышении скорости растет число оборотов шкива ограничителя скорости и центробежные силы начинают раздвигать грузы от центра к

неподвижным упорам 7 до момента фиксирования грузов неподвижными упорами.

Шкив ограничителя скорости останавливается и тормозит канат, связанный с приводным механизмом ловителей. Если сила трения между канатом и шкивом ограничителя скорости больше силы сопротивления включению ловителей, то ловители сработают и остановят кабину. Если сила трения недостаточна, включения ловителей не произойдет.

Возможны две причины недостаточности силы трения: уменьшение тяговой способности рабочего шкива ограничителя скорости в результате износа канавки; обрыв или уменьшение натяжения каната ограничителя скорости.

При аварийном превышении скорости ограничитель может не сработать при повышенном сопротивлении в шарнирах подвески грузов или неправильной установки усилия пружины 3.

Реальная возможность нарушения работы ограничителя скорости делает необходимым применение средств контроля его работоспособности.

Для проверки правильности настройки ограничителя на расчетную скорость срабатывания применяется контрольный шкив меньшего диаметра. Обычно диаметр контрольного шкива имеет такую величину, чтобы при переброске на него каната частота вращения увеличивалась бы более чем на 15%, но не больше предельных значений, приведенный в первом абзаце настоящего раздела.

Проверка надежности сцепления каната с ободом ограничителя скорости производится посредством подвижного упора 8.

На упор 8 следует нажать при движении кабины вниз с номинальной скоростью. Если ловители сработают, сила сцепления имеет достаточную величину. В противном случае следует выяснить причину нарушения и устранить ее.

Если велик износ рабочего шкива, следует произвести ремонт ограничителя скорости и заменить шкив или произвести замену ограничителя скорости на заведомо исправный и провести частичное техническое освидетельствование лифта, с проведением соответствующих испытаний.

Расчет ограничителя скорости включает следующие этапы.

1. Определяется конфигурация, размеры и масса грузов на основе опыта проектирования.

2. Расчетom определяется положение центра масс груза (положение точки C) по вычерченному в масштабе чертежу.

3. Производится расчет величины центробежной силы, действующей на груз при номинальном и предельном значении скорости движения кабины (противовеса), с учетом начального и конечного положения груза.

Величина центробежной силы:

при номинальной скорости

$$P_c^H = m \cdot \frac{D_c^H}{2} \cdot \omega_n^2 = m \cdot \frac{2 \cdot D_c^H \cdot V^2}{D_p^2}, \quad (3.37)$$

при предельной скорости

$$P_c^n = m \cdot \frac{2 \cdot D_c^n \cdot V_n^2}{D_p^2}, \quad (3.38)$$

где m – масса груза, кг; ω_n – угловая частота вращения шкива ограничителя скорости, рад/с; V, V_n – номинальная и предельная величина скорости кабины, м/с; D_c^H, D_c^n – диаметр окружности, описывающей положения центра масс груза при номинальной и предельной частоте вращения шкива, м; D_p – диаметр рабочего шкива ограничителя скорости, м.

4. Из условия равновесия груза определяется усилие сжатия пружины

$$\sum M = 0; 2 \cdot P_c \cdot \ell_c - P_n \cdot \ell_n = 0; P_n = \frac{2 \cdot P_c \cdot \ell_c}{\ell_n}. \quad (3.39)$$

5. На основании зависимости (8.3) получим значения необходимых усилий пружины:

при номинальной скорости движения,

$$P_n^H = \frac{2 \cdot P_c^H \cdot \ell_c^H}{\ell_n^H}, \quad (3.40)$$

при предельной скорости движения,

$$P_n^n = \frac{2 \cdot P_c^n \cdot \ell_c^n}{\ell_n^n}, \quad (3.41)$$

где ℓ_c^H, ℓ_c^n – плечо центробежной силы относительно шарнира при номинальной и предельной скорости, м; ℓ_n^H, ℓ_n^n – плечо силы сжатия пружины при номинальной и предельной скорости, м.

6. Проверяем возможность преодоления сил трения в шарнирах механизма.

При этом, должно выполняться условие

$$P_n^n - P_n^H > 2 \cdot F_m, \quad (3.42)$$

где $F_m = (0,02 \div 0,03) \cdot m \cdot g$ – приведенная к пружине сила сопротивления, определяемая действием сил трения в шарнирах центробежного механизма.

Если условие (8.6) не выполняется, необходимо увеличить частоту вращения шкива за счет дополнительного передаточного механизма или уменьшения диаметра рабочего шкива до величины не менее $30 \cdot d$, где d – диаметр каната.

7. Определяем деформация сжатия пружины Δ , соответствующая радиальному перемещению зуба груза от исходного положения, при номинальной скорости до предельного, когда он сцепляется с упором. Для этого необходимо вычертить груз в масштабе в двух положениях и измерить величину Δ .

8. Жесткость пружины определяется по формуле

$$C = \frac{P_n^n - P_n^H}{\Delta}. \quad (3.43)$$

9. Подбирают пружину и проверяют ее на прочность.

Конструкция и расчет ограничителя скорости с инерционным роликом

Конструкция ограничителя скорости с инерционным роликом давно применяется в зарубежной практике. Такими ограничителями оборудуются лифты фирмы КОНЕ (Финляндия), ОТИС (США) и других производителей лифтов. В нашей стране они не применялись, т. к. по требованиям ГОСТ Р 53780 требуется наличие контрольного шкива, который в такой конструкции отсутствовал. В

настоящее время положение меняется в связи с развитием рыночной экономики и расширением сферы использования лифтов зарубежных фирм.

Конструкция ограничителя скорости с инерционным роликом отличается простотой, удобством доступа ко всем его частям и надежностью работы. Основу конструкции такого ограничителя скорости составляет шкив, свободно вращающийся на оси, закрепленной в опорной раме. На задней стороне шкива имеется четырехгранник со скругленными вершинами, по поверхности которого катится тяжелый ролик с резиновым ободом.

Устройство и принцип действия такого ограничителя скорости наглядно демонстрируется его расчетной схемой (рис. 3.43). На расчетной схеме приняты следующие обозначения: P_n, P_g – сила тяжести и сила инерции ролика, направление которой определяется фазой колебания ролика; P_n – сила сжатия пружины; ℓ_y, ℓ_n, ℓ_p – постоянные расстояния от оси рычага; ℓ_m – плечо силы тяжести ролика от оси вращения рычага; r_1, r_2 – максимальное и минимальное значение радиуса положения ролика на поверхности четырехгранника; ℓ_n, Δ_n – длина пружины в состоянии начального сжатия и упругое ее сжатие, соответствующее моменту сцепления зуба рычага с упором шкива; S_p, V_p, a_p – график перемещения, скорости и ускорения ролика при кинематических колебаниях; t – текущее значение времени колебательного процесса.

На рис. 3.43 не показан концевой выключатель и кронштейн для проверки сил сцепления. Все остальные элементы в полной мере отражают особенности конструкции ограничителя скорости. Ее основу составляет шкив 1, свободно вращающийся на оси, закрепленной в опорной раме 11. На задней стороне шкива имеется четырехгранник 3 со скругленными вершинами, по поверхности которого катится тяжелый ролик 5 с резиновым ободом. Ролик установлен на конце равноплечего качающегося рычага 6, противоположный конец которого выполнен в форме зуба 7.

На торцевой части четырехгранного кулачка 3 имеются упоры 4 клиновидной формы, расположенные в одной плоскости с внутренним квадратом.

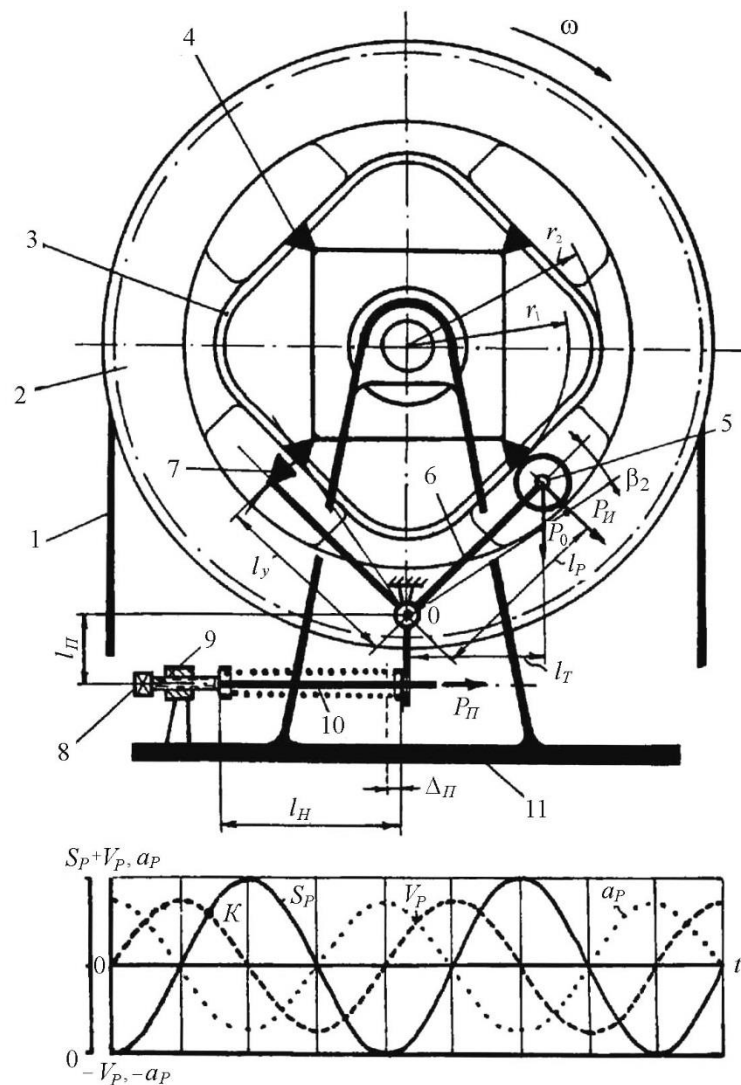


Рис. 3.43. Расчетно-конструктивная схема ограничителя скорости с инерционным роликом:

1 – канат; 2 – шкив; 3 – четырехгранный кулачок; 4 – упор; 5 – ролик; 6 – рычаг; 7 – зуб рычага; 8 – винт регулировки силы сжатия пружины; 9 – опора с резьбой; 10 – пружина с направляющим стержнем; 11 – опорная рама

Ролик прижимается к ободу квадратного кулачка усилием предварительно сжатой пружины 10 так, что при вращении шкива с номинальной скоростью он следит за его поверхностью, совершая вынужденные кинематические колебания относительно оси рычага. Сила начального натяжения пружины уравнивает действие силы тяжести ролика и действие инерционной силы при номинальной частоте вращения.

При аварийном превышении скорости, под действием сил инерции, ролик 5 отрывается от поверхности кулачка и зуб 7 сцепляется с упором 4, останавливая шкив.

Работа ограничителя контролируется выключателем, который приводится в действие в момент сцепления зуба 7 с упором 4.

Контроль достаточности сил сцепления каната с ободом шкива ограничителя скорости осуществляется путем нажатия на специальный кронштейн, закрепленный на рычаге со стороны ролика. Зуб 7 сцепляется с упором 4 и останавливает шкив. Все происходит так, как и при нажатии на подвижный упор ограничителя скорости центробежного типа.

О принципе действия ограничителя можно судить по графикам, приведенным на схеме *рис. 3.43*.

При равномерном вращении шкива ограничителя скорости ролик совершает кинематические колебания, перекатываясь по поверхности четырехгранника. Рычаг совершает угловые колебания относительно неподвижной точки *O*.

Благодаря скругленным вершинам четырехгранника закон изменения перемещения ролика близок к гармоническому и описывается формулой

$$S_p = A_0 \cdot \sin(4\omega t) = A_0 \cdot \sin \omega_p t, \quad (3.44)$$

где $\omega = \frac{2 \cdot V}{D_p}$ – угловая частота вращения шкива ограничителя скорости, рад/с; D_p – диаметр рабочего шкива ограничителя скорости, м; V – скорость движения кабины, м/с; $A_0 = \frac{r_2 - r_1}{2}$ – амплитуда колебаний ролика на рычаге, м; $\omega_p = z \cdot \omega$ – частота колебаний ролика; z – число граней кулачка.

Скорость колебаний ролика

$$V_p = \frac{d}{dt}(S_p) = A_0 \cdot \omega_p \cdot \cos \omega_p t = V_0 \cdot \cos \omega_p t. \quad (3.45)$$

Ускорение колебаний ролика

$$a_p = \frac{d}{dt}(V_p) = -A_0 \cdot \omega_p^2 \cdot \sin \omega_p t = -a_0 \cdot \sin \omega_p t \quad (3.46)$$

Тангенциальная сила инерции ролика имеет направление противоположное ускорению и определяется выражением

$$P_u = m \cdot a_0 \cdot \sin \omega_p t. \quad (3.47)$$

Рассмотрение приведенных зависимостей и соответствующих графиков позволяет установить, что максимальное значение силы инерции, отрывающей ролик от поверхности четырехгранника, имеет место в момент максимальной амплитуды перемещения ролика. Следовательно, сила предварительного сжатия пружины для номинальных оборотов шкива должна определяться для момента, когда ролик находится на вершине четырехгранника с учетом уравнивания силы тяжести ролика. При этом будем исходить из предположения, что плечи рычага взаимно уравновешены.

Силу предварительного сжатия пружины определим из уравнения равновесия рычага при амплитудном значении силы инерции

$$\sum M_0 = 0; P_n^H = \frac{P_p \cdot \ell_p \cdot \cos(45^\circ - \beta_2) + m \cdot a_0^H \cdot \ell_p}{\ell_n}, \quad (3.48)$$

где P_p – сила тяжести ролика, Н; β_2 – угловое перемещение рычага при перемещении ролика из исходного положения на плоской грани на вершину четырехгранника, град; $a_0^H = \frac{2 \cdot (r_2 - r_1) \cdot V_n^2 \cdot z^2}{D_p^2}$ – максимальная амплитуда ускорения при номинальной скорости движения кабины.

Сила сжатия пружины при предельной скорости движения кабины

$$P_n^n = \frac{P_p \cdot \ell_p \cdot \cos(45^\circ - \beta_n) + m \cdot a_0^n \cdot \ell_p}{\ell_n}, \quad (3.49)$$

где $\beta_n \approx \beta_2$ – угол отклонения рычага при предельном ускорении ролика, когда зуб касается грани внутреннего квадрата и скользит по ней до момента сцепления с упором (определяется из чертежа ограничителя скорости); $a_p^n = \frac{2 \cdot (r_2 - r_1) \cdot V_n^2 \cdot z^2}{D_p^2}$ –

максимальное значение амплитуды ускорения при предельном значении скорости кабины, м/с^2 .

Дополнительное сжатие пружины Δ_n при изменении инерционной силы от номинального до предельного значения определяется из чертежа.

Момент отрыва ролика от поверхности четырехгранника, вероятно, будет соответствовать точке K графика изменения перемещения ролика, когда и инерционная сила, и скорость ролика имеют одно направление. При этом величина инерционной силы и скорости будет составлять 0,707 максимальной величины амплитуды, а ролик не дойдет до вершины четырехгранника на $11^\circ 15'$ угла поворота шкива.

Приведенные выше соображения могут быть положены в основу расчета ограничителя скорости с инерционным роликом.

По чертежу определить величину сжатия пружины Δ_n , соответствующую изменению силы сжатия пружины от номинального до предельного значения.

Пружина подбирается и рассчитывается по жесткости

$$C = \frac{P_n^n - P_n^H}{\Delta_n}. \quad (3.50)$$

Конструкция и расчет ограничителя скорости с вертикальной осью вращения

Рассмотренные выше ограничители скорости с жесткой системой стопорения шкива не могут применяться в скоростных лифтах из-за значительной динамики соударения жестких упоров.

Монопольное место в лифтах с повышенными скоростями движения заняла конструкция ограничителя скорости вертикального (шпиндельного) типа, с разделением функций контроля превышения скорости и торможения каната (рис. 3.44).

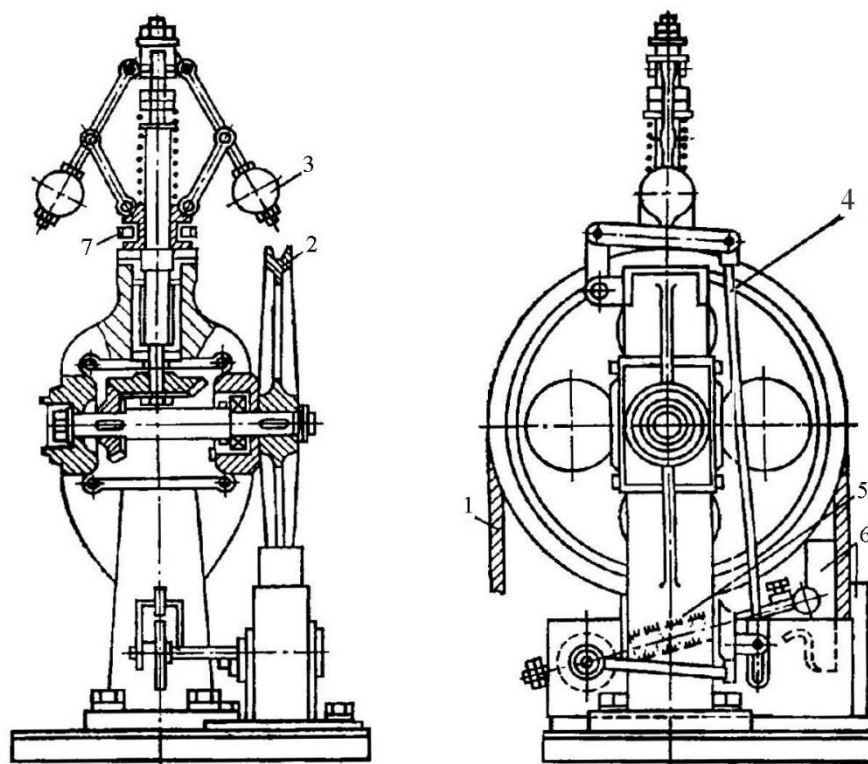


Рис. 3.44. Ограничитель скорости с вертикальной осью вращения:

1 – канат; 2 – шкив; 3 – груз центробежного устройства; 4 – тяга; 5 – пружина; 6 – колодки тормозные; 7 – муфта

Для передачи движения от горизонтального вала шкива 2 на вертикальный вал шпинделя используется коническая зубчатая передача.

При вращении шкива 2 с аварийным превышением скорости увеличивается величина центробежных сил, действующих на грузы 3, которые расходятся в стороны от вертикальной оси вращения и поднимают вверх муфту 7. Последняя посредством тяги 4 освобождает предварительно сжатую пружину 5, и тормозные колодки 6 сжимают канат 1. Сила предварительного сжатия пружины определяется величиной силы торможения каната, необходимой для надежного включения ловителей.

Проверка работоспособности ограничителя производится воздействием на рычаг, освобождающий пружину и включающий механизм торможения каната.

На расчетной схеме представлен аналогичный вариант ограничителя скорости с вертикальной осью вращения центробежного устройства контроля аварийного

превышения скорости (рис. 3.45). В отличие от рассмотренной конструкции торможение каната производится эксцентриковым механизмом с подпружиненной тормозной колодкой.

На схеме рис. 3.45 приняты следующие обозначения: P_z – сила тяжести груза; P_c – центробежная сила; P_n – сила сжатия пружины; S_1 – усилие в тяге.

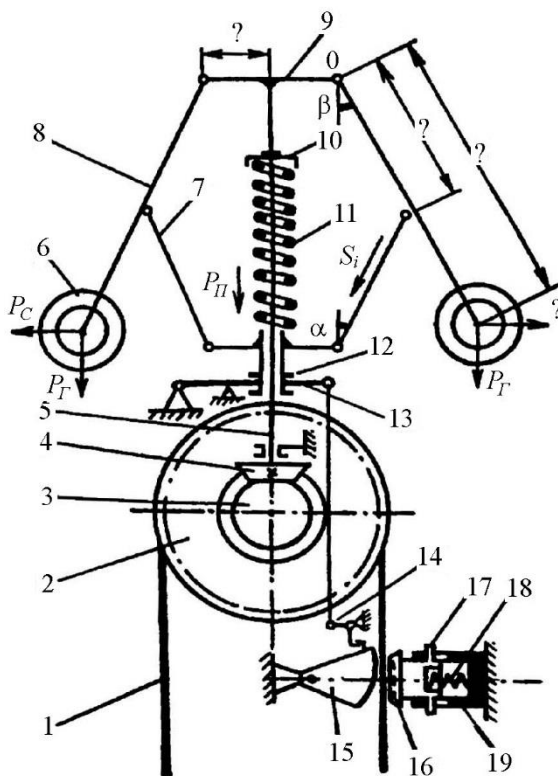


Рис. 3.45. Расчетная схема ограничителя скорости с вертикальной осью вращения:

1 – канат; 2 – шкив; 3, 4 – зубчатые колеса; 5 – вертикальный вал (шпиндель); 6 – груз; 7 – тяга; 8 – рычаг; 9 – крестовина; 10 – опорная шайба и гайки регулировки пружины; 11 – пружина; 12 – муфта; 13 – рычаг привода эксцентрика; 14 – тяга; 15 – эксцентрик; 16 – колодка тормозная; 17 – упор; 18 – пружина тормозная; 19 – корпус тормозной колодки

В исходном положении, при движении кабины с номинальной скоростью, рычаг 12 прижат к упору пружины шпинделя, защелка 14 удерживает эксцентрик от соприкосновения с канатом. Сила сжатия пружины 11 уравнивает действие центробежных сил.

При аварийном превышении скорости грузы расходятся под действием возрастающего значения величины центробежных сил.

Муфта 12 поднимается вверх, увлекая за собой рычаг 12, и тяга выключает защелку 14, освобождая эксцентрик. Под действием силы тяжести эксцентрик поворачивается по часовой стрелке и включает механизм управляемого торможения каната. Сила торможения определяется регулировкой предварительного сжатия пружины 18.

Расчет ограничителя скорости шпиндельного типа достаточно прост.

1. Определяются основные размеры центробежного устройства, число и масса грузов (число грузов – 2, 3, 4; масса – 1–3 кг); параметры шкива и тормозного механизма.

2. Рассчитывается величина усилия в тяге подвески муфты на основе рассмотрения уравнений равновесия рычага 8:

$$\sum M_0 = 0; \\ P_z \cdot \ell_0 \cdot \sin \beta - P_c \cdot \ell_0 \cdot \cos \beta + S \cdot \ell_1 \cdot \sin \beta \cdot \cos \alpha + S \cdot \ell_1 \cdot \cos \beta \cdot \sin \alpha = 0 \quad (3.51)$$

откуда

$$S = \frac{\ell_0 \cdot (P_c \cdot \cos \beta - P_z \cdot \sin \beta)}{\ell_1 \cdot (\sin \beta \cdot \cos \alpha + \cos \beta \cdot \sin \alpha)} \quad (3.52)$$

где P_z, P_c – величина силы тяжести груза и действующей на него центробежной силы, Н.

Величина центробежной силы определяется скоростью движения кабины

$$P_c = \frac{4 \cdot P_z \cdot V^2 \cdot U_p^2}{g \cdot D_p^2} \cdot (e + \ell_0 \cdot \sin \beta) \quad (3.53)$$

где D_p – диаметр рабочего шкива, м; U_p – передаточное число ускорительной передачи ($U_p < 1$ – замедляющей).

По формулам 9.18 и 9.19 определяется усилие в тяге при номинальной и предельной скорости движения кабины: S_n, S_n .

3. Рассчитывается сила сжатия пружины при номинальной и предельной скорости движения кабины (противовеса).

Усилие пружины при номинальной скорости движения кабины (противовеса)

$$P_n^H = 2 \cdot S_n \cdot \cos \alpha; P_n^n = 2 \cdot S_n \cdot \cos \alpha, \quad (3.54)$$

4. Проверяется работоспособность ограничителя скорости по условию

$$P_n^n - P_n^H > F_1 + F_2, \quad (3.55)$$

где $F_1 \approx 0.02 \cdot P_c$ – приведенное значение сил трения в рычажной системе, Н;

$F_2 \approx (0.03 \div 0.04) \cdot P_c$ – приведенное значение сил сопротивления в механизме включения эксцентрика.

5. Жесткость пружины центробежного устройства

$$C = \frac{P_n^n - P_n^H}{\Delta}, \quad (3.56)$$

где Δ – вертикальное перемещение муфты 12, соответствующее изменению силы сжатия пружины от P_n^H до P_n^n (принимается в пределах от 5 до 10 мм).

6. Выбор пружины и расчет на прочность.

3.6 ЛОВИТЕЛИ, УПОРЫ И БУФЕРА

3.6.1 Ловители

Ловителем принято называть устройство для торможения, фиксации неподвижного состояния и удержания на направляющих кабины (противовеса), движущейся вниз с аварийным превышением скорости.

Ловители устанавливаются на кабинах лифтов всех типов и на противовесах, если они расположены над помещениями, где могут находиться люди, или над переходами, которые не могут выдержать удар падающего противовеса.

По принципу работы ловители представляют собой разновидность линейного колодочного тормоза, отличающегося тем, что давление на колодку создает специальное самозаклинивающееся устройство в момент касания направляющей поверхностью тормозной колодки.

Ловители должны обеспечивать замедление кабины (противовеса) с безопасными для здоровья людей ускорениями и надежно удерживать кабину на направляющих до момента снятия ее с ловителей.

Включение ловителей должно происходить автоматически при аварийном превышении скорости или ослаблении канатной подвески.

В лифтах с канатоведущим шкивом ловители могут приводиться в действие только ограничителем скорости, тогда как при наличии барабанной лебедки, в малых грузовых и гидравлических лифтах ловители могут включаться устройством, контролирующим ослабление натяжения канатов.

В соответствии с требованиями ГОСТ Р 53780 ловители должны останавливать и удерживать на направляющих (даже в случае обрыва подвески) движущуюся вниз кабину с номинальным грузом (противовес или уравнивающее устройство кабины) при их включении от действия ограничителя скорости на скорости его срабатывания.

Допускается использование ловителей для торможения и/или остановки движущейся вверх кабины, если скорость движения кабины превысит номинальную не менее чем на 15 % и составит не более:

- а) 0,8 м/с - для ловителей резкого торможения;
- б) 1,5 м/с - для ловителей плавного торможения и ловителей резкого торможения с амортизирующим элементом при номинальных скоростях не более 1 м/с;
- в) $1,25v + 0,25/v$ м/с для ловителей плавного торможения при номинальных скоростях более 1,0 м/с;

где v - номинальная скорость кабины, м/с.

Ловители должны быть испытаны в соответствии с требованиями ГОСТ Р 53781.

Ловители кабины, противовеса и уравнивающего устройства кабины должны приводиться в действие своим ограничителем скорости.

Ловители противовеса или уравнивающего устройства кабины лифта с номинальной скоростью не более 1,0 м/с допускается приводить в действие устройством, срабатывающим от обрыва или слабости тяговых элементов.

Кабина лифта с номинальной скоростью более 1 м/с должна быть оборудована ловителями плавного торможения.

Допускается применение:

а) ловителей резкого торможения с амортизирующим элементом, если номинальная скорость лифта не более 1 м/с;

б) ловителей резкого торможения, если номинальная скорость лифта не более 0,63 м/с.

При оборудовании кабины более чем одним ловителем на каждую из направляющих все ловители должны быть плавного торможения.

Противовес или уравнивающее устройство кабины лифта с номинальной скоростью более 1 м/с, у которого под основанием прямка имеется пространство, доступное для людей, то такое основание должно быть рассчитано на нагрузки не менее 5000 Н/м², и:

а) противовес или уравнивающее устройство кабины должны быть оборудованы ловителями или

б) под буфером противовеса или под зоной движения уравнивающего устройства должна быть установлена опора, которая доходит до монолитного основания и способна выдержать удар противовеса или уравнивающего устройства, падающего с наибольшей возможной высоты.

Ловители должны автоматически принимать исходное положение и быть готовы к работе после перемещения кабины, противовеса или уравнивающего устройства кабины, остановленных ловителями.

Замедление кабины при посадке на ловители должно быть не более 25 м/с². Допускается превышение этого значения на время не более 0,04 с. Среднее замедление кабины с номинальным грузом при посадке на ловители плавного торможения - не более 9,81 м/с².

Срабатывание ловителей кабины следует контролировать электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности до или при срабатывании ловителей.

Ловители с регулируемым усилием торможения должны быть опломбированы изготовителем. Ловитель должен быть снабжен табличкой с указанием:

- а) фирмы - производителя данного ловителя;
- б) идентификационного номера.

Классификация ловителей

По характеру действия: ловители резкого торможения, плавного торможения и комбинированные.

Ловители резкого торможения обеспечивают быструю остановку кабины (противовеса) за доли секунды на весьма малых тормозных путях в связи с тем, что торможение происходит за счет работы сил трения и сил сопротивления пластического деформирования поверхности направляющей. В этих ловителях отсутствует упругий элемент, ограничивающий силу нормального давления на тормозную колодку.

Ловители плавного торможения обеспечивают плавное замедление кабины за счет работы сил трения гладких (или с поперечной насечкой) тормозных колодок при ограничении силы нормального давления за счет наличия упругого элемента.

Комбинированные ловители представляют собой ловители резкого торможения, взаимодействующие с кабиной (противовесом) через амортизирующее устройство.

По характеру изменения тормозного усилия на пути торможения: с постоянной или линейно возрастающей тормозной силой.

По расположению улавливающих элементов: одностороннего и двустороннего действия.

Улавливающие устройства, их основные характеристики

Основу конструкции ловителей составляют улавливающие устройства, работающие на основе самозаклинивания между поверхностью головки направляющей и конструкцией рамы кабины (противовеса).

Момент самозатягивания определяется действием механизма привода ловителей, который вводит в соприкосновение рабочую поверхность улавливающего

устройства с боковой поверхностью головки направляющей. Возникающая при этом начальная сила трения инициирует процесс самозатягивания с последующей посадкой кабины (противовеса) на ловители.

Возможность самозатягивания определяется параметрами улавливающего устройства, которое независимо от конструкции представляет собой разновидность клинового механизма (рис. 3.46).

Геометрические параметры улавливающих устройств определяются из условия самозатягивания в момент, когда тормозная сила ловителей $P_L = 0$.

$$\sum X = 0; N_n + F_n \cdot \sin \alpha - N_n \cdot \cos \alpha = 0; \quad (3.57)$$

$$\sum Y = 0; P_L + F_n - F_n \cdot \cos \alpha - N_n \cdot \sin \alpha = 0. \quad (3.58)$$

Решение системы уравнений равновесия позволяет получить аналитическое выражение величины включающего усилия.

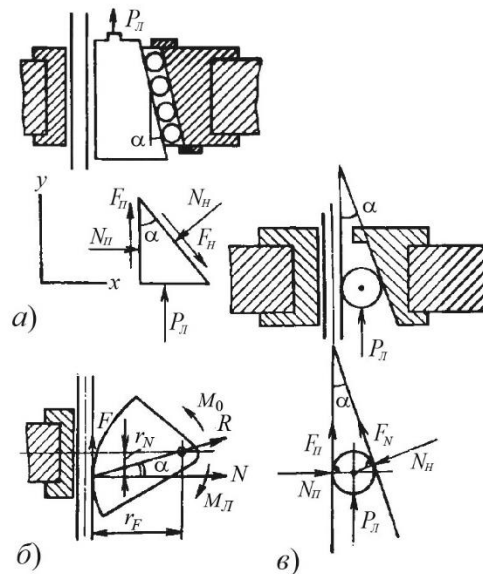


Рис. 3.46. Схемы улавливающих устройств:

а – клинового; б – эксцентрикового; в – роликового

$$P_L = F_n \cdot \left[\frac{(\cos \alpha \cdot \mu_n + \sin \alpha)}{\mu_n} - \frac{(\cos \alpha \cdot \mu_n - \sin \alpha \cdot \mu_n \cdot \mu_n)}{\mu_n} \right] \quad (3.59)$$

где μ_n, μ_H – величина коэффициента трения рабочей поверхности клина по направляющей и задней наклонной поверхности по направляющей колодке.

Условие самозатягивания предполагает равенство $P_n = 0$, поэтому числитель дроби равен нулю:

$$\cos \alpha \cdot \mu_H + \sin \alpha - \cos \alpha \cdot \mu_n + \sin \alpha \cdot \mu_n \cdot \mu_H = 0 \quad (3.60)$$

откуда имеем искомое расчетное соотношение

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{\mu_n - \mu_H}{1 + \mu_n \cdot \mu_H}. \quad (3.61)$$

Таким образом, условие самозатягивания клина выполняется, если величина коэффициента трения на его рабочей поверхности больше, чем на задней наклонной.

Для обеспечения надежного самозатягивания между задней поверхностью клина и его опорной колодкой устанавливается роликовая батарея или тормозная поверхность оснащается закаленными зубьями.

Параметры эксцентрикового улавливающего устройства определяются из условий равновесия эксцентрика (рис. 3.46, б).

Из уравнения моментов относительно оси шарнира подвески эксцентрика определим начальный момент, создаваемый механизмом привода ловителей:

$$\sum M_0 = 0; M_n + F \cdot r_F - N \cdot r_N - M_c = 0 \quad (3.62)$$

где $M_c = R \cdot \mu_c \cdot r_c = \sqrt{N^2 + F^2} \cdot \mu_c \cdot r_c$ – момент сил трения в шарнире эксцентрика.

После преобразования выражения (8.6) получим

$$M_n + N \cdot \mu \cdot r_F - N \cdot r_N - N \cdot \sqrt{1 + \mu^2} \cdot \mu_c \cdot r_c = 0 \quad (3.63)$$

где μ_c, r_c – коэффициент трения и радиус трения подшипника шарнира подвески эксцентрика; μ – коэффициент трения между тормозящей поверхностью эксцентрика и направляющей; M_n – момент, который нужно приложить к эксцентрику, чтобы получить необходимую для самозатягивания силу трения.

После алгебраических преобразований получим

$$M_n = N \cdot (r_N + r_c \cdot \mu_c \cdot \sqrt{1 + \mu^2} - r_F \cdot \mu) \quad (3.64)$$

Условие самозатягивания эксцентрика ($M_{\pi} = 0$) выполняется при следующем соотношении характеристик эксцентрика:

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{r_N}{r_F} = \mu - \mu_c \cdot \frac{r_c}{r_F} \cdot \sqrt{1 + \mu^2} \quad (3.65)$$

Роликовое улавливающее устройство рассчитывается аналогичным способом, из уравнений равновесия (рис. 7.1, в):

$$\sum X = 0; N_{II} - N_H \cdot \cos \alpha - F_H \cdot \sin \alpha = 0; \quad (3.66)$$

$$\sum Y = 0; F_n + F_H \cdot \cos \alpha + P_{\pi} - N_H \cdot \sin \alpha = 0. \quad (3.67)$$

Величина включающего усилия определяется решением системы уравнений

$$P_{\pi} = F_H \cdot \left(\frac{\sin \alpha}{\mu_H} - \cos \alpha - \frac{\cos \alpha}{\mu_H} \cdot \mu_n - \sin \alpha \cdot \mu_n \right). \quad (3.68)$$

Из условия самозатягивания имеем ($P_{\pi} = 0$), при $\mu_n = \mu_H = \mu$ получим

$$\operatorname{tg} \alpha = \frac{2 \cdot \mu}{1 - \mu^2} \quad (3.69)$$

Величина коэффициента трения зависит от характеристик тормозящих поверхностей ловителей (табл. 3.1).

Таблица 3.1

**Коэффициент трения тормозящей поверхности
по обработанной стальной направляющей**

Вид тормозящей поверхности	Коэффициент трения μ
С закаленными зубьями	0,18–0,35
Гладкая плоская	0,08–0,15
Стальной гладкий ролик	0,01–0,03
Ролик или эксцентрик с насечкой	0,14–0,33

Размеры тормозящих поверхностей улавливающих устройств уточняются по условию контактной прочности с учетом износостойкости.

Площадь гладкой тормозящей поверхности клинового улавливающего устройства определяется условием контактной прочности

$$b \cdot h \geq \frac{N}{[\sigma]_{cm}}, \quad (3.70)$$

где b, h – ширина и высота тормозящей поверхности клина, см; $[\sigma]_k$ – допускаемое удельное контактное давление, Н/см² (1500 ÷ 2000 Н/см²).

Для клина с закаленными зубьями ширина зуба проверяется по линейной контактной прочности

$$b \geq \frac{N}{Z \cdot K_z \cdot [q]}, \quad (3.71)$$

где Z – число зубьев на тормозной поверхности клина (обычно 3 или 5 зубьев высотой 3–5 мм, с прямым углом при вершине); $[q]$ – допускаемое давление на единицу ширины зуба (12 000 Н/см для зуба, закаленного до твердости 600 НВ); $K_z = 0,75$ – коэффициент неравномерности распределения нагрузки по зубьям.

Ширина зубьев эксцентрика проверяется из условия работы одного зуба:

$$b = \frac{N}{[q]}. \quad (3.72)$$

Размеры ролика и эксцентрика с гладкой тормозящей поверхностью определяются из условия контактной прочности по формуле Герца:

$$\sigma_k = 0,418 \cdot \sqrt{\frac{N \cdot E}{b \cdot r}} \leq [\sigma]_k, \quad (3.73)$$

где $E = 2,17 \cdot 10^7$, Н/см² – модуль упругости стали; b, r – ширина и радиус кривизны рабочей поверхности, см; N – сила нормального давления, Н; $[\sigma]_k$ – допускаемое контактное напряжение, составляющее 0,7–0,9 предела текучести материала ролика.

Механизм привода ловителей

Ловители приводятся в действие от ограничителя скорости и только в ограниченном числе случаев от канатной подвески.

Системы приводных механизмов, связанные с канатной подвеской, могут иметь различную конструкцию, но однотипный принцип действия. В его основе лежит использование пружинного устройства, которое находится в сжатом со-

стоянии, когда канаты имеют нормальное натяжение. Сжимающая сила значительно уменьшается при ослаблении канатов, и увеличение длины пружины воздействует на ловители.

Приводные механизмы, работающие от ограничителя скорости, получили преимущественное распространение, так как ограничитель скорости срабатывает в любой аварийной ситуации, сопровождающейся превышением расчетной скорости.

Механизмы привода ловителей являются промежуточным звеном между канатом ограничителя скорости и ловителями, обеспечивающим жесткую кинематическую связь между ними и одновременность срабатывания благодаря наличию между ними синхронизирующего механизма с тягой, валом или канатной связью.

В приводном механизме ловителей устанавливается контактное устройство, отключающее привод при срабатывании ловителей. При оборудовании противовеса ловителями контактное устройство устанавливается на ограничителе скорости.

Приводной механизм включения ловителей может устанавливаться в верхней или нижней части каркаса кабины. Его расположение не оказывает какого-либо влияния на надежность работы ловителей и обычно определяется конструктивными соображениями. Так, при верхнем расположении механизма включения ловители могут устанавливаться на верхней или нижней балке каркаса. В последнем случае клинья или ролики ловителей связываются с механизмом включения вертикальными тягами.

Рассмотрим работу приводного механизма ловителей резкого торможения, установленного в верхней балке каркаса кабины (*рис. 3.47*).

Канат ограничителя скорости 1 посредством коушей 2 и прижимных планок закреплен на приводном рычаге 4, установленном на валике 5 вместе с рычагами 6, 9. Тяга 8 передает движение рычагам 6 и 9, воздействуя на клинья правого ловителя.

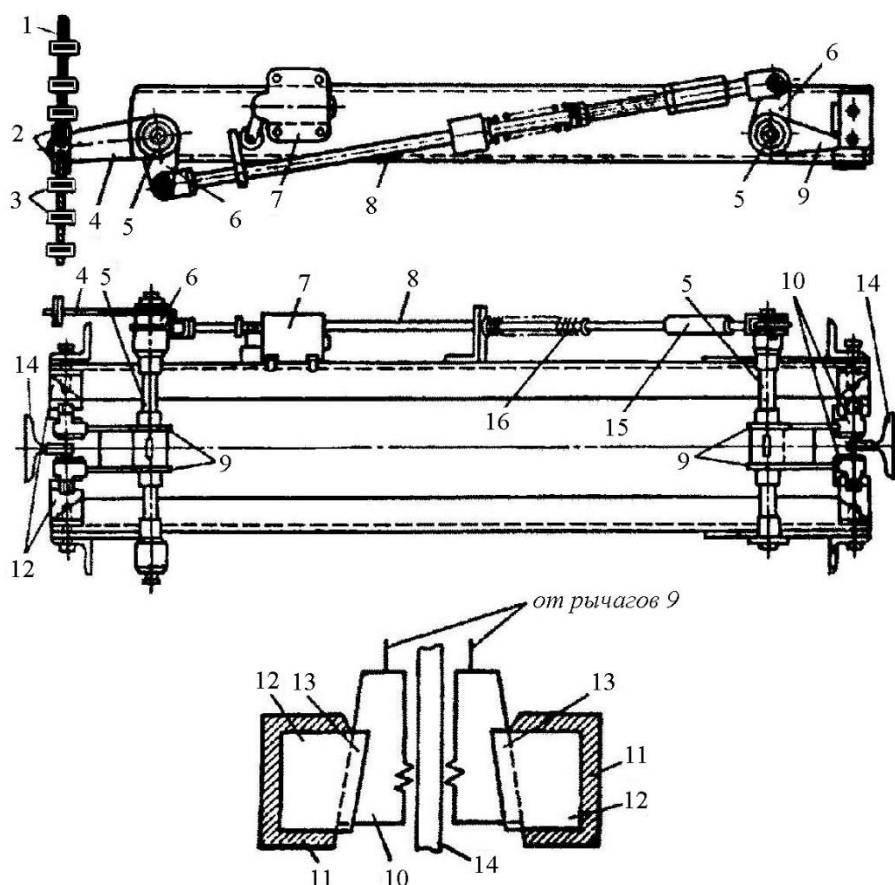


Рис. 3.47. Приводной механизм ловителей резкого торможения.

1 – канат; 2 – коуш; 3 – прижимные планки; 4 – рычаг приводной; 5 – валик; 6 – рычаг;
7 – контактное устройство; 8 – тяга; 9 – рычаг привода клиньев; 10 – клинья; 11 – балка
каркаса кабины; 12 – колодка направляющая; 13 – направляющий паз колодки; 14 – направляю-
щая кабины; 15 – муфта регулировочная; 16 – пружина

Наличие жесткой кинематической связи между ловителями и регулировоч-
ной муфтой 15 позволяет обеспечить одновременность срабатывания ловителей.

Предварительно сжатая пружина 16 предназначена для предотвращения
самопроизвольного включения ловителей и возврата клиньев в исходное по-
ложение после снятия кабины с ловителей. На тяге закреплена планка, удерживающая контактное устройство 7 в состоянии «включено» в рабочем ре-
жиме.

При аварийном превышении скорости опускания кабины срабатывает огра-
нчитель скорости и начинает тормозить канат с силой, достаточной для подь-
ема рычага 4 вверх. Вращение рычага 4 по часовой стрелке приводит к подъему

клиньев левого и правого ловителя, до момента касания зубьями поверхности направляющих.

Начинается процесс самозатягивания клиньев и торможения кабины до полной остановки. Приводная планка, установленная на тяге 8, перестает воздействовать на контактное устройство 7, и привод лебедки отключается.

Снятие кабины с ловителей производится подъемом кабины на малой скорости или ручным приводом. Под действием пружины тяги 16 ловители переводятся в исходное положение.

Аналогичный приводной механизм применяется для ловителей плавного торможения.

Более простой способ синхронизации работы ловителей используется в приводном механизме фирмы ОТИС, где синхронизация обеспечивается с помощью вала, проходящего вдоль верхней балки каркаса кабины (*рис. 3.48*).

При аварийном превышении скорости торможение каната 1 ограничителем скорости вызывает поворот рычага 6, вала 7 и рычага 8, так что тяги 5, 9 поднимают ролики 4, 11, инициируя включение ловителей.

Пружина 3 предотвращает самопроизвольное включение ловителей при пуске кабины на опускание и возвращает механизм ловителей в исходное состояние.

Данная конструкция практически не нуждается в регулировке, содержит мало деталей и отличается технологичностью. Ловители устанавливаются на торцевой части верхней балки каркаса, что обеспечивает удобный доступ при их техническом обслуживании.

Расчетная схема механизма включения ловителей плавного торможения (см. *рис. 3.48*) представлена на *рис. 3.49*.

При аварийном превышении скорости сила торможения каната 11 ограничителем скорости вызывает поворот рычага 7 по часовой стрелке, обеспечивая подъем роликов тягами 12, 13 и включение ловителей. На схеме приняты следующие обозначения: P_B – приведенная сила тяжести блока с учетом рычага, P_T –

сила тяжести груза, P_C – сила сопротивления повороту рычага, P_A – сила воздействия каната на механизм включения ловителей.

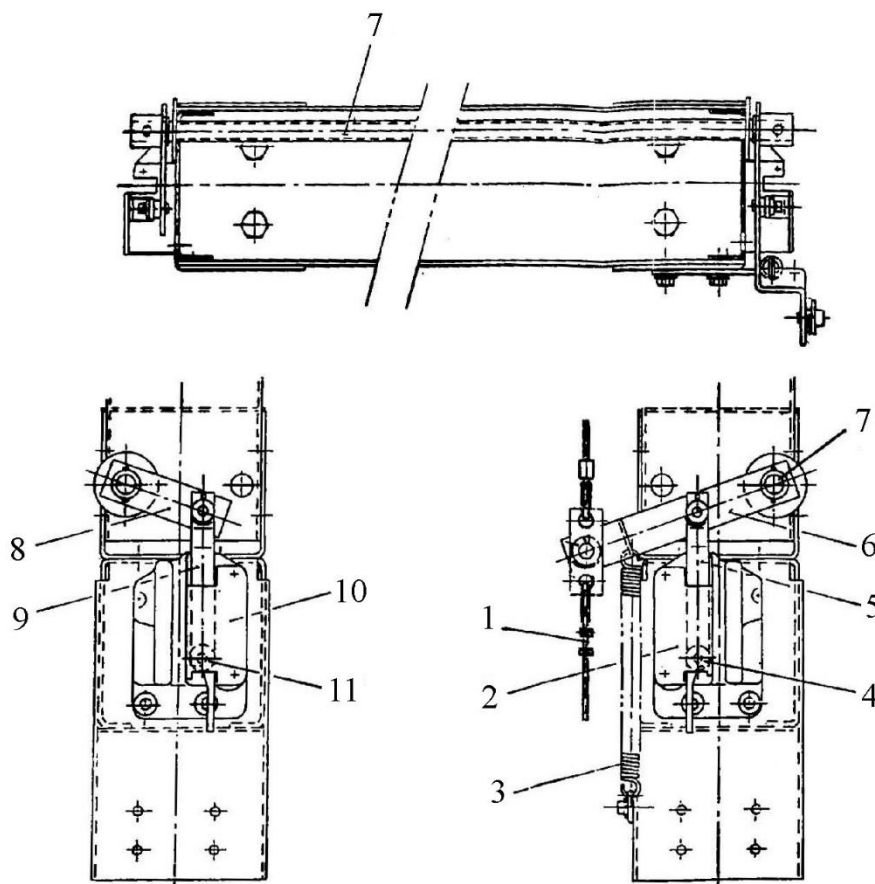


Рис. 3.48. Приводной механизм с синхронизирующим валом:

1 – канат; 2, 10 – ловитель; 3 – пружина; 4, 11 – ролик ловителя; 5, 9 – тяга; 6 – приводной рычаг; 7 – вал; 8 – рычаг

Приводной механизм включения ловителей должен удовлетворять двум основным условиям:

- 1) исключить возможность самопроизвольного включения ловителей под действием сил инерции системы ограничителя скорости при пуске кабины вниз;
- 2) обеспечивать надежное включение ловителей при срабатывании ограничителя скорости.

Рассмотрим методику расчетного обоснования параметров приводного механизма.

Для того чтобы исключить самопроизвольное включение ловителей, сила сопротивления включению ловителей P_C должна с запасом превышать величину направленной вверх силы P_A . Расчетным путем следует установить соответствующие силовые соотношения и откорректировать параметры механизма в случае необходимости.

Порядок расчетного обоснования параметров, гарантирующих предотвращение самопроизвольного включения ловителей

1. Определить приведенную к точке A инерционную силу сопротивления разгону системы ОС

$$P_A = \left(J_{III} + J_B + 2 \cdot H_K \cdot q_K \cdot \frac{D_{III}^2}{4} \right) \cdot \frac{4 \cdot a}{D_{III}^2 \cdot \eta_B}, \quad (3.74)$$

где J_{III} , J_B – соответственно момент инерции шкива ОС вместе с закрепленными на нем деталями и блока натяжного устройства, кг·м²; q_K – масса 1 метра каната, кг/м; a – ускорение кабины, м/с²; η_B – КПД системы ОС; D_{III} – диаметр шкива и натяжного блока ОС, м.

2. Рассчитать начальную величину силы сопротивления включению ловителей, приведенную к точке A

$$P_{CH} = \frac{(P_{III} \cdot \ell_{II} + 2 \cdot P_p \cdot \ell_p + \sum P_{pGi} \cdot \ell_{pGi})}{\ell_A}, \text{ Н} \quad (3.75)$$

где P_{III} – сила начального натяжения пружины, Н; P_p – сила тяжести ролика и тяги, Н; P_{pGi} – сила тяжести соответствующего рычага, Н; ℓ_{pGi} – плечо действия силы тяжести i -го рычага, м.

3. Определить величину коэффициента запаса силы сопротивления самопроизвольному включению ловителей

$$n_C = \frac{P_{CH}}{P_A} \geq [n]_C, \quad [n]_C = 1,25 \quad (3.76)$$

Если условие не выполняется, необходимо увеличить силу предварительного натяжения пружины.

Проверка условий надежности срабатывания ловителей

Для гарантии включения ловителей после срабатывания ОС необходимо, чтобы сила трения между канатом и неподвижным шкивом ОС была гарантированно больше силы сопротивления включению приводного механизма ловителей в конце хода рычага 7. Сила трения определяется установленной величиной массы натяжного груза и зависит от фактической величины коэффициента тяговой способности шкива ОС. Для проверки достаточности силы трения в условиях эксплуатации лифта на ОС установлен подвижный упор.

Порядок расчетного обоснования условия надежности включения ловителей

1. Определить конечное значение приведенной к точке А величины силы сопротивления включению ловителей в конце хода рычага 7

$$P_{CH} = \frac{((P_{III} + C_{II} \cdot \Delta_{II}) \cdot \ell_{II} + 2 \cdot P_P \cdot \ell_P + \sum P_{P_{II}} \cdot \ell_{P_{II}})}{\ell_A}, \text{ Н} \quad (3.77)$$

где C_{II} , Δ – жесткость (Н/м) и дополнительное растяжение пружины в конце хода рычага 7 (м) соответственно.

2. Определить расчетное значение окружной силы трения между канатом и ободом шкива ОС

$$P_{AT} = S_H \cdot (\gamma - 1), \text{ Н} \quad (3.78)$$

где $\gamma = \ell^{\mu\alpha}$ – коэффициент тяговой способности шкива ОС; $S_H = \frac{P_B}{2} + \frac{P_{II} \cdot b}{a}$, Н – сила начального натяжения каната ОС.

3. Проверить выполнение условия надежного включения ловителей при срабатывании ограничителя скорости

$$\frac{P_{AT}}{P_{CK}} \geq [n]_T \quad (3.79)$$

4. Определить расчетную массу груза натяжного устройства

$$m_{II} = \frac{2 \cdot a}{b \cdot g} \cdot \left[\frac{P_{CK} \cdot [n]_T}{(\gamma - 1)} - \frac{P_B}{2} \right], \text{ кг} \quad (3.80)$$

где $[n]_T = 2$ – допускаемое значение величины коэффициента запаса усилия включения ловителей (по EN 81.1).

5. Проверить возможность проскальзывания каната по ободу шкива до момента срабатывания ограничителя при свободном падении кабины с малой высоты.

Рассматривается вариант установки данного приводного механизма на лифте с минимальной высотой подъема, при которой силой тяжести каната ограничителя скорости можно пренебречь. В этом случае точка *A* приводного рычага движется с ускорением свободного падения $g = 9,81 \text{ м/с}^2$ и на ободу шкива действует приведенная сила инерции, направленная в сторону, противоположную направлению вращения. Если сила инерции окажется больше силы сцепления, канат будет проскальзывать и ОС не сможет точно контролировать аварийное превышение скорости кабины.

Надежность работы приводного механизма в этой ситуации будет определяться наличием запаса сцепления

$$n_c = \frac{P_{T\min}}{P_{AV}} = \frac{S_H \cdot (\gamma_0 - 1) \cdot D_0^2}{4 \cdot (J_{III} + J_B) \cdot g}, \quad (3.81)$$

где $P_{T\min}$ – минимальная сила сцепления каната со шкивом, Н; P_{AV} – приведенная к ободу шкива сила инерции ускоренного вращения шкива ограничителя скорости при ускорении свободного падения, Н.

Далее проверяется величина коэффициента запаса прочности каната ограничителя скорости в динамическом режиме свободного падения кабины с максимальной высоты H_K .

Натяжение каната в точке *A* будет определяться действием приведенной силы инерции системы ОС:

$$P_{AH} = \left(J_{III} + J_B + 2 \cdot H_K \cdot q_K \cdot \frac{D_{III}^2}{4} \right) \cdot \frac{4 \cdot g}{D_{III}^2 \cdot \eta_B}, \quad (3.82)$$

Коэффициент запаса прочности каната ОС

$$n \geq \frac{R}{P_{AH}}, \quad (3.83)$$

где R – величина разрывного усилия предварительно выбранного каната ограничителя скорости, Н.

Конструкция, устройство и принцип действия ловителей

Ловители резкого торможения могут изготавливаться на основе применения улавливающих устройств клинового, роликового и эксцентрикового типа.

Рабочая поверхность тормозящего элемента конструкции обычно оснащается зубьями или поперечной насечкой, что более характерно для роликовых и эксцентриковых ловителей.

Для облегчения процесса снятия с ловителей после устранения аварийной ситуации преимущественно применяются двусторонняя конструкция, с симметричным расположением улавливающих устройств.

Конструкция двусторонних клиновых ловителей резкого торможения рассмотрена выше.

Применение зубьев и насечки с повышенной твердостью обеспечивает увеличение приведенного значения коэффициента трения за счет работы пластического деформирования поверхности направляющей.

Ловители резкого торможения останавливают кабину и противовес на очень малом тормозном пути, измеряемом несколькими десятками миллиметров, поэтому область их применения ограничена лифтами со скоростью движения кабины не более 0,75 м/с. Клиновые ловители с зубьями работают с линейно изменяющейся тормозной силой, о чем свидетельствует характерный треугольный след на более пластичной, чем зуб, поверхности направляющей.

Эксцентриковые и роликовые ловители с поперечной насечкой оставляют на поверхности след менее определенной формы глубиной до 1 мм.

Ловители плавного торможения имеют устройство, ограничивающее силу нормального давления на тормозные колодки с гладкой рабочей поверхностью. Тормозная сила на всем пути замедления сохраняет обычно постоянное значение, определяемое конструкцией или регулировкой.

Ограничение силы нормального давления до установленного уровня достигается применением предварительно сжатой пружины или упруго деформируемого элемента конструкции.

В конструкции лифтов отечественного производства долгое время применялись клещевые ловители плавного торможения одностороннего типа (рис. 3.50).

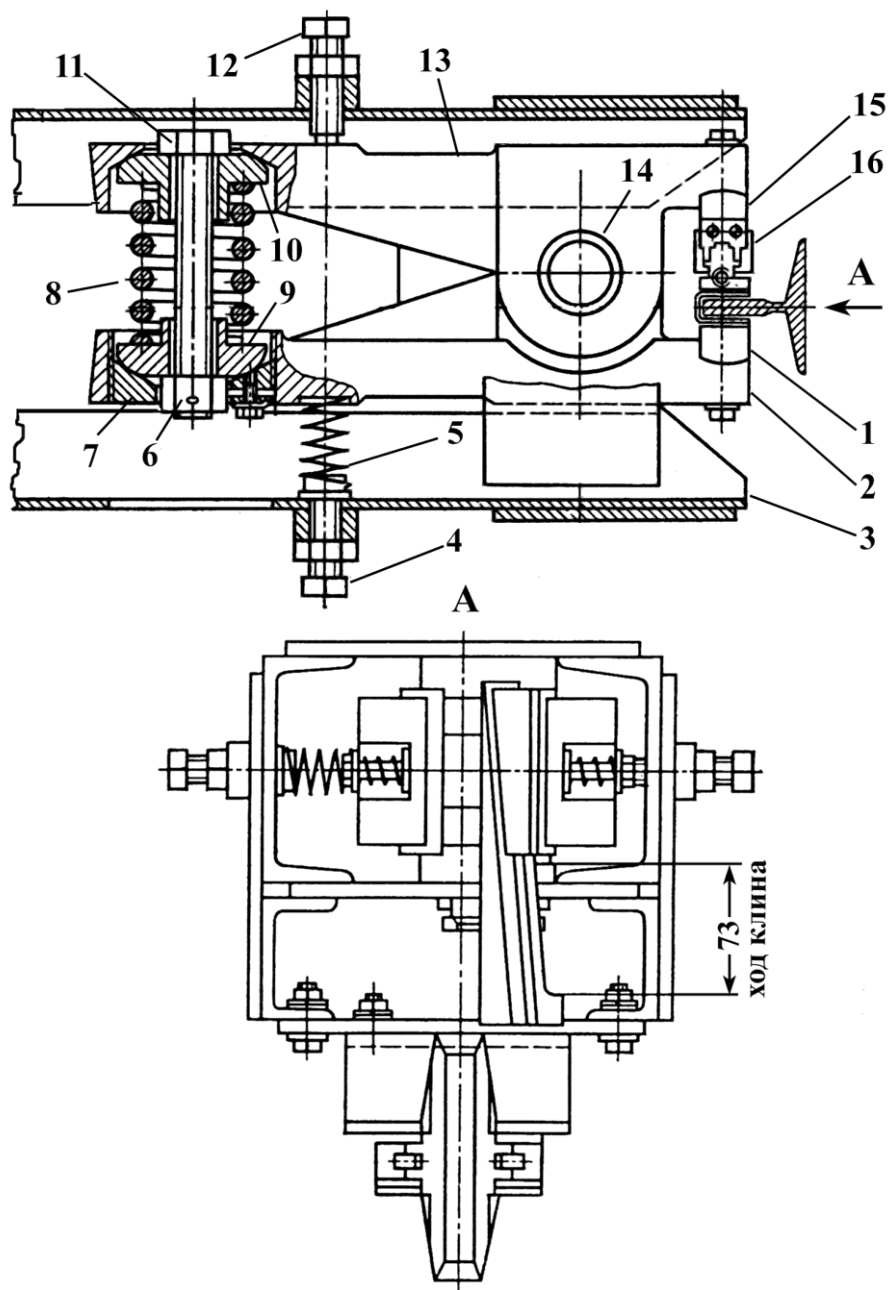


Рис. 3.50. Клещевой односторонний ловитель плавного торможения:

- 1 – тормозная колодка; 2, 13 – рычаг; 3 – балка каркаса; 4, 11, 12 – болт регулировочный;
5, 8 – пружина; 6 – гайка; 7 – втулка регулировочная; 9, 10 – шайба опорная; 14 – ось;
15 – клиновидная колодка; 16 – клин

Рычаги 2 и 13 образуют клещи, посаженные на оси 14, закрепленной в конструкции балки каркаса кабины. С длинной стороны рычагов установлена предварительно сжатая пружина 8, а с противоположной – тормозная колодка 1 и клин 16, перемещающийся вертикально в пазу направляющей клиновой колодки.

При включении приводного механизма клин, поднимаясь вверх, скользит по наклонному пазу клиновой колодки 15, касается поверхности направляющей кабины и после самозаклинивания раздвигает короткие плечи рычагов 2, 13 и включает в работу предварительно сжатую пружину 8. Сила предварительного сжатия пружины определяет величину силы нормального давления на тормозящие поверхности деталей 1, 16 и постоянство тормозной силы на всем пути замедления. Регулировка силы предварительного сжатия пружины 8 производится гайкой 6 и фиксируется на требуемом уровне шплинтом.

Величина суммарного зазора между боковыми поверхностями головки направляющей и тормозными колодками ловителя регулируется втулкой 7 так, что при ввертывании втулки в резьбовое отверстие рычага 2 суммарный зазор уменьшается, а при вывертывании увеличивается.

Регулировка равенства зазоров между направляющей, тормозной колодкой 1 и клином 16 осуществляется болтом 11 и возвратной пружиной 5, которая прижимает рычаг к торцу болта 11. При ввертывании и вывертывании болта 11, клещи поворачиваются относительно вертикальной оси.

Концевые части рычагов, к которым закреплены колодка 1 и клин 16, имеют возможность регулируемой установки благодаря наличию специальных пружин и цилиндрических опорных поверхностей.

Для уменьшения сил трения задняя наклонная поверхность клина 16 перемещается по роликовой батарее клиновой колодки.

Очевидным достоинством клещевых ловителей является возможность легкой перенастройки на необходимую тормозную силу и установки на направляю-

щие с разной шириной головки. Это позволило организовать массовое производство ловителей, которые можно было установить практически на любой лифт при соответствующей настройке.

Заложенная в конструкции клещевых ловителей возможность регулировки тормозной силы и зазоров не исключала возможности ее нарушения в условиях эксплуатации и существенно усложнила конструкцию. Это послужило основанием для поиска более технологичных и простых решений.

Клиновые подпружиненные ловители плавного торможения АО «КМЗ» имеют более простую конструкцию, практически не требующую регулировки (рис. 3.51).

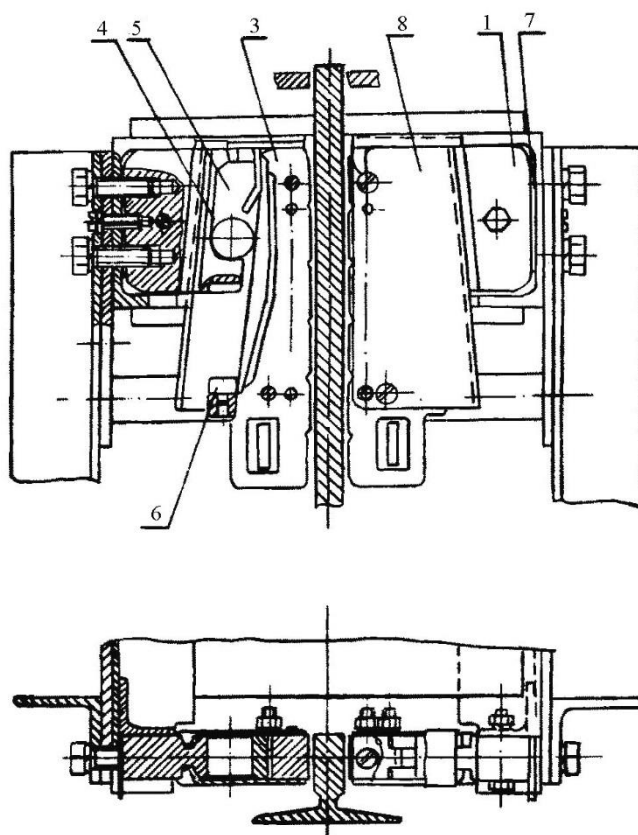


Рис. 3.51. Подпружиненный ловитель с роликовым механизмом заклинивания:

1 – колодка направляющая, 2 – щека, 3 – клин, 4 – ролик, 5 – пружина, 6 – упор, 7 – прокладка

Рассматриваемый тип ловителя имеет два симметрично расположенных улавливающих устройства с упругим звеном, ограничивающим силу торможения.

При срабатывании ограничителя скорости рычаги приводного механизма поднимают клинья 3. Ролики 4 заклиниваются и деформируют пружину 7 на величину, определяемую вертикальным ходом клина и углом наклона пружины. Сила нормального давления на тормозящие поверхности определяется жесткостью и прогибом пружины 7. Простая замена пружинной вставки позволяет изменять нормальное давление и тормозную силу ловителя. Ролик 4 с направляющей не взаимодействует и играет вспомогательную роль передачи нагрузки на деформируемое звено, поэтому ловитель данной конструкции можно считать роликовым лишь условно.

Несомненный интерес также представляет конструкция роликового ловителя плавного торможения, которая применяется фирмой ОТИС (рис. 3.52).

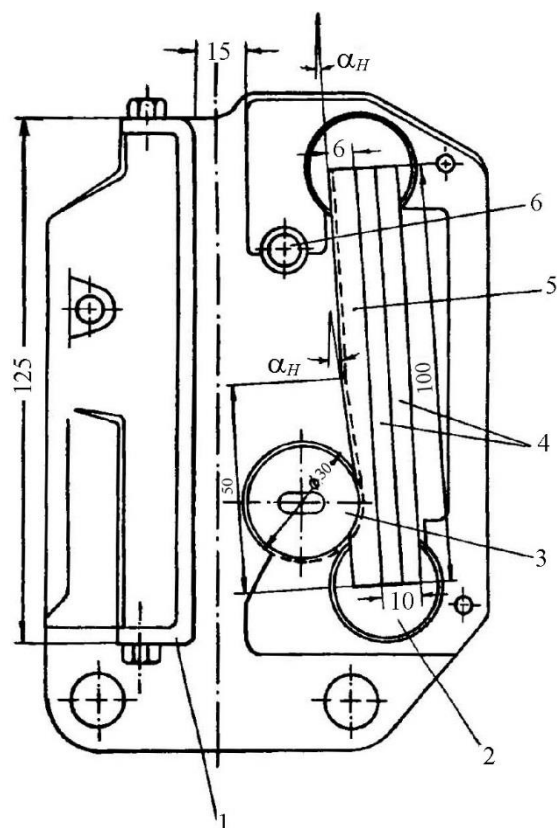


Рис. 3.52. Роликовый ловитель плавного торможения:

1 – корпус; 2 – поворотная опора; 3 – ролик; 4 – пластинчатые пружины; 5 – опорная пластина; 6 – болт ограничительный

Ловители этого типа отличаются простотой конструкции и хорошо зарекомендовали себя в условиях эксплуатации в жилых и административных зданиях.

Ловитель имеет одностороннюю конструкцию. Улавливающее роликовое устройство располагается только с одной стороны направляющей. На другой стороне находится плоский башмак со сменной рабочей накладкой 4.

Литой корпус 1 крепится болтами к торцевому листу верхней балки каркаса кабины и на обратной стороне имеет упор, входящий в отверстие листа и разгружающий болты от действия тормозной силы.

Упругий элемент ловителя представляет собой двухопорную балку, состоящую из набора пластин 4, 5 шириной 25 мм, которые с небольшим натягом вставляются в прорези опорных цилиндров 2, изготовленных из латуни. Опоры устанавливаются в цилиндрических расточках корпуса и могут свободно поворачиваться при деформации балки, обеспечивая условия статической определенности.

Передняя пластина 5 имеет центральную проточку, в которой свободно перемещается рабочая часть ролика с закаленной насечкой. Пластина имеет две рабочие поверхности с различными углами наклона: $\alpha_H = 9^\circ$ и $\alpha_K = 4^\circ$ (приблизительные значения получены непосредственным измерением на кабине лифта).

Наличие переменного угла направляющей пластины 5 обеспечивает плавное и надежное самозаклинивание ролика и облегчает снятие кабины с ловителей.

Боковые гладкие цилиндрические поверхности ролика перекатываются по соответствующим выступающим поверхностям направляющей пластины 5.

Рабочая центральная часть ролика непосредственно взаимодействует с направляющей. Насколько можно судить по внешнему виду, пластины 4 и 5 подвергались цементации с последующей закалкой.

Ловители, как обычно, устанавливаются с двух сторон кабины и приводятся в действие механизмом с синхронизирующим валом.

3.6.2 УПОРЫ И БУФЕРЫ

Назначение, классификация и общие требования

Упоры и буферы представляют собой устройства, устанавливаемые в приямке шахты, для амортизации и остановки движущейся вниз кабины (противовеса) при аварийном переходе нижнего рабочего положения.

ТР предъявляет ряд требований к конструкции и условиям применения упоров и буферов.

Упоры подразделяются на два вида: жесткие упоры и упоры с амортизирующей прокладкой.

Жесткие упоры допускается применять при скорости кабины (противовеса), не превышающей 0,3 м/с.

Упоры с амортизирующей прокладкой разрешается применять на лифтах с номинальной скоростью, не превышающей 1 м/с.

Допускается размещать амортизаторы на кабине (противовесе, см. п. 6) при условии, что в приямке шахты они будут взаимодействовать с жесткими упорами.

Классификация буферов

По конструкции: пружинные, фрикционные и гидравлические.

По способу преобразования энергии движущегося объекта: энергонакапливающего (упругие амортизирующие прокладки, пружины и т.п.) и энергорассеивающего типа (фрикционные, гидравлические и т.п.).

Буфера энергонакапливающего типа применяются на лифтах при номинальной скорости не более 1 м/с.

Буфера энергорассеивающего типа могут применяться при любой величине номинальной скорости кабины (противовеса).

При оборудовании кабины (противовеса) комбинированными ловителями амортизирующее устройство ловителей может использоваться в качестве буфера.

Расчетная скорость посадки кабины (противовеса) на упоры и буферы должна на 15% превышать номинальную величину.

Расчетная масса груза должна превышать на 25% грузоподъемность лифта.

Ускорение замедления кабины (противовеса) буфером при расчетной грузоподъемности от 0 до расчетного значения не должно превышать 25 м/с^2 .

При применении буфера энергорассеивающего типа допускается превышение указанного уровня, если время действия замедления не превышает 0,04 с.

Требования к буферам кабины и противовеса

Лифт должен быть оборудован буферами, ограничивающими перемещение кабины и противовеса вниз.

Для обеспечения безопасности персонала зона перемещения противовеса или уравнивающего груза должна быть ограждена. Ограждение должно удовлетворять перечисленным ниже требованиям:

а) Если ограждения противовеса выполнено из перфорированного листа или сетки, то должны соблюдаться требования приложения Н;

б) Ограждение должно быть размещено от самой нижней точки противовеса, находящегося на полностью сжатом буфере (буферах), или уравнивающего груза в его самом нижнем положении до 2,0 м от уровня пола;

в) Расстояние от пола приемки до самой нижней части ограждения должно быть не более 0,30 м. В случае размещения буферов, перемещающихся вместе с противовесом;

г) Ширина ограждения должна быть не менее ширины противовеса или уравнивающего груза;

д) Если зазор между направляющими противовеса/уравнивающего груза и стеной шахты превышает 0,30 м, то эта зона тоже должна быть ограждена в соответствии с подпунктами б) и в);

е) Ограждение может иметь паз (пазы) минимальной ширины, необходимой для обеспечения нормального пропускания компенсирующих цепей (канатов) или выполнения осмотра и проверке состояния оборудования;

ж) Ограждения должны обладать достаточной прочностью и жесткостью, способной выдержать воздействие силы в 300 Н, равномерно распределенную по площади 5 см² круглого или прямоугольного сечения и приложенную под прямыми углами к любой точке ограждения без остаточной деформации;

з) Горизонтальное расстояние между элементами кабины и элементами противовеса (уравновешивающего груза) должно быть не менее 50 мм.

При креплении буфера (буферов) к кабине или противовесу, место соударения в прямке должно быть сделано в виде фундамента (упоров) высотой не менее 300 мм.

В случае крепления буфера к противовесу упоры допускается не устанавливать при условии наличия соответствующего ограждения и наличия зазора не более 50 мм между низом ограждения и полом прямки.

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

В гидравлических лифтах, когда буфер (буферы) упоров используется для ограничения рабочего хода кабины снизу, также требуется фундамент (упор) высотой не менее 300 мм, за исключением случаев если фиксированные упоры стопорного устройства установлены на направляющих кабины и кабина не может проходить мимо них при отведенном стопорном устройстве (устройствах).

Для гидравлических лифтов при полностью сжатых буферах поршень не должен ударяться об основание гидроцилиндра;

Это не относится к устройствам обеспечивающих повторную синхронизацию телескопических цилиндров, в которых, по крайней мере, одна ступень (часть) не ударяется при движении вниз о механический ограничитель.

Применение буферов энергонакопительного типа с линейными и нелинейными характеристиками допускается при номинальных скоростях не более 1,0 м/с.

Применение буферов энергорассеивающего типа допускается при любых номинальных скоростях лифта.

Буфера энергонакопительного типа с нелинейными характеристиками и буфера энергорассеивающего типа являются устройствами безопасности и должны быть испытаны на заводе-изготовителе буфера.

На буфере должна быть указана следующая информация:

- а) изготовитель буфера;
- б) модель буфера;
- в) заводской номер буфера;
- г) марка (обозначение) жидкости для гидравлического буфера.

Рабочий ход буферов кабины и противовеса

Полный ход буфера S , м, с линейными характеристиками вычисляют по формуле

$$S = \frac{(1,15 \cdot v)^2}{g_{\pi}} = 0,1348 v^2, \quad (3.84)$$

где S – полный ход буфера, м; v – номинальная скорость кабины лифта, м; g_{π} – ускорение свободного падения, равное $9,81 \text{ м/с}^2$

Полный ход буфера должен быть не менее 65 мм.

Буферы с нелинейными характеристиками

Буфер энергонакопительного типа с нелинейными характеристиками и буфер энергонакопительного типа с амортизированным обратным ходом должны удовлетворять следующим требованиям:

- а) при посадке на буфер среднее значение замедления кабины с номинальным грузом или противовеса, движущейся со скоростью, равной 115 % номинальной, не должна превышать $9,81 \text{ м/с}^2$;

б) время действия замедления, превышающего 25 м/с^2 , должно быть не более $0,04 \text{ с}$;

в) скорость возврата буфера не должна превышать $1,0 \text{ м/с}$.

г) должна отсутствовать остаточная деформация после посадки на буфер;

д) максимальное ускорение не должно превышать 60 м/с^2 .

Термин “полностью сжатый”, означает сжатие по высоте на 90% установленного буфера без учета элементов крепления буфера, которые могут ограничивать сжатие до меньшего значения.

Буфер энергорассеивающего типа

Полный ход буфера энергорассеивающего типа вычисляют по формуле

$$S = \frac{(1,15 \cdot v)^2}{2g_{\text{п}}} = 0,0674 v^2 \quad (3.85)$$

Если замедление лифта при подходе к верхней и нижней этажным площадкам, применительно к скоростям выше $2,5 \text{ м/с}$, то при расчете полного хода вместо номинальной скорости можно использовать скорость соприкосновения кабины (или противовеса) с буфером. При этом полный ход таких буферов должен быть не менее 420 мм .

Буфер энергорассеивающего типа должен удовлетворять следующим требованиям:

а) при посадке на буфер среднее значение замедления кабины с номинальным грузом, при свободном падении со скоростью, составляющей 115 % номинальной, не должна превышать $9,81 \text{ м/с}^2$;

б) время действия замедления, превышающего 25 м/с^2 , должно быть не более $0,04 \text{ с}$.

с) должна отсутствовать остаточная деформация после срабатывания.

Буфер энергорассеивающего типа после снятия с него нагрузки должен автоматически возвращаться в исходное положение. Возврат буфера в исходное положение должен контролироваться электрическим устройством безопасности.

Конструкция и расчет пружинного буфера

Пружинный буфер состоит из одной или нескольких параллельно работающих цилиндрических пружин, установленных в прямке шахты.

Для обеспечения продольной устойчивости пружины применяется центрирующий стакан или с той же целью используется направляющая (рис. 3.53).

При установке на полу прямка пружина устанавливается на опорной плите с центрирующим стаканом, которая может непосредственно крепиться к фундаменту болтами 2 или к балке опорной рамы болтами 4 (рис. 3.53, а).

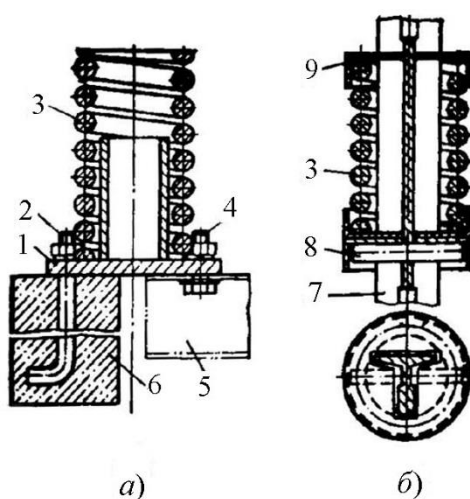


Рис. 3.53. Способы установки пружинного буфера:

а – на полу прямка; б – на направляющей; 1 – плита; 2 – болт фундаментный; 3 – пружина; 4 – болт; 5 – балка опорная; 6 – фундамент; 7 – направляющая; 8 – стержень; 9 – тарелка

Вариант установки на направляющей (рис. 3.53, б), которая установлена с опорой в пол прямка, представляется целесообразной, та как не требует дополнительной конструкции для установки пружины. Однако решение это требует некоторой доработки конструкции нижней балки каркаса кабины, что может оказаться более дорогостоящим делом.

Широкое применение пружинных буферов в лифтах со скоростью кабины, не превышающей 1 м/с, обусловлено простотой конструкции, которая практически не нуждается в техническом обслуживании.

Ограниченный скоростной диапазон применения связан с проблемой продольной устойчивости пружины и явлением обратного броска кабины (противовеса) в конце пути замедления, так как пружинный буфер трансформирует энергию движущегося объекта в потенциальную энергию, высвобождение которой и сопровождается обратным броском с ускорением, близким по величине к ускорению замедления.

Расчет пружинного буфера производится с целью определения необходимой жесткости пружины, при которой гарантируется допустимый уровень величины ускорения замедления

Конструкция и расчет гидравлического буфера

Гидравлические буфера относятся к устройствам рассеивающего типа, поэтому широко используются в лифтах при любых скоростях, начиная с 1,4 м/с.

Замедление кабины (противовеса) происходит за счет сил сопротивления перетеканию жидкости через отверстия линейно уменьшающейся площади. Конструкция гидравлического буфера обеспечивает постоянство тормозной силы и ускорения замедления, равное g , на всем пути замедления.

Применяются два способа изменения площади отверстий при регулировании величины сопротивления истечению жидкости: с изменяющимся кольцевым отверстием и с изменением количества калиброванных отверстий, через которые перетекает жидкость.

На *рис. 3.54* представлена отечественная конструкция гидравлического буфера с изменяющейся площадью кольцевого отверстия.

Основу конструкции буфера составляет корпус цилиндрической формы с радиальными отверстиями в верхней части, соединяющими его с масляной емкостью 9. В нижней части корпуса гайками 1 закреплен шток конической формы. Для предотвращения утечки масла предусмотрена втулка 2 с уплотнением. В

верхней части штока установлена фасонная шайба 6 с радиальными отверстиями для прохода масла. В верхней части корпуса с помощью гайки 12 установлена втулка 11 с уплотнениями, предотвращающими утечку масла. Втулка гидроцилиндра 11 является направляющей для плунжера 15. При монтаже буфера должны быть совмещены радиальные отверстия корпуса и втулки 11.

Верхняя часть плунжера перекрыта торцевой шайбой 18, на которой установлен амортизатор 20. В нижней части корпуса смонтировано контактное устройство 7, предназначенное для контроля возврата плунжера в верхнее исходное положение.

Возврат плунжера в исходное состояние производится пружиной 13.

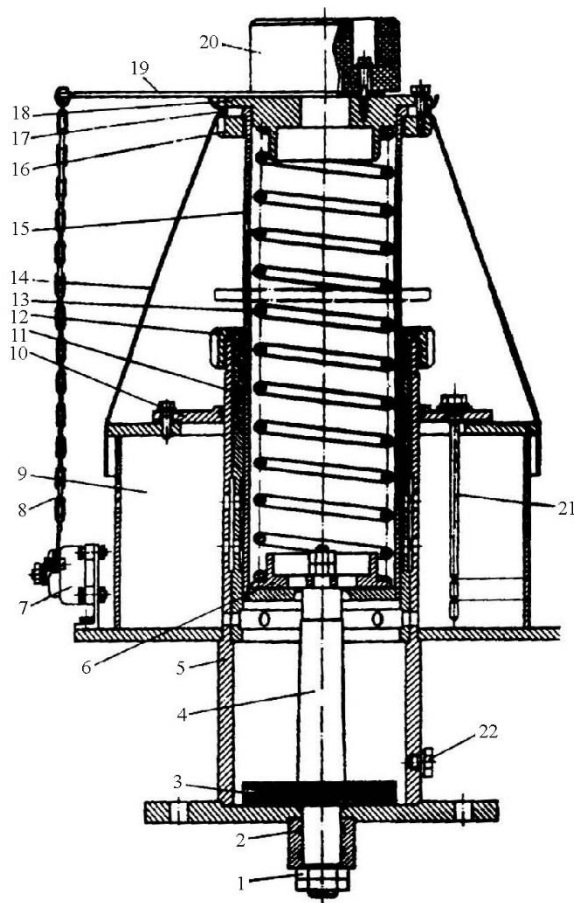


Рис. 3.54. Гидравлический буфер с изменяющейся площадью кольцевого отверстия:

1 – гайка; 2 – уплотнение; 3, 20 – амортизаторы; 4 – шток; 5 – корпус; 6 – шайба фасонная; 7 – контактное устройство; 8 – цепь (или канатик); 9 – емкость для масла; 10, 16 – кольца; 11 – втулка гидроцилиндра; 12 – гайка фасонная; 13 – пружина; 14 – чехол; 15 – плунжер; 17 – кольцо пружинное; 18 – шайба торцевая; 19 – кронштейн; 21 – линейка; 22 – пробка сливная

В исходном положении плунжер под действием пружины 13 занимает крайнее верхнее положение. Кронштейн с цепью 8 удерживают контактное устройство 7 в положении «включено». Уровень масла должен находиться в промежутке между верхней и нижней рисками щупа 21.

При посадке кабины (противовеса) на буфер благодаря деформации амортизатора 20 происходит плавное увеличение скорости плунжера 15 от неподвижного состояния до скорости кабины.

Плунжер вместе с кабиной перемещается вниз, выжимая масло через радиальные отверстия корпуса в масляную емкость 9. В дальнейшем радиальные отверстия перекрываются плунжером и масло перетекает через уменьшающийся кольцевой зазор во внутреннюю полость плунжера. Кронштейн 19, опускаясь вместе с плунжером, ослабляет натяжения цепи 8 и контактное устройство 7 переходит в состояние «выключено», отключая привод лебедки лифта.

Кольцевой зазор уменьшается за счет конической формы штока 4 и становится равным нулю в конце хода плунжера, когда его торцевая часть достигнет амортизатора 3 и остановится. Процесс посадки на буфер заканчивается.

Торможение обеспечивается за счет сопротивления истечения жидкости через постепенно уменьшающийся кольцевой зазор. Поэтому при падающей скорости движения плунжера и росте величины коэффициента сопротивления истечению тормозная сила остается величиной постоянной.

После устранения нарушений кабина снимается с буфера и плунжер 15 возвращается в верхнее исходное положение пружины 13. Контактное устройство 7 переходит в состояние «включено», если кронштейн 19 достигнет предельного верхнего положения.

Буферы подобного типа изготавливаются с укороченным и увеличенным рабочим ходом плунжера в зависимости от расчетной скорости посадки на буфер.

Несколько иначе решена конструкция гидравлического буфера фирмы ОТИС, в которой торможение плунжера происходит за счет сопротивления истечения жидкости через калиброванные отверстия, количество которых уменьшается по мере движения плунжера (рис. 3.55). В отличие от ранее рассмотренной конструкции буфера отечественного производства возвращение плунжера в верхнее исходное положение производится сжатым азотом, заполняющим внутреннюю полость плунжера.

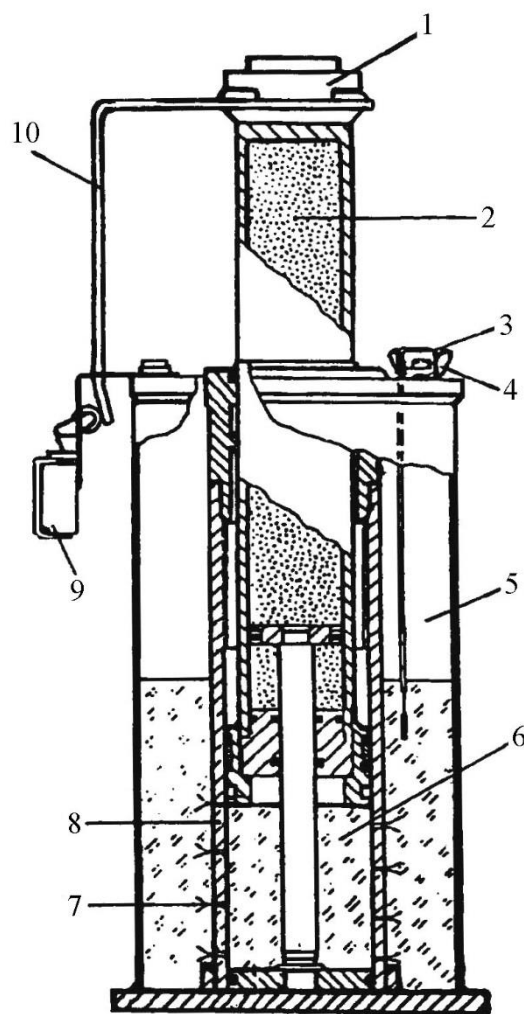


Рис. 3.55. Гидравлический буфер с изменяющейся площадью радиальных отверстий:

1 – плунжер; 2 – сжатый азот; 3 – шуп; 4 – крышка; 5 – масляный резервуар; 6 – масло; 7 – калиброванное отверстие; 8 – цилиндр; 9 – контактное устройство; 10 – линейка

При посадке кабины (противовеса) на буфер плунжер 1 через амортизатор разгоняется до скорости кабины и при движении вниз вытесняет жидкость через

калиброванные отверстия 7, количество которых постепенно уменьшается. Поэтому торможение, как и в рассмотренном случае, происходит практически с постоянной тормозной силой. Поршень штока выполняет функцию демпфирующего устройства за счет сопротивления истечения сжатого азота через кольцевое уплотнение поршня. Это несколько увеличивает плавность процесса замедления. С начала движения плунжера линейка 10, воздействуя на ролик контактного устройства 9, переводит его в состояние «выключено». Привод лебедки отключается.

Возврат плунжера в исходное верхнее положение после снятия кабины (противовеса) с буфера осуществляется давлением сжатого азота. При этом линейка 10 перестает воздействовать на ролик контактного устройства и оно переходит в состояние «включено». Лифт готов к работе.

Каждый гидравлический буфер должен испытываться на предприятии-изготовителе. Результаты должны быть отражены в паспорте лифта.

На корпусе гидравлического буфера должна устанавливаться табличка с указанием предприятия-изготовителя, заводского номера и года изготовления, типа буфера, наибольшего хода плунжера, максимальной и минимальной нагрузки, максимальной величины расчетной скорости.

4 ЭСКАЛАТОРЫ, ПЛАТФОРМЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ

4.1 Эскалаторы

Эскалаторы и пассажирские конвейеры относятся к машинам непрерывного действия.

В машинах циклического действия, например, в лифтах, перемещение кабин в шахте лифта, с одного уровня на другой, чередуются с остановками для входа и выхода пассажиров из кабин.

Скорость перемещения кабин лифтов, являющихся машинами циклического действия может быть значительно выше, чем у машин непрерывного действия, эскалаторов и пассажирских конвейеров, так как их скорость зависит от возможности человека войти на движущуюся машину и сойти с нее.

Современные скоростные пассажирские лифты могут достигать скорости перемещения кабины более 16 м/с, а скорость движения эскалаторов и пассажирских конвейеров может достигать 1 м/сек, многокабинных подъемников лишь 0,3 м/сек.

В связи с непрерывностью действия эскалатора и пассажирского конвейера и возможностью посадки, транспортирования и выхода из машин непрерывного действия производительность эскалаторов и пассажирских конвейеров во много раз выше, чем машин циклического действия.

Эскалаторы имеют ряд преимуществ перед лифтами, основное из которых высокая производительность (10 000— 14 000 человек в час) при ширине эскалаторного полотна 1 м.

По производительности к эскалаторам приближаются лишь пассажирские ленточные конвейеры. Конвейеры предназначены для транспортирования пассажиров по горизонтали или под небольшим углом наклона (до 12°), а эскалаторы предназначены для перемещения пассажиров с одного уровня на другой. При этом, угол наклона эскалатора может быть не более 30—35°.

На величину производительности эскалатора влияет скорость входа пасса-

жиров на эскалатор и скорость движения эскалатора. Одно из преимуществ эскалатора в том, что пассажиру не приходится ожидать посадки и начала движения. По эскалатору пассажир может передвигаться, ускоряя тем самым процесс транспортирования и сокращая время пребывания на эскалаторе. Немалое преимущество эскалатора в возможности использования его для передвижения в качестве простой лестницы при аварийной остановке.

К недостаткам эскалатора можно отнести его высокую стоимость по сравнению со стоимостью лифта при большой высоте подъема, более значительную затрату времени на подъем, чем у высокоскоростного лифта, большую стоимость сооружений для размещения эскалаторов по сравнению со стоимостью строительства шахты и машинного помещения для лифтов, а также более высокую удельную затрату энергии на подъем пассажиров, чем у лифтов, в результате больших сопротивлений при движении по наклону и отсутствия противовеса, уравнивающего часть нагрузки.

Эскалаторы целесообразно применять при значительных пассажиропотоках на высоту подъема не более 50 м. При большей высоте подъема экономичнее устанавливать высокоскоростные лифты большой грузоподъемности со скоростями более 5 м/сек.

Чем меньше высота подъема, тем эффективнее используется эскалатор. В многоэтажных зданиях с интенсивным движением между этажами (в магазинах, зрелищных предприятиях, на вокзалах и т. п.) целесообразно устанавливать эскалаторы высотой в один и два этажа. При этом должны быть предусмотрены лифты для быстрого подъема людей и грузов на верхние этажи. Эта же рекомендация относится и к большим многоэтажным административным зданиям.

В связи с ростом численности населения городов возникает необходимость в развитии городского пассажирского транспорта. Наиболее эффективным видом транспорта в городах с миллионным населением являются метрополитены с большими скоростями и интенсивностью движения поездов. В свою очередь, метрополитены требуют применения высокопроизводительных подъемно-

транспортных машин для подъема пассажиров с подземных поездных платформ на поверхность (улицы).

Строительство в таких городах многоэтажных административных и общественных зданий, торговых и зрелищных предприятий, портов и вокзалов с большими людскими потоками также требует применения соответствующих подъемно-транспортных машин для быстрого перемещения людей. Наиболее производительными и удобными средствами вертикального транспорта в этих случаях являются высокоскоростные лифты и эскалаторы.

Отечественное эскалаторостроение начало развиваться со строительства московского метрополитена и высотных зданий. Это развитие как в части конструирования, расчета и технологии производства оборудования, так и в части монтажа и эксплуатации эскалаторов шло особым путем. Особенности развития характеризуются потребностью наших метрополитенов преимущественно в высоких эскалаторах, их повышенной надежностью и связанной с этим четкой организацией эксплуатации и ремонта. В мировой практике нет более производительных и более надежных эскалаторов, чем советские. Организация их эксплуатации стоит на высоком уровне.

Развитие отечественного эскалаторостроения характеризуется следующими этапами.

Первые отечественные эскалаторы были введены в эксплуатацию в 1935 г. на московском метрополитене. Проектировали и изготовляли их московский завод «Подъемник» и ленинградский завод «Красный металлист». Первый из них разработал конструкцию и изготовил эскалатор высотой 10 м, второй — высотой 30 м. Для второй очереди московского метрополитена завод «Красный металлист» спроектировал и изготовил в 1938 г. эскалаторы высотой 12, 20 и 40 м. В период с 1941 по 1951 г. поставка эскалаторов производилась лишь в модернизированных вариантах.

В 1951 г. для четвертой очереди московского метрополитена Перовский машиностроительный завод разработал и изготовил эскалаторы ЭМ-1, ЭМ-4 и ЭМ-

5 соответственно высотой 14, 40 и 50, а затем и 55 м. Для высотных зданий и универмагов этим же заводом созданы поэтажные эскалаторы ЭЗ-5 высотой 5 м, с шириной ступени 625 мм. В 1954 г. для первой очереди ленинградского метрополитена завод «Красный металлист» спроектировал и изготовил эскалаторы ЛТ-1 высотой 60 м.

В конце 50-х годов было создано Специальное конструкторское бюро эскалаторостроения, которое внесло большой вклад в отечественное эскалаторостроение. Оно разработало большое количество новых конструкций эскалаторов для метрополитенов и различных зданий и сооружений: эскалаторы ЛТ-2, ЛТ-3, ЛТ-4 высотой соответственно 65, 45 и 25 м, скоростью движения 0,9 м/с и шириной ступени 1000 мм ряд поэтажных эскалаторов типа ЛП для зданий и сооружений с высотой подъема 5—12 м, скоростью движения 0,54 и 0,72 м/сек и шириной ступеней 666 и 1000 мм соответственно.

В 1940 г. парк эскалаторов московского метрополитена насчитывал 42 машины, к 1970 г. он возрос в 7 раз, а общий парк эскалаторов метрополитенов страны увеличился в 11 раз. Парк эскалаторов зданий с 1951 г. расширился в 10 раз.

В связи с продолжающимся строительством метрополитенов, а также в связи с расширяющимся городским строительством эскалаторостроение в нашей стране будет развиваться и дальше.

Эскалатор представляет собой непрерывно движущуюся лестницу, огражденную балюстрадой, на которой расположены с обеих сторон поручни. Пассажиры на эскалаторе, находятся в положении стоя на ступенях или передвигаясь по ним и, при желании, держась за поручень, движущийся со скоростью лестничного полотна.

Движение лестничного полотна эскалатора направлено в одну сторону: на подъем или спуск. Чтобы обеспечить движение в обе стороны одновременно, необходимо иметь не менее двух эскалаторов, один из которых осуществлял бы

подъем, другой — спуск. Направление движения каждого эскалатора можно изменить, и при необходимости все эскалаторы могут перевозить пассажиров в одном направлении.

Лестничное полотно состоит из большого количества ступеней, представляющих собой тележки на четырех колесах, движущихся по направляющим путям (трассе). С обеих сторон ступени соединены между собой цепями. Ступени крепятся к цепям полым шарниром цепи, надетым на цапфу оси ступени. Таким образом, ступень шарнирно связана с цепью, может вращаться на оси и, следовательно, принимать любое положение относительно цепи в вертикальной плоскости в зависимости от конфигурации трассы направляющих путей. Шарнирное крепление ступени позволяет лестничному полотну образовывать на входе и выходе с эскалатора горизонтальные площадки.

Эскалатор состоит из ряд основных компонентов, таких как ферма, привод, система механической силовой передачи, ступеньки, система тягового механизма, балюстрада, облицовка, оборудование системы безопасности, электрическая система и т. д.

Все эскалаторы условно можно разделить на две группы:

- тоннельные (рис. 4.1), предназначенные для установки на метрополитенах и других подобных объектах;
- поэтажные (рис. 4.2), 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.

риты, малошумность, эффектная внешняя отделка, гармонирующая с интерьером здания.

Эскалатор (см. рис. 4.1, 4.2) 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.

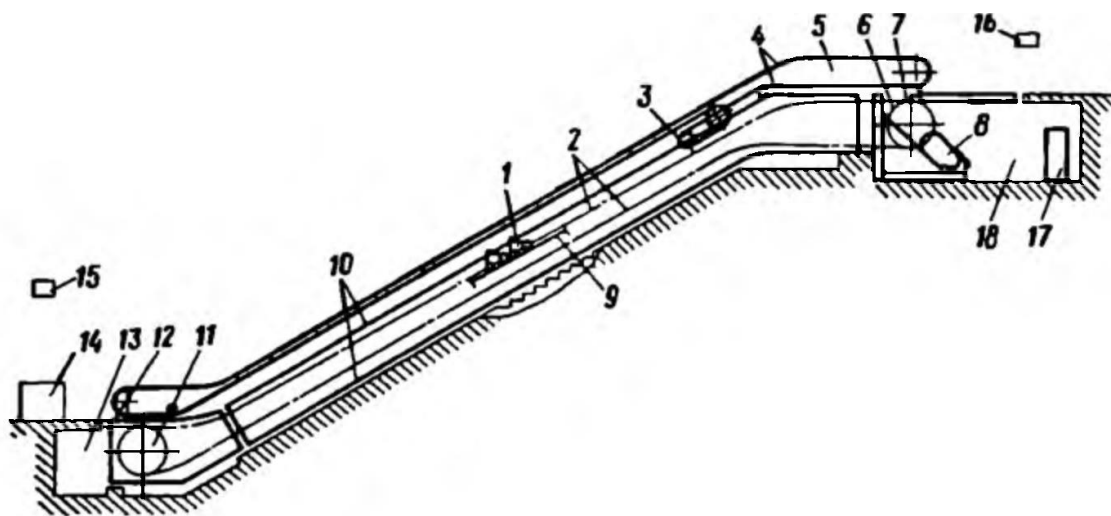


Рис. 4.1. Схема тоннельного эскалатора

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. 4.1), а у поэтажных опирается двумя опорами

(см. рис. 4.2) 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.

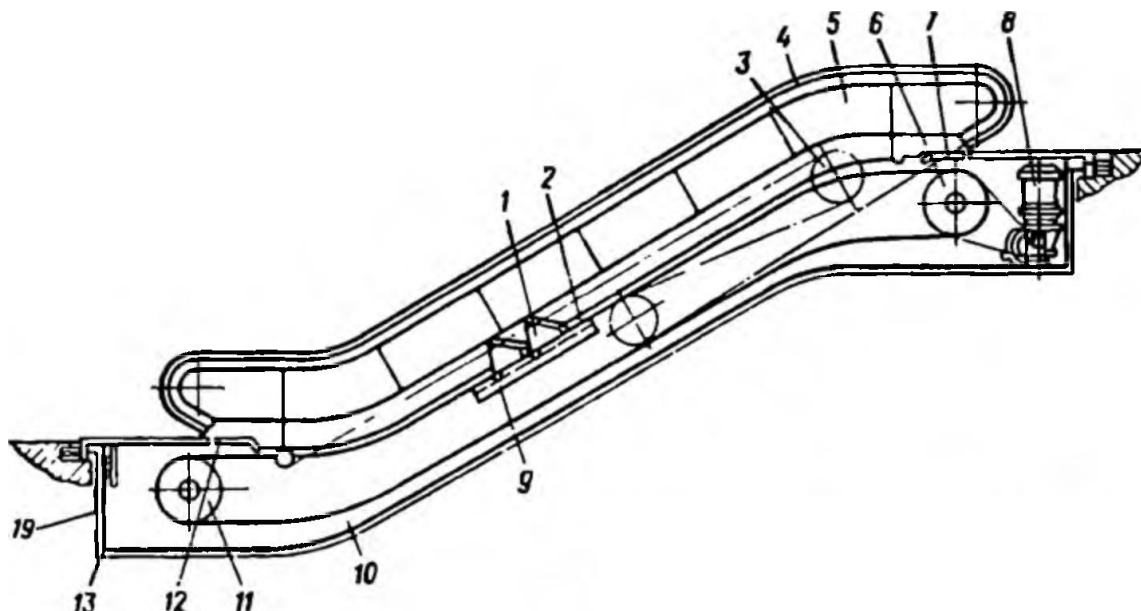


Рис. 4.2. Схема поэтажного эскалатора

Привод тоннельных эскалаторов (см. рис. 4.1) размещается, как правило, в специальных машинных помещениях 18, натяжная станция – в натяжной камере 13. У поэтажных эскалаторов привод 8 находится или под входной площадкой (см. рис. 4.2), 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.

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.

Разделение на зоны. Установка на объектах

Современные тоннельные эскалаторы состоят из крупных монтажно-сборочных единиц – зон, обозначаемых заглавными буквами русского алфавита в последовательности, принятой при монтаже (рис. 4.3):

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

Бп, Б, И – средние наклонные части; зона Бп 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,

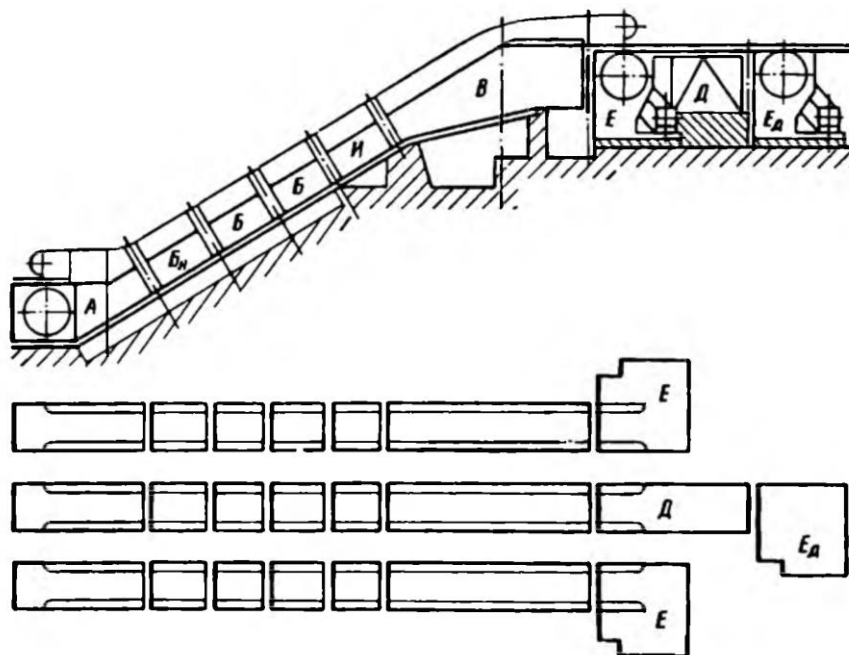


Рис. 4.3. Зоны тоннельных эскалаторов

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;

Ел – приводная зона удлиненного 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 В, зоны Би, 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. 4.1). 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. 4.3). 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.

Установка поэтажных эскалаторов может быть последовательная, параллельная, возвратная, встречная (рис. 4.4). Обычно одна группа поэтажных эскалаторов работает на подъем, другая на спуск.

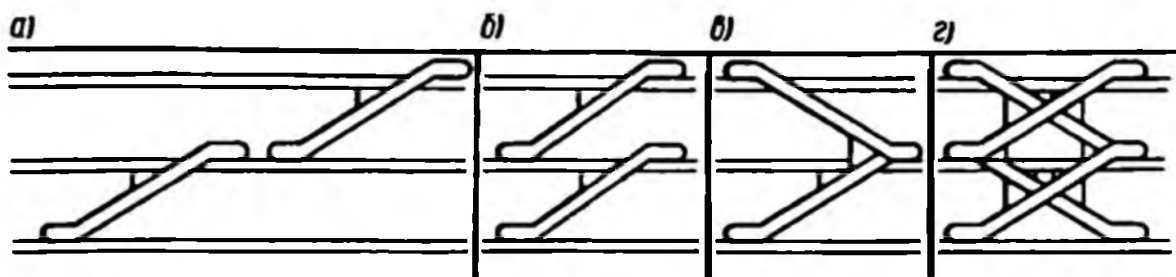


Рис. 4.4. Установка поэтажных эскалаторов:

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

Ферма

Все части эскалатора крепятся к ферме. Ферма изготовлена из высокопрочного, малодеформируемого стального уголка (или стальной прямоугольной трубы). Две части фермы соединяются стальными швеллерами и стальными листами.

Использование сварки в среде защитного газа, ультразвуковой дефектоскопии и дефектоскопии с использованием магнитного порошка обеспечивает высокую надежность этой конструкции.

В опорных точках устанавливаются резиновые прокладки, которые могут уменьшить передачу вибрации между опорами стальной фермы и несущими опорами здания.

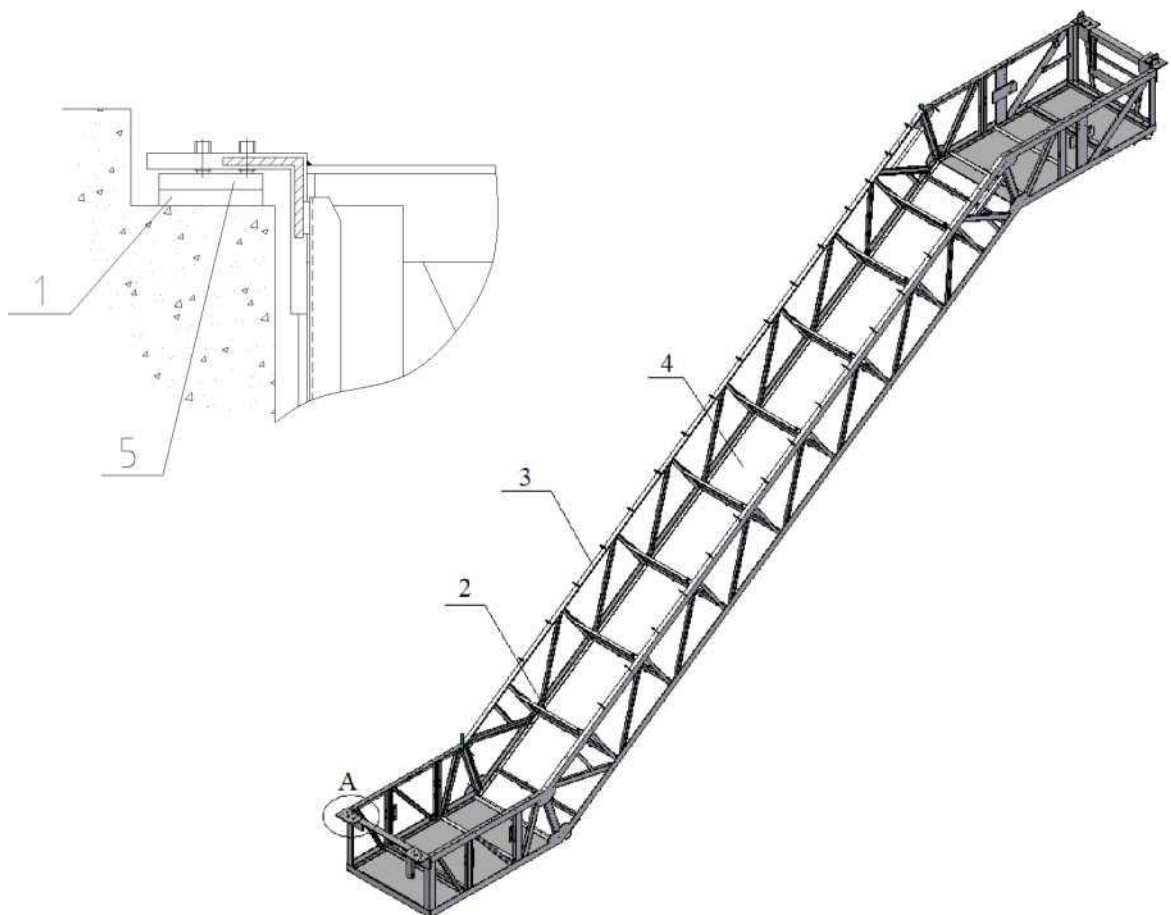


Рис. 4.5. Ферма:

1 – Резина; 2 – Стальной швеллер; 3 – Угловая сталь; 4 – Стальной лист (нижняя поверхность); 5 – Стальной лист

Система электромеханического привода

Ступеньки и ленты поручней приводятся в действие при помощи электромеханического привода.

Приводной механизм 12 через сдвоенное ведущее колесо 3 вращает главный вал 2, тем самым вращая цепь ступенек и заставляя ступеньки перемещаться; Кроме того, на главном валу вращается зубчатое колесо 13, которое посредством приводной цепи 11 вращает зубчатое колесо 5 системы поручней, тем самым заставляя перемещаться и ленты поручней.

Размер каждого цепного колеса и число его зубьев должны быть спроектированы в соответствии с требованиями, предъявляемыми к работе эскалатора. Все цепи легко собираются и разбираются, имеют достаточную прочность и жесткость.

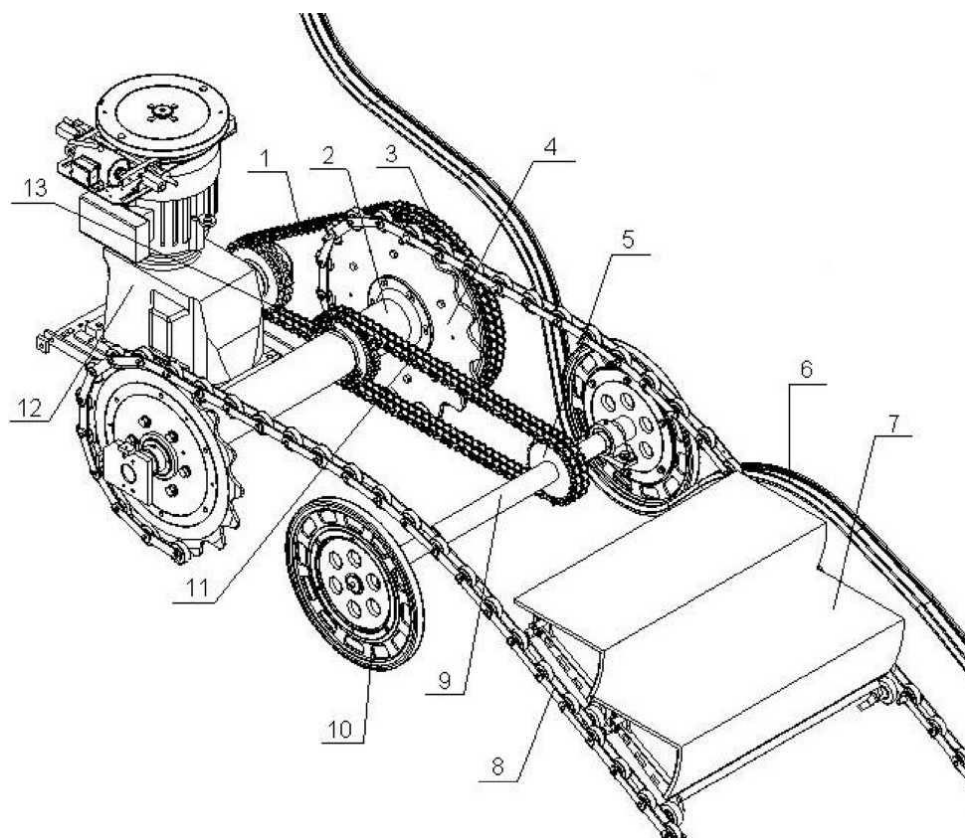


Рис. 4.6. Электромеханический привод:

1 – Приводная цепь; 2 – Главный вал; 3 – Двойное приводное колесо; 4 – Ведущее зубчатое колесо; 5 – Цепное колесо вала системы перил; 6 – Поручень; 7 – Ступень; 8 – Цепь ступеней; 9 – Вал привода поручней; 10 – Фрикционное колесо; 11 – Приводная цепь поручней; 12 – Приводной механизм; 13 – Зубчатое колесо

Главный приводной вал

Главный приводной вал состоит из главной оси, ведущего зубчатого колеса, двойного приводного колеса, подшипника, зубчатого колеса и пр., и закреплен на опорной плите фермы при помощи штифтов и болтов.

Если скорость движения эскалатора превышает номинальную скорость, необходимо установить устройство автоматического торможения.

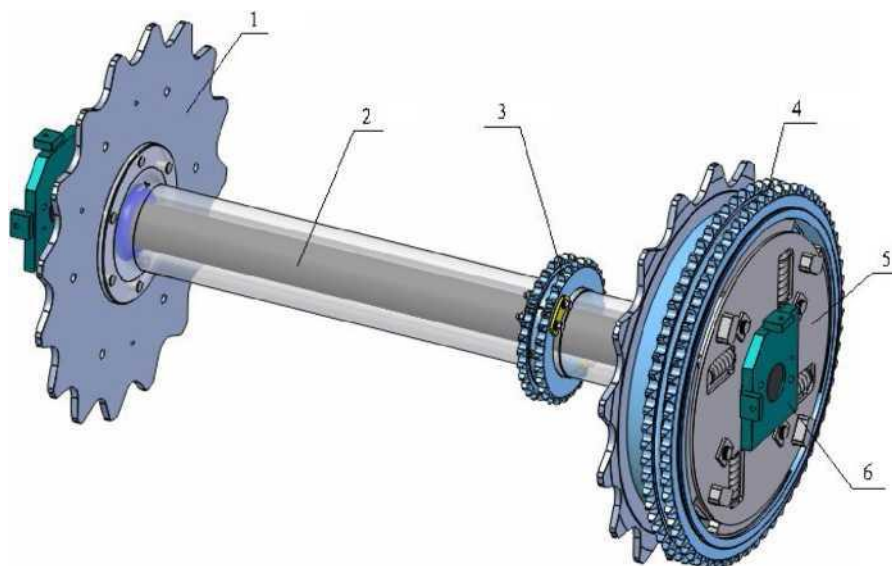


Рис. 4.7. Главный приводной вал:

1 – Ведущее зубчатое колесо; 2 – Главная ось; 3 – Зубчатое колесо; 4 – Двойное зубчатое колесо; 5 – Предохранительный тормоз; 6 – Опорная плита

Приводной вал системы поручней

Приводной вал системы поручней состоит из фрикционного колеса (обрезиненного), ведущей оси, зубчатого колеса на ней, подшипника и пр., при этом вал устанавливается на стальном уголке при помощи болтового соединения.

Привод

Эскалатор использует высокопроизводительный привод с пониженным шумом и тихой системой механической передачи.

Рабочий тормоз электромеханического типа. Тормоз задействуется от си-

стемы электропитания. Если напряжение пропадает, нажимная пружина приводит к срабатыванию тормоза.

Привод состоит из электромотора 3, редуктора 4, рабочего тормоза 2, колеса маховика 1 и пр.

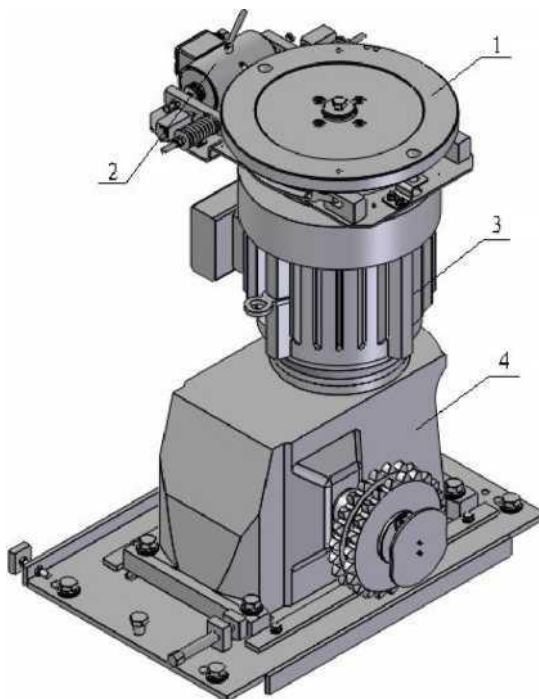


Рис. 4.8. Привод:

1 – Маховик; 2 – Рабочий тормоз; 3 – Мотор; 4 – Редуктор

Ступени

Наружный слой ролика выполнен из полиэфирной резины, а внутренний слой представляет собой роликоподшипник.

Ступенька крепится на месте при помощи двух нейлоновых прокладок, устанавливаемых с обеих сторон ступенек. Кроме того, используются ролики свободного хода, которые не соединены с цепью. При этом конструкция перемещения ступенек устанавливает их на уровне направляющих, когда ступеньки находятся со стороны пассажиров, и переворачивает их вверх дном, когда они на стороне возврата ступенек.

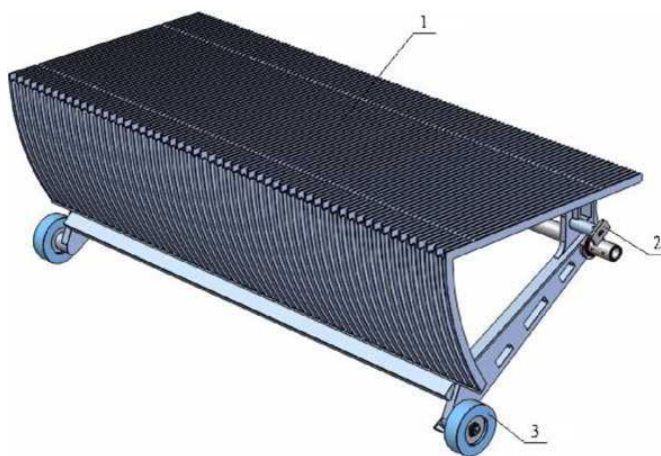


Рис. 4.9. Ступень:

1 – Рабочая поверхность; 2 – Нейлоновая прокладка; 3 – Ролик свободного хода

Поручень

Эскалатор оборудован двумя цельными движущимися ленточными поручнями. Каждый поручень представляет ленточную петлю без видимого стыка. Лента состоит из резины, грубой ткани и стальных полос и обладает большой тяговой способностью.

В стандартном исполнении лента поручня черная, но по требованию заказчика лента может быть других цветов.

Боковая облицовка на уровне ступенек

Панели боковой облицовки выполнены из нержавеющей или углеродистой стали с тефлоновым покрытием и расположены по обеим сторонам ступенек. Панели боковой облицовки крепятся на ферме через специальные опоры, предназначенные для установки боковой облицовки.

Внешняя и внутренняя облицовка

Внешняя и внутренняя облицовка обычно выполняется из нержавеющей стали и вставляется в зажимной профиль, установленный на опорах для поручней. Внутренняя облицовка крепится к боковой облицовке при помощи винтов

из нержавеющей стали, а внешняя облицовка крепится к ферме при помощи различных установленных на ней опорных плит.

Устройство центрирования гребенки

Устройство центрирования гребенки состоит из опорной плиты гребенки 2, пластины гребенки 1 (пять частей, если ширина 1000 мм) и контактного выключателя 4. Толщина опорной плиты составляет 20 мм, а материал пластины гребенки - алюминиевое литье под давлением. Опорная плита гребенки крепится к ферме; пластина гребенки крепится к опорной плите винтами. Существует определенный зазор между зубьями гребенки и канавками протектора ступеньки. При попадании постороннего предмета опорная плита гребенки смещается назад, при этом срабатывает выключатель, который останавливает движение эскалатора.

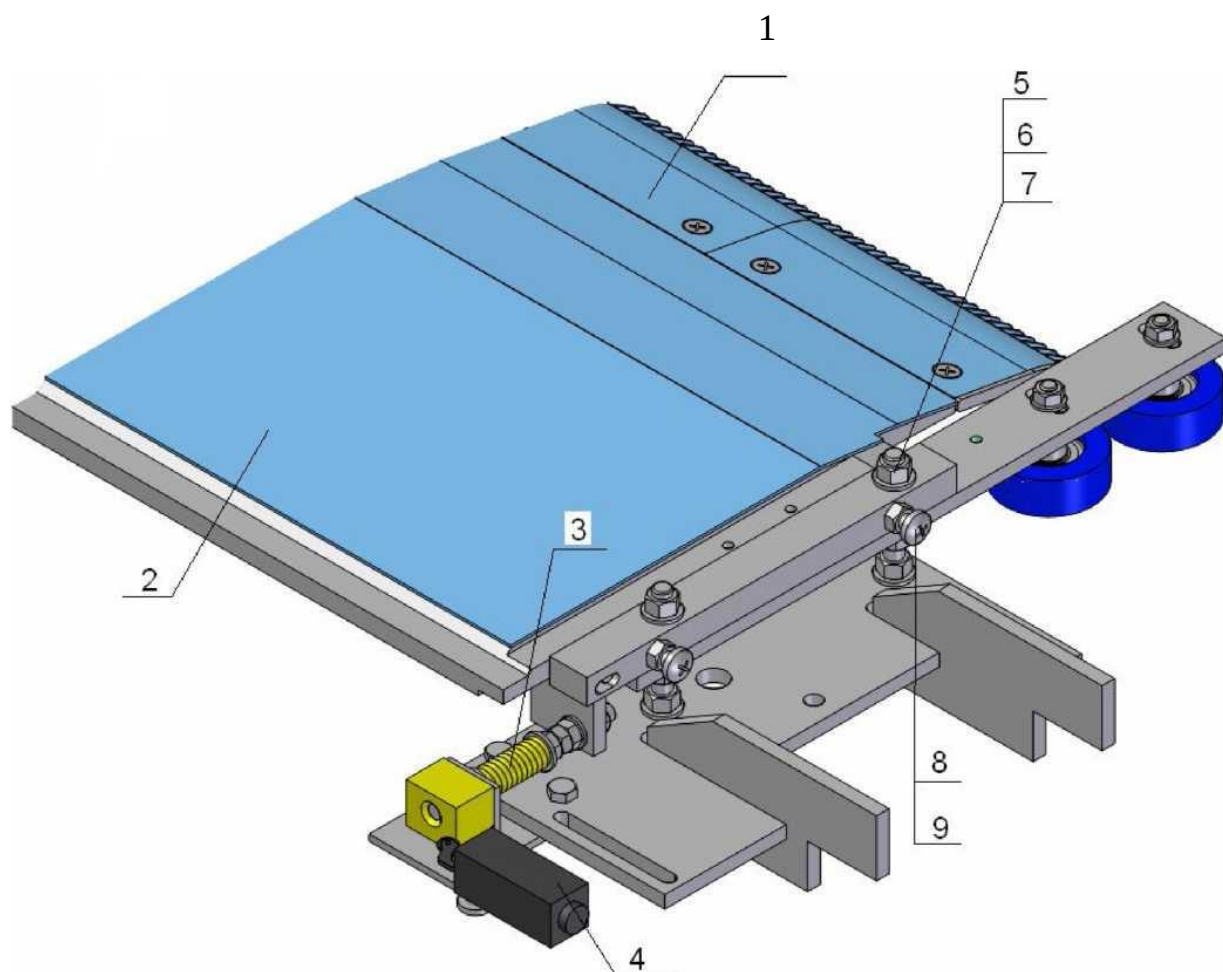


Рис. 4.10. Устройство центрирования гребенки:

1 – Пластина гребенки; 2 – Опорная плита гребенки; 3 – Нажимная пружина; 4 – Аварийный выключатель; 5 – Стержень с резьбой; 6 – Гайка; 7 – Шайба 8 – Винт; 9 – Гайка

Система натяжения ленты поручней

Ленту поручня перемещает обрешиненной поверхностью фрикционного колеса.

Соответствующее натяжение ленты поручня обеспечивается регулировочной гайкой на стержне натяжения.

Изменяя положение прижимного ролика на ленте поручня можно увеличить или уменьшить трение между фрикционным колесом и лентой

Лента поручней перемещается в том же направлении, в каком перемещаются ступеньки. Допустимое различие скоростей движения перил и поручней должно быть в пределах от 0 до +2%.

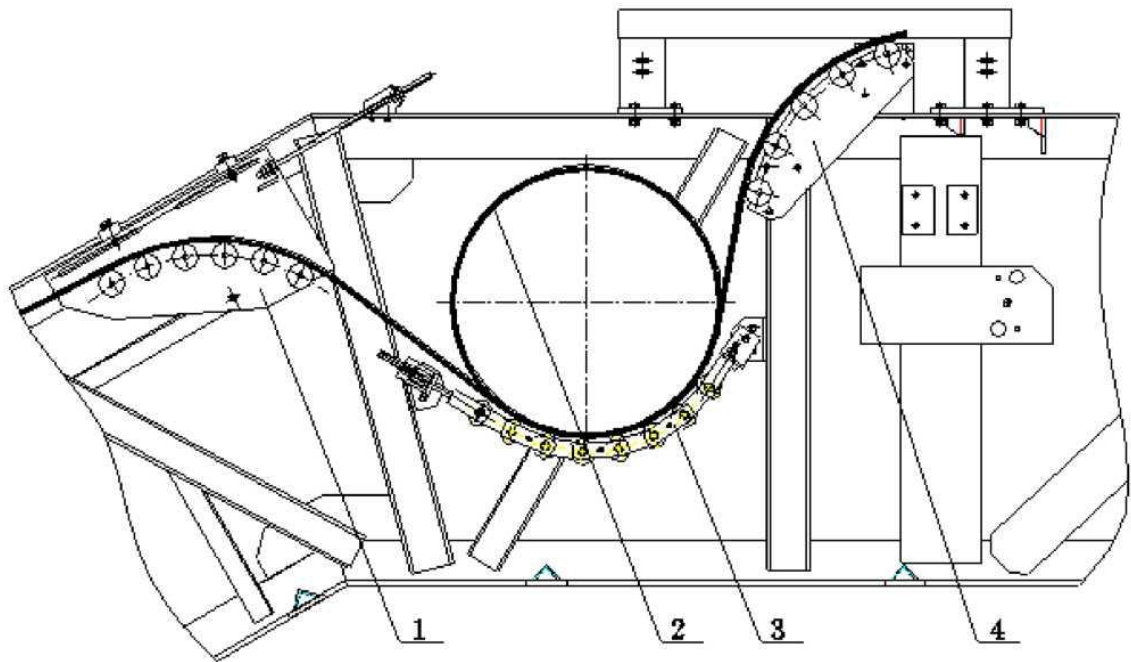


Рис. 4.11. Натяжение ленты поручня:

1 – Устройство натяжения ленты; 2 – Фрикционное колесо; 3 – Комплект роликов; 4 – Комплект отклоняющих роликов

Для безопасности входа на эскалатор и выхода с него верхняя горизонтальная поверхность ступени (проступь) имеет настил с выступающими рейками, расположенными на равном расстоянии одна от другой.

На входе и выходе с эскалатора предусмотрены неподвижные наклонные

площадки с зубцами, которые попадают в промежутки, углубления между рейками настила ступеней. Такое устройство выбрасывает с движущегося лестничного полотна на неподвижную площадку и пол вестибюля предметы, оставленные на эскалаторе, а также обеспечивают безопасность перехода пассажиров с эскалатора в вестибюль.

Лестничное полотно приводится в движение двумя тяговыми звездочками зубцы которых входят в зацепление с шарнирами тяговых цепей с прикрепленными к ним ступенями. Тяговые звездочки вращаются механизмом привода, соединенным муфтой с валом звездочек.

Для натяжения тяговых цепей и обеспечения правильного движения ступеней по трассе эскалатора в нижней его части имеется натяжная каретка с двумя звездочками и натяжным устройством.

Трасса направляющих путей (направляющих) лестничного полотна устроена так, что на верхней (рабочей) ветви эскалатора настил ступени движется горизонтально, на нижней (холостой) ветви принимает опрокинутое положение с определенным зазором между ступенями. Направляющие на различных участках эскалатора отличаются по конструкции, что объясняется требованиями кинематики движения ступени и действующими нагрузками.

Различают эскалаторы стационарные и передвижные. Стационарные эскалаторы разделяются на эскалаторы сооружений и эскалаторы зданий или поэтажные. (К сооружениям относятся метрополитены, подземные и надземные уличные переходы и т. п.). Передвижные эскалаторы могут быть самоходные и буксируемые, предназначенные для посадки пассажиров с аэродрома в самолеты.

Эскалаторы сооружений отличаются от эскалаторов зданий и передвижных эскалаторов большей высотой (до 65 м), большей производительностью и расположением машинного помещения.

Трасса поручней имеет наклонный, два горизонтальных и два криволинейных участка. Поручень, состоящий из нескольких слоев прорезиненной ткани и наружного резинового покрытия, чаще всего выполняется С-образной формы.

Такая форма сечения позволяет охватывать направляющую поручня с трех сторон и предохраняет последний от соскакивания и отрыва от направляющей.

Направляющая поручня рабочей ветви изготавливается из различных материалов (проката цветных и черных металлов, гнутых профилей, пластмассы) и крепится к металлоконструкции балюстрады. На холостой ветви поручень движется по роlikоопорам, подобным роликам ленточных конвейеров.

Движение поручню передается через блок, расположенный в верхней части эскалатора. Там же, скрытое балюстрадой, находится и натяжное устройство. В нижней части эскалатора предусмотрен второй блок, который чаще всего используется для направления поручня и обеспечения нужной конфигурации трассы. На эскалаторах большой высоты этот блок может служить приводным.

Ведущий блок, расположенный в верхней части эскалатора, обычно приводится во вращение цепной передачей от вала звездочек или непосредственно от тяговой цепи, что обеспечивает синхронность движения поручня и лестничного полотна.

У эскалаторов системы Оккара верхняя и нижняя ветви несущие. По верхней ветви пассажиры движутся снизу-вверх, по нижней — сверху-вниз. Особенности такой конструкции являются удлиненные несущие участки лестничного полотна, что создает удобный входной и выходной вестибюли для нижней спускной ветви эскалатора, и специальные устройства в верхней и нижней части эскалатора для поворота ступеней с целью придания им нужного рабочего положения.

Установка такого эскалатора может быть выгодна по капитальным затратам для сооружений, в которых вход и выход целесообразно осуществлять на разных уровнях. По расходу же энергии этот эскалатор, несомненно, выгоден.

Требования к обеспечению безопасности и защитные меры

Общие положения

Эскалаторы и пассажирские конвейеры должны соответствовать требованиям к обеспечению безопасности и защитным мерам, изложенным в настоящем

разделе.

Кроме того, при проектировании эскалаторов и пассажирских конвейеров необходимо руководствоваться ГОСТ Р ИСО 12100-2 в отношении требующих внимания, но не являющихся значительными опасностей, которые не охвачены настоящим стандартом.

Эскалаторы и пассажирские конвейеры следует изготавливать из таких материалов, которые не создают дополнительной опасности в случае пожара.

Скопление материалов (например, консистентной смазки, масла, пыли, бумаги) создает опасность пожара, поэтому необходимо обеспечить возможность чистки внутренней части эскалатора/пассажирского конвейера.

Эскалатор или пассажирский конвейер и его узлы должны обеспечивать установленную прочность и надежность, быть безопасны и удобны для пользования, технического обслуживания, ремонта и смазки.

Составные части эскалатора или пассажирского конвейера должны быть защищены от коррозии в соответствии с их климатическим исполнением по ГОСТ 9.104.

Основные параметры и размеры

Скорость движения несущего полотна и поручней.

Номинальная скорость движения несущего полотна должна быть не более 0,75 м/с.

Для эскалаторов с углом наклона более 30° номинальная скорость должна быть не более 0,5 м/с.

Допускается увеличение номинальной скорости пассажирских конвейеров до 0,90 м/с при условии, что ширина пластин или ленты не превышает 1,10 м, а у входных площадок пластины или лента движутся горизонтально на участке не менее 1,60 м.

Данное требование не распространяется на пассажирские конвейеры, имеющие участки ускорения, или на системы пассажирских конвейеров с непосред-

ственным переходом между пассажирскими конвейерами, движущимися с разными скоростями.

Допускается отклонение фактической скорости несущего полотна без нагрузки в установившемся режиме от номинальной не более 5% при номинальной частоте и номинальном напряжении питающей сети.

Скорость движения поручня не должна отличаться от скорости движения несущего полотна более чем на 2%.

Должна быть предусмотрена возможность перемещения несущего полотна с ремонтной скоростью не более 0,04 м/с.

Угол наклона.

Угол наклона эскалатора не должен быть более 30°, но при высотах транспортирования пассажиров h_{13} , не превышающих 6 м, и при номинальной скорости, не превышающей 0,50 м/с, допускается увеличение угла наклона до 35°.

Угол наклона эскалаторов тяжелого режима работы не должен быть более 30°.

Угол наклона пассажирских конвейеров не должен быть более 12°.

Ширина несущего полотна (ступени, пластины, ленты).

Номинальная ширина z_1 несущего полотна эскалаторов и пассажирских конвейеров должна быть не менее 0,58 м и не более 1,10 м.

Для пассажирских конвейеров с углом наклона до 6° допускается ширина до 1,65 м.

Провозная способность.

Максимальная фактическая провозная способность P , чел/ч, чел/мин, учитывающая реальное заполнение несущего полотна пассажирами, составляет, не более:

$$P = 8800 (2,1 - V) Z_1 V, \text{ чел/ч};$$

$$P = 190 (2,1 - V) Z_1 V, \text{ чел/мин.}$$

Примечание: При проектировании транспортного узла следует учитывать,

что максимальная фактическая провозная способность достигается при напряженном пассажиропотоке, дискомфортном для пассажиров.

Режимы работы.

Эскалаторы и пассажирские конвейеры, устанавливаемые в метрополитенах и транспортных узлах (вокзалах, аэропортах, автостанциях и т.п.), классифицируются в настоящем стандарте как эскалаторы или пассажирские конвейеры тяжелого T режима работы.

Эскалаторы и пассажирские конвейеры, устанавливаемые вне метрополитенов и транспортных узлов, классифицируются как эскалаторы или пассажирские конвейеры нормального H режима работы.

Расчетные нагрузки.

Максимальная статическая нагрузка q_c для расчета металлоконструкций, плит перекрытий, входных площадок и направляющих на прочность и жесткость составляет 5000 Н/м .

Максимальную эксплуатационную нагрузку на один метр длины несущего полотна $q_{м.э}$, Н/м для расчета деталей и узлов механизмов на прочность, расчета направляющих бегунков на жесткость, проверки пусковых и тормозных характеристик принимают равной $2000 (2,1 - v) z_1$, но не более $3000 z_1$ для эскалаторов и пассажирских конвейеров нормального режима работы (при этом нагрузка на ступень шириной z_1 , равной 1,0 м, и глубиной y_1 , равной 0,4 м, составляет 1200 Н).

Среднечасовая эксплуатационная нагрузка для расчета номинальной мощности двигателя привода составляет:

- $0,83 q_{м.э}$, для тяжелого режима работы;
- $0,55 q_{м.э}$, для нормального режима работы.

Эквивалентная эксплуатационная нагрузка для расчета элементов конструкции на выносливость и долговечность составляет:

- $0,63 q_{м.э}$, для тяжелого режима работы;
- $0,42 q_{м.э}$ для нормального режима работы.

Эксплуатационные нагрузки на поручень составляют 1% соответствующих эксплуатационных нагрузок на несущем полотне.

4.2 ПЛАТФОРМЫ ПОДЪЕМНЫЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ

Платформы подъемные для инвалидов и других маломобильных групп населения, как правило, являются стационарными подъемными устройствами и, устанавливаются, в огражденных шахтах или без ограждения шахты, в жилых, административных, общественных, промышленных и других зданиях и сооружениях. Платформы подъемные для инвалидов могут быть с вертикальным или наклонным перемещением грузонесущего устройства.

Вариантов решения проблемы обеспечения доступности для инвалида с использованием платформы подъемной для инвалидов может быть несколько. Поэтому, будущему владельцу, целесообразно предварительно обсудить со специализированной организацией, какой из вариантов наиболее полно отвечает требованиям обеспечения доступности и безопасности для маломобильных граждан и какие, потребуются затраты на проектирование установки платформы, приобретение оборудования, его монтаж и дальнейшую эксплуатацию в течение срока службы оборудования платформы.

Рассмотрим основные типы платформ подъемных для инвалидов, наиболее распространенные в практики применения на территории Российской Федерации.

По типу привода платформы подразделяются на: электромеханические и гидравлические.

Платформы с электромеханическим приводом подразделяются на:

- канатные;
- с зубчато – реечной передачей;
- со звездочкой и цепью;
- с винтовым приводом;
- с фрикционным приводом;
- со звездочкой и направляющей цепью;

- с приводом пантографного типа.



Рис. 4.12. Платформы подъемные для инвалидов вертикальные



Рис. 4.13. Платформа подъемная для инвалидов наклонная

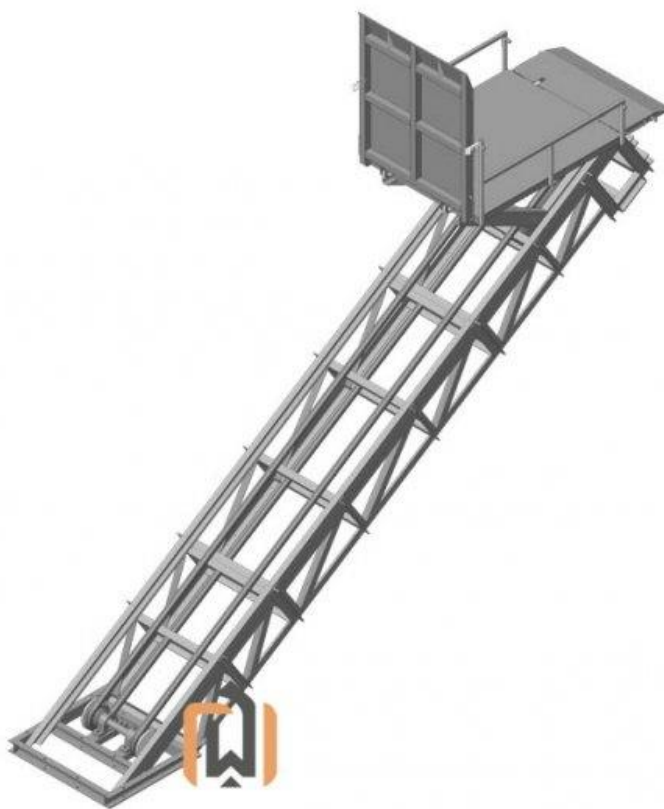


Рис. 4.14. Платформы подъемные для инвалидов различных исполнений



Рис. 4.15. Платформы подъемные для инвалидов различных исполнений

Высота подъема вертикальных платформ без ограждения шахты ограничена 2,0 м при 2-х остановках. Высота подъема вертикальных платформ с ограждением шахты до 4,0 м. При необходимости вертикального подъема свыше 4,0 м следует использовать лифт с доступностью для инвалида.

Высота подъема и длина пути наклонных платформ не ограничена.

В зависимости от расстройств функций организма инвалид на платформе может располагаться на платформе в одном из положений - сидя, стоя, сидя в кресле-коляске. Грузоподъемность подъемных платформ ограничена 500 кг. Номинальную грузоподъемность платформы следует определять с учетом массы пользователя:

- при транспортировании сидя или стоя - 120 кг;
- в кресле-коляске - 155 кг

Для общественных зданий и сооружений массу пользователя в кресле-коляске рекомендуется принимать не менее 225 кг.

Масса сопровождающего принимается не менее 100 кг. Скорость движения платформ должны быть не более 0,15 м/с. Размеры грузонесущего устройства платформы должны соответствовать минимально необходимым требованиям для размещения пользователя:

- стоя без сопровождающего - 650 х 650 мм;
- сидя без сопровождающего - 650 х 700 мм;
- сидя в кресле-коляске без сопровождающего* - 800 х 1250 мм;
- сидя в кресле-коляске с сопровождающим сзади* - 800 х 1600 мм;
- сидя в кресле-коляске с сопровождающим сбоку - 1100 х 1400 мм.

Владелец платформы обеспечивает содержание оборудования платформ и систем их операторского обслуживания с удаленного автоматизированного рабочего места (при наличии).

Кроме стационарных подъемных платформ также существуют и мобильные устройства для перемещения инвалида в коляске, гусеничного типа и так, называемые, ступенькоходы.



Рис. 4.16. Мобильное устройство гусеничного типа для перемещения по лестничным маршам инвалида в кресле – коляске

Ступенькоходы, которые еще носят название шагающие подъемники, вместо гусениц имеют колеса разного диаметра, которые препятствуют скатыванию устройства при перемещении с одной ступеньки на другую. Они более маневренные, чем гусеничные подъемники и имеют меньший вес, приблизительно от 50 до 100 кг.



Рис. 4.17. Мобильное устройство для перемещения инвалида в кресло – коляске по лестничным маршам «ступенькоход»

Общие положения

Конструкция платформ подъемных для инвалидов и других маломобильных групп населения (далее платформ) должна обеспечивать безопасность как пользователей платформой, так и обслуживающего персонала, осуществляющего осмотр, управление, техническое обслуживание и ремонт платформы, а также оборудования системы операторского обслуживания с удаленного автоматизированного рабочего места, при ее наличии.

Монтаж платформ осуществляется квалифицированным персоналом специализированной по монтажу организации по договору с Владелльцем платформы в

соответствии с инструкцией по монтажу платформы изготовителя и проектной документации на ее установку на конкретном объекте.

Осмотр, управление платформой может осуществляться как оператором Владельца платформы, так и оператором специализированной организации на договорной основе с Владельцем платформы.

Техническое обслуживание и ремонт платформы осуществляется электро-механиком, соответствующей квалификации, специализированной организации на договорной основе с Владельцем платформы.

Владелец платформы может по договору со специализированной организацией передать ей и ряд других своих функций, обязанностей и ответственности по обеспечению безопасной эксплуатации платформ и систем их операторского обслуживания с удаленного автоматизированного рабочего места.



Рис. 4.18. Общий вид платформы подъемной для инвалидов, установленной в шахте



Рис. 4.19. Общий вид платформы подъемной для инвалидов вертикального перемещения без шахты

Движение грузонесущего устройства платформы должно осуществляться по жестким металлическим направляющим. Направляющие, их крепления и соединения должны быть рассчитаны на нагрузки, возникающие при рабочем режиме платформы и при испытаниях.

Направляющие платформ, установленных в огражденной шахте, должны обеспечивать при движении платформы нормируемый горизонтальный зазор между внутренней поверхностью ограждения шахты и платформой.

Платформы должны быть оборудованы буферами или упорами, ограничивающими перемещение платформы за пределы крайних положений.

Для обеспечения безопасности обслуживающего персонала, находящегося в приемке платформы, должно быть выполнено как минимум одно из следующих требований:

а) при нахождении платформы на упорах или полностью сжатых буферах должно быть обеспечено наличие свободного пространства по высоте от уровня пола приемка до нижних частей платформы не менее 500 мм;

б) наличие механического устройства, обеспечивающего остановку платформы в нижней части шахты.

При этом, после остановки платформы расстояние между выступающими элементами платформы и уровнем пола приемка должно быть не менее 500 мм. Приведение в действие такого устройства должно контролироваться электрическим устройством безопасности.

В руководстве по эксплуатации (РЭ) должна быть приведена информация о назначении и правилах использования механического устройства.

Платформа должна быть оборудована ловителями.

Ловители должны останавливать и удерживать на направляющих движущееся вниз грузонесущее устройство платформы с номинальным грузом при их включении:

- ограничителем скорости на скорости его срабатывания (не более 0,3 м/с),
или

- от воздействия на них при ослаблении (обрыве) всех тяговых элементов.

На платформах с гидравлическим приводом непрямого действия ловитель может приводиться в действие предохранительным канатом, независимым от средств подвески или ослабления или обрыва несущих канатов или цепей.

Ловители должны автоматически принимать исходное положение и быть готовы к работе после перемещения, посаженного на ловители грузонесущего устройства вверх.

Снятие грузонесущего устройства с ловителей должно осуществляться в соответствии с руководством по эксплуатации только квалифицированным и обученным персоналом.

При осуществлении осмотра, технического обслуживания, ремонта или замены, ловителей должен быть обеспечен безопасный доступ квалифицированного персонала к оборудованию, для проведения осмотра, проверок или ремонта.

Включение ловителей должно контролироваться электрическим устройством безопасности, размыкающим цепь безопасности при включении ловителей.

Любой фрикционный привод ограничителя скорости должен быть независим от основного (главного) фрикционного привода платформ с фрикционным приводом.

Контроль срабатывания ограничителя скорости электрическим устройством безопасности не требуется, если ограничитель скорости и ловители составляют единый блок.

Если после освобождения (разблокировки) ловителя ограничитель скорости не возвращается в исходное положение автоматически, то электрическое устройство безопасности должно предотвратить пуск платформы до тех пор, пока ограничитель скорости не будет приведен в исходное состояние.

Обрыв или избыточная вытяжка каната ограничителя скорости должны немедленно привести к остановке главного привода платформы посредством срабатывания электрического устройства безопасности.