

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ СПОСОБОВ ТОРМОЖЕНИЯ МЕХАНИЗМА ПОДЪЕМА ЛИФТА

В настоящее время для торможения механизма подъема лифта, как правило, используется способ торможения путем удержания вала электродвигателя или редуктора. Для реализации этого способа используется электромагнитный колодочный тормоз, устанавливаемый на скоростном валу (вал электродвигателя).

Опыт эксплуатации фрикционных тормозных устройств подъемного оборудования [1] и анализ функционирования таких устройств показывает, что тепловой режим является одним из главных факторов, которые определяют работоспособность и срок службы фрикционных накладок тормоза. Колодочные тормоза не позволяют обеспечить необходимый отвод тепла из-за чего надежность работы таких тормозов невысока и часто в процессе эксплуатации их просто отключают (работа с «распущенными тормозами»), что приводит к поломкам и авариям.

Более надежными являются дисковые тормоза. Дисковый тормоз обычно включает диск, зажим клещевого типа с исполнительным механизмом, источник питания и контроллер. Большой и более толстый диск способен поглощать больше энергии и отсюда этот тормоз менее склонен к перегреву [2].

Ключевым преимуществом дисковых тормозов является возможность установки двух и более независимых зажимов на диск для многократного повышения безопасности.

Тормозной диск имеет две тормозные поверхности, которые снижают потерю тормозной силы при попадании масла на одну из них.

У тормозов с сопоставимой величиной тормозного момента момент инерции диска значительно меньше, чем момент инерции шкива, что очень важно для лифтов, где критично время торможения и происходят частые остановки.

В дисковом тормозе небольшая величина износа накладок и поверхности диска не оказывает существенного влияния на процесс торможения.

Способ торможения механизма подъема лифта путем удержания вала электродвигателя или входного либо выходного вала редуктора (для редукторных лебедок) не может обеспечить высокую надежность торможения кабины, т.к. тормозится вал электродвигателя либо валы редуктора. При этом по разным причинам: проскальзывание каната по поверхности канатоведущего шкива либо тем более обрыв каната, кабина будет продолжать движение, что может вызвать аварийную ситуацию.

Для обеспечения плавности и надежности торможения предусматриваются различные способы торможения механизма подъема лифта. При этом рекомендуются как механические, так и электрические способы торможения. Классификация способов торможения механизма подъема лифта приведена на рис. 1.

Предложен способ торможения путем удержания каната, который соединяет кабину лифта и противовес либо барабан, на который наматывается канат при подъеме лифта [3]. Для реализации этого способа предложен канатный тормоз.



Рисунок 1. Классификация способов торможения механизма подъема лифта.

Конструкция такого тормоза предусматривает, что подвесные канаты проходят между тормозными зажимными губками с тормозными накладками. Одна губка прикреплена к стальной конструкции лифта, а другая может перемещаться горизонтально и

создавать поперечную силу на канаты. В результате канаты зажимаются между губками, и механизм подъема лифта приводится в неподвижное состояние, при этом, конечно, одновременно выключается электродвигатель привода. Тогда как ловитель кабины вызывает остановку кабины только при превышении скорости движения кабины вниз, то канатный тормоз выполняет две функции: рабочее торможение и аварийное торможение при превышении скорости движения кабины.

Канатный тормоз прост и надежен в работе, легко доступен для инспектирования, т.к. располагается в машинном помещении, и не требует постоянного технического обслуживания.

Главный недостаток канатного тормоза: он не обеспечивает остановку кабины при обрыве каната, что не редко происходит и приводит к аварии. Еще один недостаток заключается в том, что губки при зажатии каната могут деформировать канат.

Наиболее надежным способом можно считать торможение путем удержания кабины лифта. Возможны различные варианты реализации этого способа. Один из них представлен на рис.2. [4]. Тормоз 1 своими колодками 2 прижимается к «Г»-образному профилю направляющей кабины 3. Способ торможения путем удержания кабины лифта имеет существенные преимущества. Будучи установлен на кабине, тормоз останавливает и удерживает кабину, то есть выполняет ту функцию, которую тормоз должен обеспечить: тормозить и удерживать кабину. При таком способе торможения тормоз может выполнить и функцию ловителя кабины, обеспечивая высокую надежность работы лифта.

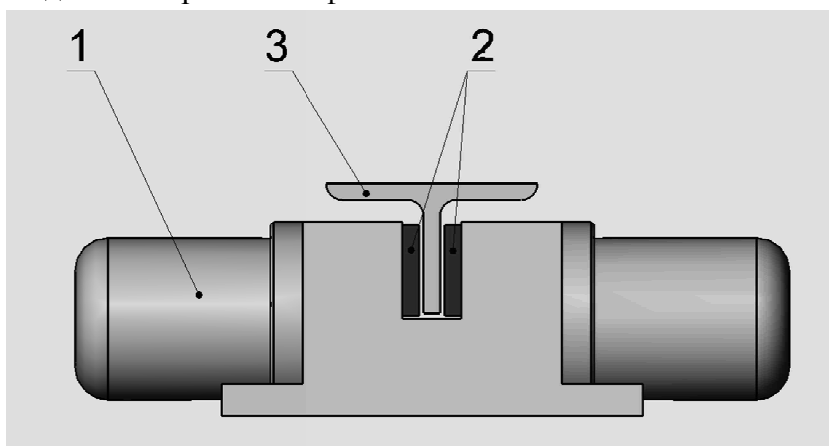


Рисунок 2. Вариант реализации способа торможения механизма подъема лифта путем удержания кабины лифта.

Анализ механических способов торможения и конструкций фрикционных тормозов, которые применяются для реализации этих способов, показывает, что для них характерны недостатки:

- недостаточно надежное торможение из-за перегрева фрикционных накладок;
- износ фрикционных колодок и, соответственно, необходимость частой замены этих колодок;
- мощность тормоза всегда тратится впустую в виде теплоты.

Таких недостатков можно избежать, используя электрическое торможение, при котором двигатель работает как генератор, преобразующий механическую энергию в электрическую. В результате чего возникает вращающий момент противоположный направлению движения.

В устройствах, где требуются частые, быстрые, точные или чрезвычайно быстрые остановки (к таким устройствам относятся лифты) обычно применяется электрическое торможение. В таком случае остановки плавные и быстрые, без чрезмерного нагружения механических элементов. При использовании электрического торможения можно остановить двигатель плавно, не причиняя неудобств пассажирам и увеличивая срок службы рельсового пути и колес (для транспортных средств), что позволяет достичь существенной экономии.

Электрическими способами торможения асинхронных электродвигателей являются [5]:

- динамическое (или реостатное) торможение;
- торможение электродвигателя противовключением или обратным напряжением;
- рекуперативное торможение.

При динамическом торможении, в случае применения электродвигателя постоянного тока, якорь двигателя отключают от источника питания и соединяют посредством сопротивления R_B . Генерированную энергию рассеивают в сопротивлениях R_B и R_A .

Динамическое торможение переменного тока получают, когда двигатель работает на однофазном источнике питания после отсоединения одной фазы от источника, после чего ее оставляют открытой или соединяют с фазой другого механизма. При соединении с однофазным источником питания двигатель питается трехфазным

напряжением положительной и отрицательной последовательности. Эффективный вращающий момент, произведенный механизмом, представляет собой сумму вращающих моментов напряжений положительной и отрицательной последовательности. При высоком сопротивлении ротора эффективный вращающий момент отрицательный, в результате получаем торможение.

При торможении электродвигателя постоянного тока противовключением напряжение источника питания электродвигателя с независимым возбуждением реверсируют для помощи обратной ЭДС при образовании тока якоря в обратном направлении. При торможении противовключением двигателя с последовательным возбуждением реверсируют только якорь.

При торможении электродвигателя постоянного тока противовключением торможение происходит быстро благодаря высокому среднему вращающему моменту, даже с одним элементом тормозного сопротивления R_B . Так как вращающий момент не нулевой при нулевой скорости, при остановке нагрузки необходимо отсоединить источник питания, если скорость близка к нулевой. Для отключения источника питания применяют центробежные выключатели. Торможение электродвигателя противовключением очень неэффективно, так как, в дополнение к произведенной мощности, мощность, полученная из источника, также тратится впустую на сопротивления.

Торможение асинхронного электродвигателя противовключением или обратным напряжением характеризуется тем, что при реверсировании последовательности фаз источника питания двигателя, который работает при определенной скорости, обмен любых двух фаз статора относительно клемм источника питания ускорение сменится торможением противовключением.

При таком методе механическая энергия, поставляемая ротору или активной нагрузкой, или от кинетической энергии, сохраненной в двигателе, и инерции нагрузки, преобразуется в электрическую и расходуется в сопротивлении ротора. Дополнительная энергия поставляется от источника и расходуется в сопротивлении ротора.

При рекуперативном торможении произведенная энергия поставляется источнику энергии. Восстановленная мощность подается к нагрузкам, соединенным с питанием, и источнику не нужно подавать такое большое количество питания. Рекуперативное торможение,

следовательно, возможно лишь в том случае, если есть нагрузка, связанная с линией питания, и ей необходима мощность, большая или равная восстановленной мощности. Если мощность нагрузки меньше восстановленной, нагрузка не использует всю восстановленную мощность. Остаточная мощность поставляется на конденсаторы (включая паразитные мощности) на линии, и напряжение линии повышается до опасного значения, что приводит к нарушению изоляции. Следовательно, рекуперативное торможение необходимо использовать только при достаточном количестве нагрузок, которые поглотят восстановленную мощность. Иначе применяется устройство для отведения дополнительной мощности к банку сопротивлений, где она рассеивается в виде теплоты. Такое торможение называют составным торможением, так как это сочетание рекуперативного и динамического торможения. Если источником питания служит аккумулятор, восстановленную мощность можно хранить в нем.

Основное преимущество рекуперативного торможения заключается в том, что произведенная мощность используется полезно, а основной недостаток - в том, что при питании от источника постоянной частоты невозможна работа при скорости ниже синхронной.

При использовании электрических способов торможения, тем не менее, необходимы механические тормоза, так как при остановке электродвигателя не производится вращающий момент, который удерживал бы кабину лифта от самопроизвольного движения под действием сил тяжести от массы кабины, противовеса и подвесных канатов. Поэтому в системе торможения лифта обязательно должен быть механический тормоз, выполняющий функцию стояночного тормоза.

Выводы

1. Применяемые механические способы торможения: удержание вала двигателя, удержание входного либо выходного вала редуктора, удержание подвесного каната, не могут обеспечить надежное торможение кабины лифта.

2. Механическое торможение имеет много недостатков: частое обслуживание и регулярная замена тормозных колодок, короткий срок службы, мощность тормоза всегда тратится впустую в виде выделяющейся теплоты.

3. Наиболее надежным из механических способов торможения является способ путем удержания кабины лифта (новый способ).

4. Из применяемых электрических способов наиболее эффективным является рекуперативное торможение, так как при таком торможении произведенная мощность аккумулируется и используется полезно.

5. Целесообразно применять комбинированный способ торможения: основное – рекуперативное торможение, вспомогательное - удержание кабины, которая находится в неподвижном состоянии после рекуперативного торможения (новый способ).

6. Для реализации нового механического способа торможения путем удержания кабины, остановленной при помощи рекуперативного торможения, предлагается разработать новую конструкцию тормоза с шариковым передаточным механизмом [6], обеспечивающим необходимую большую силу прижатия неподвижного элемента кабины к металлоконструкции лифта. Этот тормоз должен выполнять функцию стояночного тормоза и аварийного тормоза при обрыве каната или отказе электродвигателя.

ЛИТЕРАТУРА

1. Александров М.П. Тормоза подъемно-транспортных машин. М.: - «Машиностроение», 1976 – 383с.

2. Andrey Nosko. Untersuchungen der Bremsvorrichtungen von Kranen. 19 Internationale Kranfachtagung, 2011. Der Kran und sein Umfeld in Industrie und Logistik, с. 45-55.

3. Яновски Л. Проектирование механического оборудования лифтов. Третье издание: - М.: Издательство АСБ, 2005 г., - 336 с.

4. Семенюк В.Ф., Вудвуд А.Н. Надежность торможения – залог безопасной работы лифтов// Подъемные сооружения, специальная техника. Научно-технический и производственный журнал. – Одесса, июль 2013. – Вип. №7(137). – с.22-24.

5. Дюбей Гопал К. Основные принципы устройства электроприводов. М.: Техносфера, 2009. – 480с.

6. Семенюк В.Ф., Лингур В.М. Особенности шарикового передаточного механизма// Праці Одеського політехнічного університету: Науковий та науково-виробничий збірник. – Одеса, 2012. – Вип.2(39). – с. 55-60.