

Лифтовое оборудование. Типы и принцип работы

История лифта уходит корнями в глубокую древность. Первые упоминания о нем приписывают древнеримскому архитектору Витрувию, который описал модель подъемника, сконструированную Архимедом.

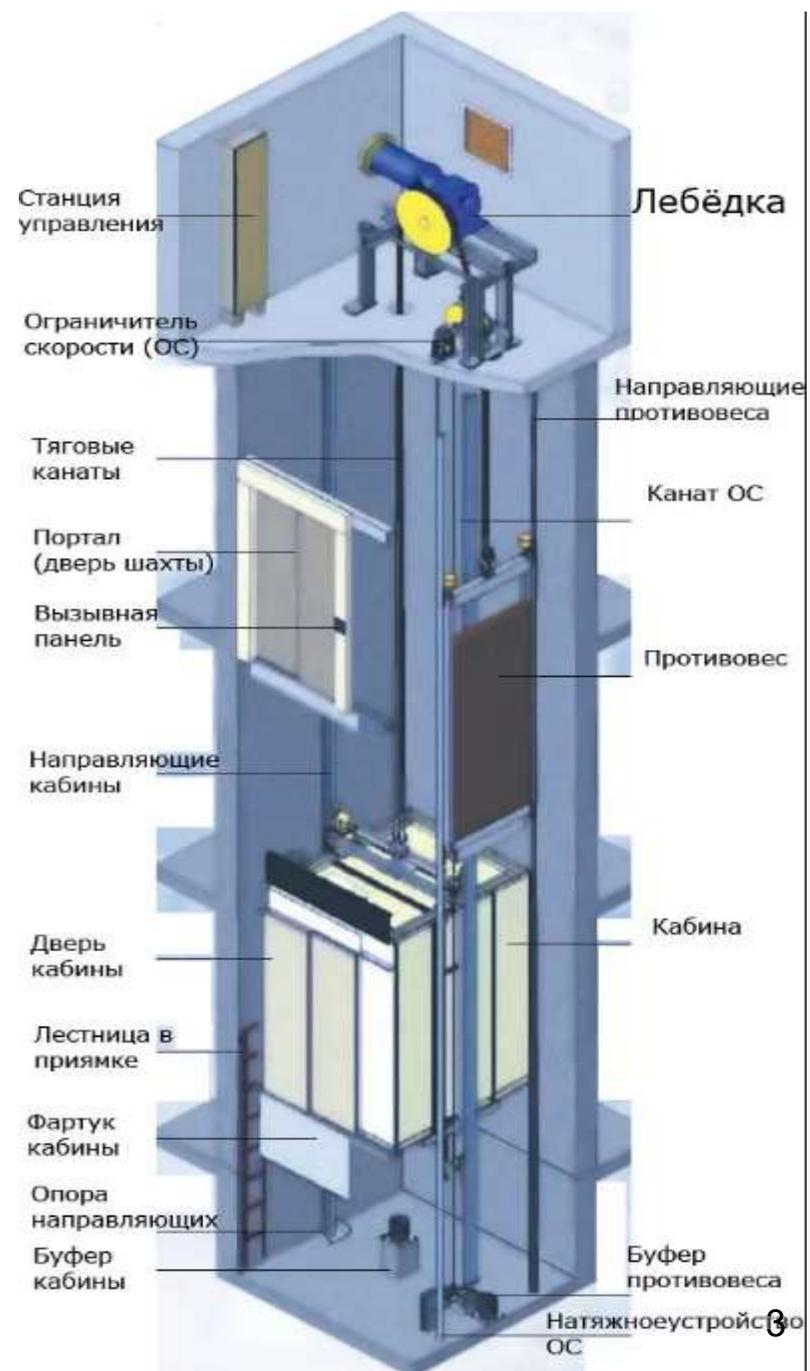


Лифты имелись в монастыре Святой Екатерины (Египет, VI век), Виндзорском замке (Англия, XVII век), а также они получили название летающих стульев Велайера (Франция, XVIII век). Первый полноценный лифт-подъемник был установлен в Нью-Йорке в 1857 году.

По назначению лифты делятся на: пассажирские, грузовые, грузопассажирские, больничные, промышленные.



Основные составные части лифта



Кабина состоит из стен, пола, потолка, элементов управления ("приказная панель"), приборов информации и освещения.

Порталы (двери шахты) - этажные двери в шахту лифта, оборудованы датчиками контроля и безопасности. Направляющие – рельсы, ограничивающие свободный ход кабины и противовеса в горизонтальной плоскости. Необходимы для ровного движения кабины и противовеса. На "направляющих" так же закреплены датчики положения кабины (показывают "станции", где находится кабина лифта).

Противовес - необходим для уравнивания веса кабины. Состоит из рамы и грузов. Тяговые канаты соединяют кабину и противовес,

Лебёдка необходима для придания вертикального движения тяговым канатам, которые лежат в "ручьях" канатоведущего шкива. Состоит из электродвигателя, редуктора, электромагнитного тормоза и подрамника.



Станция управления лифтом управляет механизмами и контролирует работу лифта (безопасность). Ограничитель скорости при превышении скорости движения подаёт сигнал станции управления и лифт останавливается, если не срабатывает электронная защита, срабатывает механизм заклинивания кабины на "ловителях«(установлены сверху кабины) - кабина повисает на "направляющих".

Сверху кабины установлены устройства подвески кабины, устройства и механизмы открытия дверей -"привод дверей". Механизмы положения кабины - "башмаки" и "контрбашмаки", располагаются снизу и сверху кабины.



СИСТЕМА БЕЗОПАСНОСТИ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА



КАБИНА
ЛИФТА

ТРОСЫ

СДЕЛАНЫ ИЗ СПЛЕТЕННЫХ СТАЛЬНЫХ ВОЛОКОН. ОДИН ТРОС ВЫДЕРЖИВАЕТ ВЕС КАБИНЫ И ПРОТИВОВОЕСА

ПРИВОД ДВЕРЕЙ

ЕСЛИ ТОК В ЕГО ЦЕПИ ПРЕВЫШАЕТ НОРМУ, ЗНАЧИТ МЕЖДУ СТВОРКАМИ ПРЕПЯТВИЕ. ДВИГАТЕЛЬ ЗАПУСКАЕТСЯ В ДРУГУЮ СТОРОНУ

ПАНЕЛЬ УПРАВЛЕНИЯ

УЛАВЛИВАТЕЛИ

ЕСЛИ СКОРОСТЬ ЛИФТА ПРЕВЫШАЕТ НОРМУ (НАПРИМЕР, ОБРЫВАЕТСЯ ТРОС), ОНИ ВКЛИНИВАЮТСЯ МЕЖДУ КАБИНОЙ И НАПРАВЛЯЮЩИМИ И ОСТАНАВЛИВАЮТ ДВИЖЕНИЕ

ДАТЧИКИ ЗАКРЫТИЯ ДВЕРЕЙ

ПОКА ОНИ НЕ СРАБОТАЮТ, КАБИНА НЕ ДВИНЕТСЯ С МЕСТА. ВНЕШНИЕ СТВОРКИ САМИ ОТКРЫТЬСЯ НЕ МОГУТ: ОНИ ДВИГАЮТСЯ ПОД ДЕЙСТВИЕМ ПРИВОДА КАБИНЫ. ЕСЛИ КАБИНЫ НА ЭТАЖЕ НЕТ, ОНИ ЗАПЕРТЫ СПЕЦИАЛЬНЫМ ЗАМКОМ

ШАХТА
ЛИФТА

НАПРАВЛЯЮЩИЕ

Схема управления лифтом включает основные узлы:

- ✓ контроля положения кабины в шахте;
- ✓ автоматического выбора направления движения;
- ✓ торможения;
- ✓ точной остановки;
- ✓ автоматического открывания и закрывания дверей;
- ✓ защиты.

Командные сигналы, задающие программу движения кабины: команды (приказы), поступающие из кабины и команды (вызовы), поступающие с этажных площадок.

При **раздельном** принципе управления схема воспринимает и обрабатывает только одну команду и во время ее выполнения не реагирует на другие приказы и вызовы - наиболее проста в реализации, но ограничивает производительность лифта (применяется для лифтов жилых домов высотой до девяти этажей). При **собирательном** принципе управления схема воспринимает одновременно несколько команд и выполняет их в определенной очередности, обычно в порядке следования этажей.



Структурная схема лифтовой установки

Требования к ЭП лифтов:

- ✓ возможность реверсирования;
- ✓ обеспечение минимального уровня переходных процессов при строго ограниченных максимальных значениях ускорения и рывка;
- ✓ надежность в работе, обеспечение безопасности при пользовании лифтовой установкой;
- ✓ малошумность;
- ✓ ограничение ускорений кабины;
- ✓ обеспечение плавных переходных процессов пуска и торможения при широких пределах изменения момента сопротивления;
- ✓ обеспечение точности остановки кабины относительно уровня этажной площадки (10-20 мм для скоростных и больничных лифтов, 35-50 мм для остальных лифтов).

Категории лифтов по скорости

Категория лифтов	Скорость движения кабины, м/с
Тихоходные	≤ 0.5
Быстроходные	≤ 1.0
Скоростные	≤ 2.5
Высокоскоростные	> 2.5

Согласно правилам эксплуатации лифтов ЭП должны обеспечивать: верхний предел скорости движения кабин пассажирских лифтов - 5 м/с. Для грузовых лифтов жилых и административных зданий чаще всего скорость движения кабины составляет 0,1 – 0,5 м/с. Ревизионная скорость $\leq 0,36$ м/с (скорость, при которой осуществляется осмотр элементов лифта обслуживающим персоналом с крыши кабины). При движении допускается относительный перепад скорости двигателя не более 5%.

ЭП лифтов:

- ✓ АД с КЗ ротором - наиболее простой (по техническим показателям могут быть использованы только на тихоходных подъемных установках, т.к. они не удовлетворяют требованиям точности остановки и благоприятного протекания переходных процессов).
- ✓ Асинхронные двухскоростные двигатели.
- ✓ Асинхронные двигатели с фазным ротором применяются на тихоходных и в редких случаях – быстроходных лифтах при ограниченной мощности сети, питающей двигатель подъемной установки (допускают большую частоту включений)

Наибольшее распространение среди электроприводов пассажирских лифтов получил электропривод переменного тока с двухскоростным лифтовым асинхронным двигателем, однако в настоящее время наблюдается тенденция применения в электроприводе пассажирских лифтов преобразователей частоты.

Часто для скоростных лифтов применяется система генератор - двигатель (дорогая и сложная в наладке и эксплуатации). При ее использовании удается получить близкий к оптимальному закон изменения скорости во время пуска и торможения, а также обеспечивается точность остановки в пределах технических требований.

Все более широкое применение получают на лифтах системы ТП - Д, которые позволяют почти точно реализовать закон оптимального разгона и торможения.

Типовые системы электроприводов

Электропривод	Диапазон регулирования скорости	Тип лифта
АД с КЗ	1 : 1	Тихоходный
АД с ФР	1 : 1	Тихоходный
ЭП по системе Г-Д редукторный или безредукторный	10 : 1 и выше	Скоростной, высокоскоростной
ЭП по системе ТП-Д редукторный или безредукторный	10 : 1 и выше	Скоростной, высокоскоростной

Выбор электродвигателя лифта

Вес противовеса $G_{\text{пр}} = G_0 + \alpha G_{\text{н}}$

$G_{\text{н}}$ - вес номинального поднимаемого груза, Н;

G_0 - вес кабины, Н; α - коэффициент, учитывающий какая часть противовеса используется для уравновешивания груза (0,4 – 0,6).

Усилия в набегающей и сбегающей ветвях канатов при отсутствии трения кабины и противовеса о направляющие

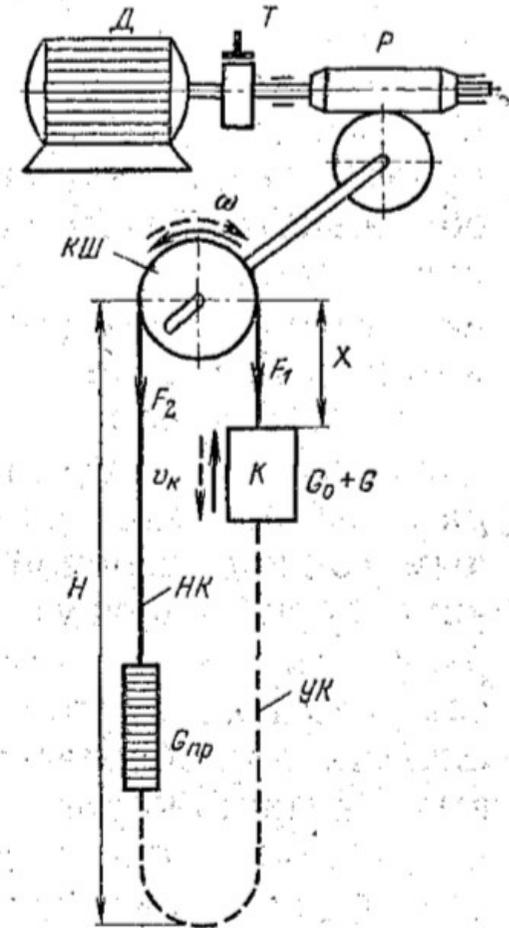
$$F_1 = G_0 + G + g_{\text{к}} \cdot X$$

$$F_2 = G_{\text{пр}} + g_{\text{к}} \cdot (H - X)$$

$g_{\text{к}}$ - вес 1 м каната, Н/м.

Усилие на канатоведущем шкиве

$$F = F_1 - F_2 = G - \alpha G_{\text{н}} + g_{\text{к}} \cdot (2X - H)$$



Момент и мощность на валу двигателя

$$M_1 = \frac{F}{i \cdot \eta} \cdot \frac{D_{\text{кш}}}{2} \quad P_1 = \frac{F \cdot v}{\eta} \cdot 10^{-3}$$

$$M_2 = \frac{F}{i} \cdot \frac{D_{\text{кш}} \eta}{2} \quad P_2 = F \cdot v \cdot \eta \cdot 10^{-3}$$

где P_1, M_1 – момент и мощность при работе в двигательном режиме, Нм и кВт;

P_2, M_2 – при работе в генераторном режиме;

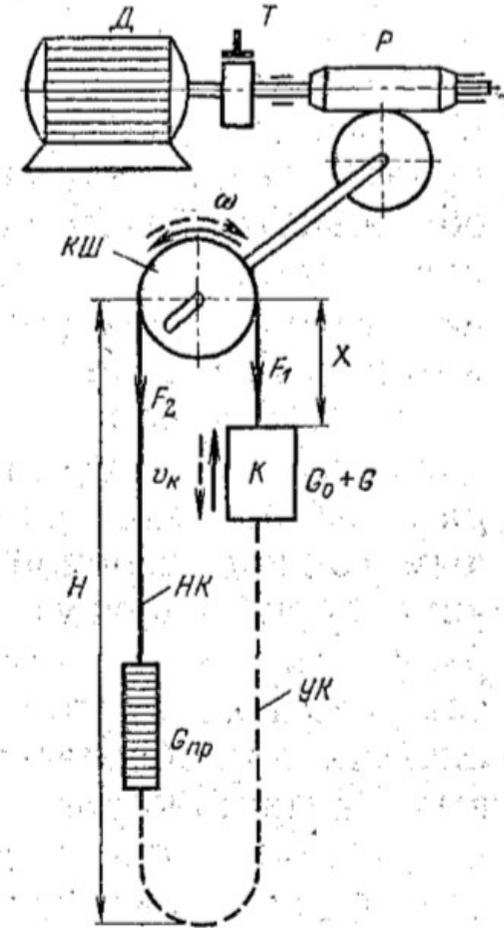
i – передаточное число редуктора лебедки;

η – КПД редуктора; $D_{\text{кш}}$ – диаметр КШ, м;

v – скорость движения, м/с.

Мощность двигателя

$$P_H \geq \max P_1$$



Д — двигатель; Т — тормоз;
Р — редуктор; КШ — канатове-
дущий шкив; К — кабина.

Если высота каната невелика, $g_k(2X-H) \approx 0$, тогда при подъеме номинального груза и пустой кабины

$$M_{c1} = \frac{(1 - \alpha) G_H \cdot D_{кш}}{2 \cdot i \cdot \eta}$$

$$M_{c2} = - \frac{\alpha \cdot G_H \cdot D_{кш} \cdot \eta}{2 \cdot i}$$

где η - КПД подъемной установки с учетом потерь на трение.

Выбрать АД с фазным ротором для грузового лифта с двухконцевой подъемной лебедкой. Цикл работы: подъем номинального груза, пауза, спуск пустой кабины, пауза.

Дано:

$v_H = 0,75$ м/с - скорость

$D_{кш} = 0,8$ м - диаметр канатоведущего шкива

$i = 53$ - передаточное число редуктора

$m_0 = 3200$ кг - масса кабины

$m_H = 1500$ кг - масса груза

$\alpha = 0.45$ - коэффициент уравновешивания

$\eta_{лн} = 0,7$ - КПД лифта

$a = 0,5$ м/с² - требуемое ускорение

$N_{ц} = 65$ - число циклов в час

$H = 9$ м - высота подъема

Решение:

1. Время пуска и торможения при заданном ускорении

$$t_{п} = t_{т} = \frac{v_H}{a} = \frac{0,75}{0,5} = 1,5 \text{ с}$$

2. Путь, проходимый с установившейся скоростью

$$H_{уст} = H - 2 \cdot \frac{v_H \cdot t_{п}}{2} = 2 - 2 \cdot \frac{0,75 \cdot 1,5}{2} = 7,88 \text{ м}$$

3. Время движения с установившейся скоростью

$$t_{уст} = \frac{H_{уст}}{v_H} = \frac{7,88}{0,75} = 10,5 \text{ с}$$

4. Т.к. $t_{п} \ll t_{уст}$, предварительный выбор двигателя можно осуществить по нагрузочной диаграмме исполнительного механизма. Рассчитаем величины для ее построения.

4.1. Статический момент при подъеме номинального груза

$$M_{\text{ст1}} = \frac{(1 - \alpha) G_{\text{н}} \cdot D_{\text{кш}}}{2 \cdot i \cdot \eta_{\text{лн}}} = \frac{(1 - 0.45) \cdot 14700 \cdot 0.8}{2 \cdot 53 \cdot 0.7} = 87.3 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

$G_{\text{н}} = m_{\text{н}} \cdot g = 1500 \cdot 9.8 = 14700 \text{ Н}$ - вес номинального поднимаемого груза

4.2. Статический момент при спуске пустой кабины

$$M_{\text{ст2}} = -\frac{\alpha \cdot G_{\text{н}} \cdot D_{\text{кш}}}{2 \cdot i \cdot \eta_{\text{лн}}} = -\frac{0.45 \cdot 14700 \cdot 0.8}{2 \cdot 53 \cdot 0.7} = -71.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

4.3. При торможении двигатель отключается от сети и накладывается механический тормоз. Следовательно, время работы двигателя при подъеме и спуске

$$t_{\text{р1}} = t_{\text{р2}} = t_{\text{уст}} + t_{\text{п}} = 10.5 + 1.5 = 12 \text{ с}$$

Время цикла

$$t_{\text{ц}} = \frac{3600}{N_{\text{ц}}} = \frac{3600}{65} = 55.5 \text{ с}$$

Действительная продолжительность включения

$$\text{ПВ} = \frac{t_{p1} + t_{p2}}{t_{\text{ц}}} \cdot 100\% = \frac{12 + 12}{55.5} \cdot 100\% = 43.5\%$$

Эквивалентный момент

$$M_{\text{сЭКВ}} = \sqrt{\frac{M_{\text{с1}}^2 \cdot t_{p1} + M_{\text{с2}}^2 \cdot t_{p2}}{t_{p1} + t_{p2}}} = \sqrt{\frac{87.3^2 \cdot 12 + 71.5^2 \cdot 12}{12 + 12}} = 80 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Ближайшая по каталогу ПВ – 40%

$$M_{\text{с}} = M_{\text{сЭКВ}} \cdot \sqrt{\frac{\text{ПВ}}{\text{ПВ}_{40\%}}} = 80 \cdot \sqrt{\frac{43.5}{40}} = 83.5 \text{ Н} \cdot \text{м}$$

Требуемая мощность двигателя

$$P = k_3 \cdot M_{\text{с}} \cdot \omega = 1.4 \cdot 83.5 \cdot 99 = 11.5 \text{ кВт}$$

$$\omega = \frac{2v_{\text{н}} \cdot i}{D_{\text{кш}}} = \frac{2 \cdot 0.75 \cdot 53}{0.8} = 99 \text{ рад/с}$$

По каталогу выбираем двигатель МТФ311-6, который при ПВ=40% имеет

$$P_{\text{н}} = 11 \text{ кВт} \quad n_{\text{н}} = 945 \text{ об/мин} \quad \lambda = 2.8$$

Затем двигатель нужно проверить по нагреву и перегрузочной способности.