

# ЛИФТОВАЯ ЛЕБЕДКА С ВАРИАТОРОМ СКОРОСТИ

Лифтовая лебедка является одним из основных узлов механизма подъема лифта. Эффективность ее работы во многом определяет эксплуатационные показатели лифтового оборудования. С точки зрения типа привода можно выделить следующие основные виды лифтовых лебедок: редукторные с двухскоростным электродвигателем и безредукторные с регулируемым электроприводом на базе использования как двигателей постоянного тока, так и асинхронных двигателей переменного тока с тиристорным и частотным регулированием скорости.

Регулирование скорости в электродвигателях постоянного тока может осуществляться либо регулированием напряжения посредством использования мотор-генератора, либо с помощью статического преобразователя, в котором среднее значение постоянного тока контролируется управляемым тиристором с фазным регулированием. Безредукторные лифтовые лебедки с регулируемым электроприводом преимущественно применяются в конструкции скоростных лифтов, поскольку позволяют соблюдать заданный закон изменения скорости движения кабины лифта в неустановившихся режимах работы привода механизма подъема (период пуска и замедления) и тем самым получать ускорения, не превышающие допустимых значений, обеспечивая плавность хода кабины и высокую точность остановки при любых номинальных значениях скорости ее передвижения. Основными недостатками приводов такого типа являются высокая стоимость изготовления, монтажа и обслуживания систем управления, а также, для электродвигателей постоянного тока, значительные габариты.

С экономической точки зрения более предпочтительными являются более дешевые и надежные лифтовые редукторные лебедки с двухскоростным электродвигателем. Однако их использование лимитируется скоростными параметрами движения кабины. Применение подобных лебедок при номинальной скорости движения кабины лифта более 2,5 м/с нецелесообразно из-за значительных ускорений кабины, возникающих в неустановившихся режимах работы привода, когда происходит изменение скорости: режим пуска, режим генераторного торможения при переходе с номинальной на остановочную скорость, выбег, время которого определяется време-

нем включения механического тормоза, режим механического торможения. Наиболее неблагоприятным, с точки зрения возникающих ускорений, является период пуска, когда скорость кабины за очень короткий промежуток времени изменяется от нуля до номинального значения. Время пуска определяется электромагнитными переходными процессами в электродвигателе и зависит от многих факторов, таких как грузоподъемность, этажность здания, наличие уравновешивающих канатов и цепей, неравномерность распределения груза в кабине, положение кабины по высоте здания в период пуска и др.

Ускорение кабины в период пуска можно рассчитать по формуле:

$$a = \frac{(M_{пр} \pm M_{уст})D}{2I_{пр} U_p U_{п}}, \text{ (м/сек.}^2\text{)}$$

где:  $M_{пр} = (0,75 \div 0,8)M_k$  — расчетный пусковой момент двигателя с учетом нелинейности графика его механической характеристики;  $M_k$  — величина критического момента двигателя;  $M_{уст}$  — приведенный момент внешних сопротивлений установленного режима работы при номинальной скорости;  $D$  — диаметр канатоведущего шкива (КВШ);  $I_{пр}$  — приведенный к валу электродвигателя момент инерции поступательно и вращательно движущихся масс механизма подъема;  $U_p$  — передаточное число редуктора лебедки;  $U_{п}$  — кратность полиспасной подвески; «+» — при пуске на спуск кабины; «-» — при пуске на подъем кабины.

Величина приведенного момента внешних сопротивлений определяется следующим образом:

$$\text{— при пуске на подъем } M_{уст}^n = \frac{Q_{п} D}{2U_p \eta_{пр}};$$

$$\text{— при пуске на спуск } M_{уст}^c = \frac{Q_c D}{2U_p} \eta_{об},$$

где:  $Q_{п}$ ,  $Q_c$  — окружная сила на КВШ при подъеме и спуске, соответственно;  $\eta_{пр}$ ,  $\eta_{об}$  — прямой и обратный КПД червячного редуктора.

Проведенный анализ показал, что уже при номинальной скорости движения кабины, равной 2 м/с, при определенных режимах работы появляются ускорения, превышающие допустимые значения, определяемые в ПУБЭЛ в 2 м/сек.<sup>2</sup> (для пассажирских лифтов).

Расширить область применения редукторных лебедок можно за счет увеличения времени пуска, что приведет к уменьшению возникающих ускорений. Одним из воз-



можных вариантов решения данной проблемы может быть использование в конструкции лифтовой лебедки вариатора скорости.

Структурная схема одного из возможных вариантов компоновки лифтовой лебедки с вариатором скорости представлена на рис. 1. Она включает в себя базовые комплектующие: двигатель лебедки  $M_1$ , соединительную муфту, колодочный тормоз с соединительной муфтой, червячный редуктор, на тихоходном валу которого установлен канатоведущий шкив. Дополнительно в конструкцию лебедки введены вариатор скорости с механизмом изменения передаточного отношения вариатора механического типа (рычаг) и микропривод системы управления вариатором, включающий в себя электродвигатель  $M_2$ , понижающий редуктор, на тихоходном валу которого установлена зубчатая шестерня, находящаяся в зацеплении с зубчатым сегментом, жестко связанным с управляющим рычагом вариатора. Причем вариатор скорости может быть выполнен как в виде отдельного блока, так и в едином корпусе с электродвигателем по схеме «мотор — вариатор», что представляется более предпочтительным, поскольку повысится компактность лебедки и уменьшится количество соединительных муфт. Принципиально важной является способность такой лебедки работать как с односкоростным, так и с двухско-

ростным асинхронным электродвигателем переменного тока.

Рассмотрим принцип работы данной лебедки с использованием односкоростного электродвигателя. При нажатии кнопки «пуск» в кабине лифта либо кнопки вызова на этажной площадке включаются электродвигатель привода лебедки  $M_1$  и одновременно двигатель микропривода системы управления  $M_2$ , вращение от которого через понижающий редуктор (6) будет передаваться зубчатой шестерне (7). Та, находясь в зацеплении с зубчатым сегментом (9), начнет поворачивать рычаг управления (8) по часовой стрелке, плавно увеличивая передаточное отношение вариатора, а следовательно, и скорость его выходного вала. Поскольку скорость выходного вала вариатора фактически определяет скорость движения кабины лифта, последняя будет разгоняться более плавно и с меньшим ускорением до выхода на установившийся режим работы привода при номинальной скорости движения кабины лифта. При этом двигатель микропривода  $M_2$  отключается.

В режиме торможения от датчика замедления, установленного в шахте лифта, пода-

ется сигнал на изменение направления вращения двигателя  $M_2$ , который начнет поворачивать рычаг 8 в противоположном направлении, плавно уменьшая передаточное отношение вариатора скорости, а следовательно, и скорость кабины. Отключение двигателя  $M_2$  происходит при срабатывании датчика точной остановки. Период разгона и торможения будет характеризоваться практически постоянной величиной ускорения (замедления), несмотря на криволинейный характер механической характеристики двигателя. Это объясняется инерцией ротора двигателя, тормозного шкива, других вращающихся элементов и электромагнитными переходными процессами.

На рис. 2 представлены диаграммы изменения скорости кабины при разгоне и замедлении для безредукторной лебедки с регулируемым электроприводом (кривая 1) и для лебедки с вариатором скорости (кривая 2). Как видно из рисунка, по характеру своего изменения обе кривые достаточно близки друг к другу. Фактически, предлагаемая нами конструкция лебедки с вариатором скорости является лебедкой с регулятором скорости механического типа. Она не тре-

бует кардинального изменения существующих конструкций редукторных лебедок и более надежна по сравнению с электронными системами управления скоростью.

Следует также отметить, что длительность процесса пуска и замедления кабины определяется величиной передаточного отношения понижающего редуктора 2. Чем оно больше, тем более медленно происходит изменение передаточного отношения вариатора. Процесс пуска и замедления в большей степени будет растянут во времени.

Устанавливая необходимое передаточное отношение понижающего редуктора микропривода системы управления вариатора, можно получать ускорение (замедление), не превышающее допустимых значений при любой номинальной скорости движения кабины лифта, что создает предпосылки использования лебедок данного типа и для скоростных лифтов.

С. В. ПАНФИЛОВ, к. т. н.,  
М. И. ГОЛУБЕВ, к. т. н., доцент,  
Ю. В. КРОТОВ, к. т. н.,  
В. В. ШИМ, к. т. н.  
СПб ГУТД

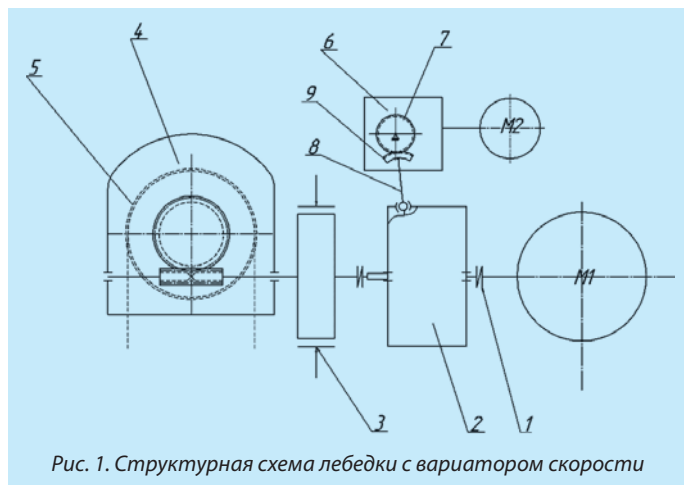


Рис. 1. Структурная схема лебедки с вариатором скорости

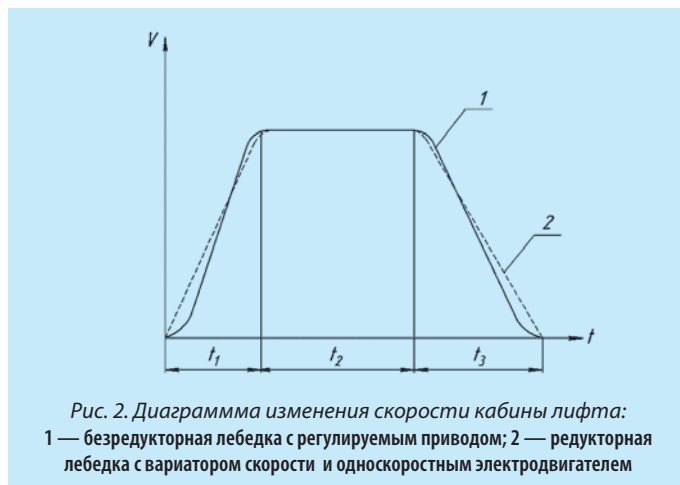


Рис. 2. Диаграмма изменения скорости кабины лифта:  
1 — безредукторная лебедка с регулируемым приводом; 2 — редукторная лебедка с вариатором скорости и односкоростным электродвигателем

## Новости

### KONE: «МЫ ОБСЛУЖИВАЕМ ЛЮДЕЙ, А НЕ ЛИФТЫ И ЭСКАЛАТОРЫ»

«Мы прежде всего обслуживаем людей, а не лифты и эскалаторы», — подчеркнул В. В. Самохин, генеральный директор компании KONE, выступая на семинаре, организованном компанией в Санкт-Петербурге в преддверии лета.

И сказанное им — это не просто фраза, а позиция компании, более 70 лет поставляющей свою продукцию на российский рынок.

Первые поставки оборудования KONE в Россия начались еще до Второй мировой войны. В 1935 г. в здании посольства Финляндии в Москве были смонтированы первые лифты KONE. Активный рост торгового оборота между СССР и Финляндией начался в конце пятидесятых годов, когда в Москве и столицах союзных республик СССР стартовали масштабные программы по строительству сложных высотных объектов, требующих нового подъемного оборудования.

На семинаре присутствовали архитекторы, проектировщики, руководители и ведущие технические специалисты строительных, монтажных и инвестиционных компаний.

Представители KONE комментировали работу лифтов без машинного помещения KONE Mono Space®, с безредукторным приводом KONE EcoDisc®, позволяющих поднимать пассажиров со скоростью до 2,5 м/с, лифтов с минимальным машинным помещением, KONE Mono Space®, развивающих скорость до 6,0 м/с и скоростных лифтов KONE Alta™, со скоростью движения кабины до 17 м/с и высотой подъема до 500 м.

Наряду с пассажирскими лифтами компания представила грузовые лифты без машинного помещения грузоподъемность до 5 000 кг и малые грузовые лифты.

Присутствующим были прокомментированы особенности эскалаторов и пассажирских конвейеров фирмы, эскалаторы для типовых решений высотой подъема до 9,5 м и эскалаторы серии KONE TransitMaster™ для работы в сложных условиях при большом пассажиропотоке на железнодорожных вокзалах и аэропортах, крупных выставочных центрах и на стадионах, высотой подъема до 15 м.

Среди последних разработок компании отмечалась инновационная система управления по этажу назначения для зданий с интенсивным пассажиропотоком KONE Polaris™.