

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 62 – 83: 621

**А. С. Коваль, канд. техн. наук, доц., А. В. Шваяков,
Б. Б. Скарыно, канд. техн. наук, доц., Е. В. Ефименко**

К ВОПРОСУ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДА МАССОВЫХ ЛИФТОВ

В статье рассматриваются вопросы энергосбережения в электроприводе массовых лифтов. Показано, что использование частотно-регулируемого электропривода в них делает реальным применение управляемого торможения кабины лифта в функции пути до этажа останова, что увеличивает потенциал энергосбережения наряду с увеличением производительности лифта.

К л ю ч е в ы е с л о в а: частотно-регулируемый электропривод, энергосбережение, лифт, управляемое торможение.

В настоящее время основным типом применяемого электропривода в массовых лифтах (скорость перемещения до 2 м/с) является редукторный электропривод с двухскоростным двигателем [1, 2]. Этот электропривод имеет ряд недостатков и в первую очередь невысокие энергетические показатели. В суммарном и приведенном к валу двигателя моменте инерции этих лифтов главную роль играет момент инерции маховика и вала двигателя (более 80 %) [3]. Соответственно на разгон поступательно движущихся масс (кабина, противовес и т. д.) затрачивается меньшая часть механической энергии, что обеспечивает потенциальный резерв энергосбережения, который сегодня и реализуется использованием в массовых лифтах (модернизируемых или новых) регулируемого электропривода переменного тока, в частности, частотно-регулируемого [4]. Применение других способов регулирования, например изменения величины напряжения на статоре двигателя, проигрывает частотному регулированию в возможностях энергосбережения и сегодня практически не используется в лифтах.

При частотном регулировании, как показал опыт эксплуатации, использо-

вание стандартного лифтового двухскоростного двигателя вместе с частотным преобразователем не решает проблему возможной экономии энергоресурсов. В этом случае оказывается завышен по мощности соответственно и используемый преобразователь частоты. В результате оборудование, выпускаемое заводами-изготовителями лифтов с регулируемым электроприводом, не оптимально по мощности и токам. Поэтому следующим шагом в энергосбережении в массовых лифтах стало использование вместо стандартного двухскоростного лифтового двигателя односкоростного асинхронного [5, 6].

В табл. 1 показаны сравнительные данные по потреблению электроэнергии нерегулируемым и частотно-управляемым электроприводами с двухскоростными и односкоростными двигателями [6].

И если использование в составе регулируемого привода стандартного двухскоростного электродвигателя (без маховика) дает экономию до 35 %, то после модернизации, при применении в составе частотно-регулируемого привода стандартного односкоростного двигателя, экономия электроэнергии до 52 %. При этом изменение числа включений и

продолжительность включений (ПВ) не оказывает существенного влияния на значение энергопотребления в отличие

от традиционных приводов с двухскоростными двигателями.

Табл. 1. Сравнительные данные потребления электроэнергии нерегулируемым и частотно-управляемым электроприводами с двухскоростными и односкоростными двигателями на лифтах (600 кг, 1,4 м/с и 400 кг, 1 м/с до и после модернизации)

Тип электродвигателя (до // после модернизации)	Среднее время работы лифта в сутки, ч	Потребляемая электроэнергия, кВт·ч				Экономия электроэнергии за год	
		нерегулируемым приводом с двухскоростным АД		частотно-регулируемым приводом			
		в месяц	в год	в месяц	в год	%	кВт·ч
АН200М6/24; 6,5/1,6 кВт, 940/220 об/мин	7	1035	12420	672	8064	35	4356
VTM250S6/24; 5/1,25 кВт // АИРС 132 В6; 4,5 кВт	6,6	1035	14256	–	–	52	7356
		–	–	575	6900		

Следующим и очевидным шагом в повышении экономичности лифтов уже с частотно-регулируемым приводом стала наметившаяся с начала 2000 г. тенденция перехода к безредукторному регулируемому приводу. Отсутствие редуктора позволяет существенно увеличить в результирующем моменте инерции на валу двигателя долю поступательно движущихся масс (на порядок

и, как следствие, увеличить в разы долю механической энергии с вала двигателя, расходуемую на разгон кабины. В результате безредукторные электроприводы отличаются существенно меньшим уровнем потребления в переходных процессах (до 70 %) по сравнению со стандартным редукторным нерегулируемым приводом (рис. 1) [7].

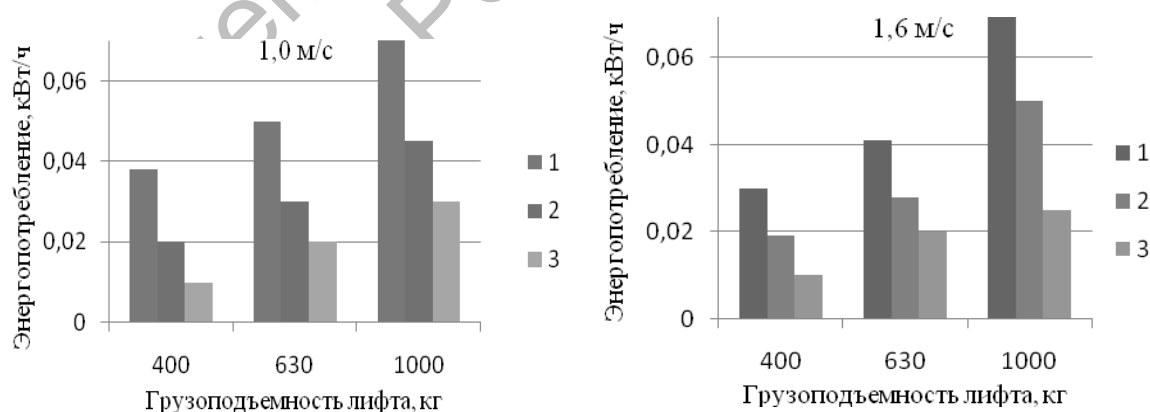


Рис. 1. Диаграмма энергопотребления за цикл: 1 – привод нерегулируемый; 2 – привод частотный регулируемый редукторный; 3 – привод регулируемый частотный безредукторный

Кроме этого, безредукторный электропривод позволяет:

– уменьшить размеры машинного помещения;

– повысить комфортность поездки (снижается шум, повышается плавность хода).

Эти все преимущества безредукторного электропривода, несмотря на увеличение стоимости электрооборудования лифта от используемого специального тихоходного высокомоментного двигателя, обеспечивают интерес к разработке таких лифтов.

Безредукторные лифтовые приводы развиваются в двух направлениях: использование синхронных двигателей с постоянными магнитами (СДПМ) и применение специальных тихоходных асинхронных двигателей [2, 8].

Практическое применение частотно-регулируемого привода в массовых лифтах позволяет подойти к реализации еще одной возможности в энергосбережении. Сегодня в массовых лифтах с частотно-регулируемым приводом при торможении сохраняется участок дотягивания перед окончательным остановом на этаже вызова. В режиме дотягивания потребляется мощность до 30 % от мощности, например, в режиме спуска кабины [7]. Очевидно, что сокращение времени дотягивания или устранение его совсем увеличивает потенциал энергосбережения при эксплуатации лифта. Это возможно и связано с регулированием скорости кабины лифта при торможении в функции оставшегося пути торможения до этажа остановки. В массовых лифтах такой алгоритм управления практически не применяется, хотя решение этой задачи в лифтах со скоростью больше 2 м/с существует.

Для реализации электроприводом управляемого торможения в функции пути торможения в составе электропривода должны быть устройства, определяющие путь торможения и реализующие функциональную зависимость изменения скорости кабины лифта в процессе торможения от оставшегося до остановки пути торможения.

Для определения пути торможения наиболее доступно использовать сигнал

о частоте вращения двигателя привода лифта либо сигнал о скорости с центробежного ограничителя скорости (тахогенератор или импульсный датчик) с последующей его обработкой. Одна из первых таких систем на переменном токе с тиристорным регулятором напряжения представлена на рис. 2 [9].

Процесс торможения начинается при подходе кабины к датчику положения заданной этажной площадки.

По команде датчика положения блок задания торможения начинает формировать тахограмму изменения скорости при торможении, а коррекция скорости осуществляется в функции тормозного пути. Для этого на вход интегратора подается сигнал скорости от датчика скорости (тахогенератор) и используется функциональный преобразователь, воспроизводящий в соответствующем масштабе заданную зависимость между величиной тормозного пути и скоростью.

Другое направление в решении задачи управляемого в функции пути позиционирования представлено в [10] и связано с вычислением задаваемой скорости торможения кабины в процессе торможения в зависимости от оставшегося пути торможения. Особенностью предлагаемого алгоритма является определение конечного участка торможения, на котором возможно торможение с постоянным ускорением и, соответственно, изменение скорости до нуля.

Схема привода лифта, работающего по этому алгоритму, показана на рис. 3.

Вычисление скорости лифта в процессе торможения происходит следующим образом.

Исходя из оставшегося до места остановки расстояния (определяется на основе интегрирования сигнала датчика скорости двигателя главного привода) вычисляется необходимое ускорение, с которым возможно торможение на оставшемся тормозном пути. Если это ускорение превышает допустимое по условиям работы лифта, то торможение

идет с допустимым ускорением. Когда оставшийся тормозной путь позволяет тормозиться с ускорением меньше допустимого, то начинается коррекция задания скорости торможения, пока не

будет определен окончательный участок торможения, на котором при рассчитанном постоянном ускорении торможения скорость кабины лифта торможения не станет равной 0 в точке останова.

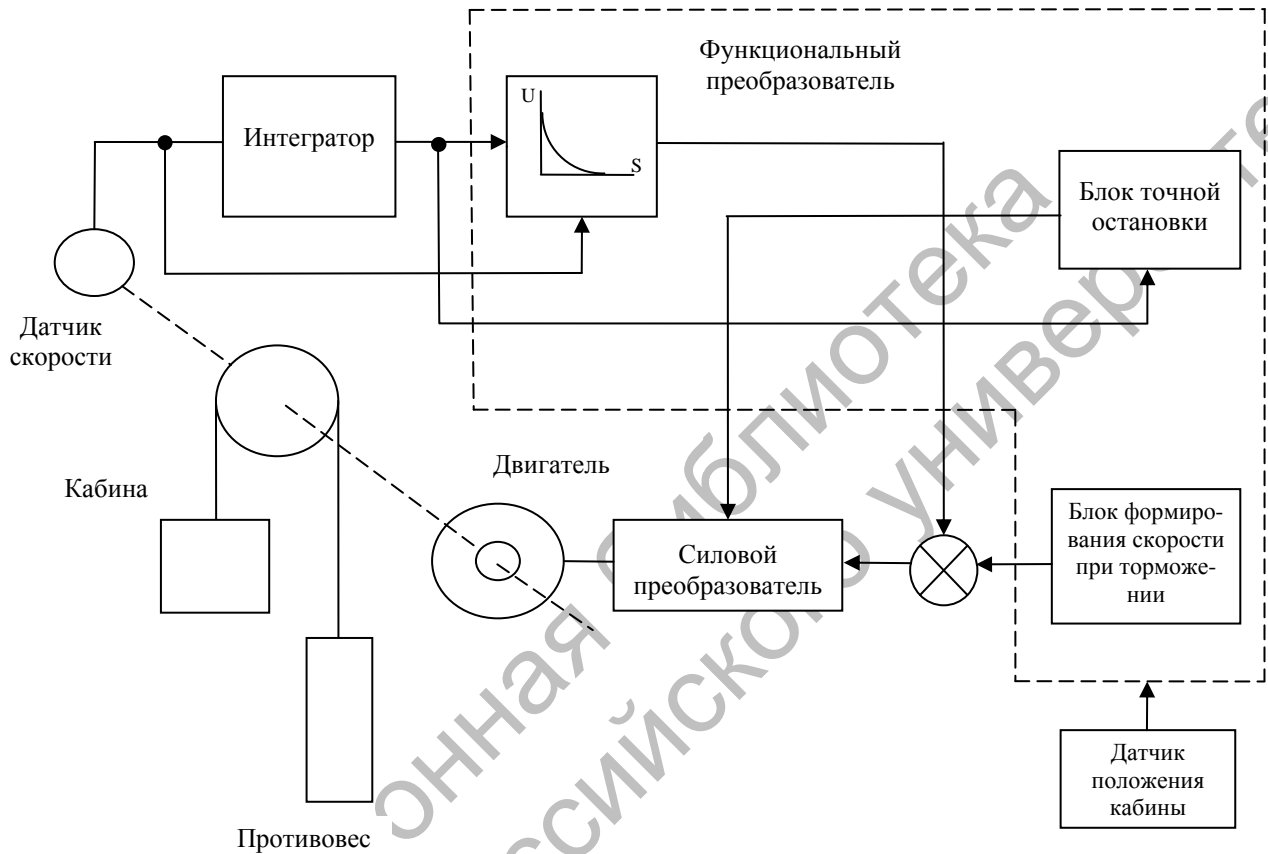


Рис. 2. Система управления привода лифта с интегрированием сигнала датчика скорости

Рассмотренные выше способы управляемого торможения по тормозному пути, в которых пройденный тормозной путь вычисляется, используют для расчета тормозного пути сигнал с датчика скорости, установленного на валу двигателя.

В этом случае при определении пройденного пути кабиной лифта всегда присутствует систематическая ошибка в определении фактического положения кабины в шахте и связанная с проскальзыванием на канатоведущем шкиве, а

также с не жесткостью механической подсистемы, что требует коррекции по фактическому положению кабины в шахте. В связи с этим на рынке лифтов представлено еще одно направление в решении задачи точного позиционирования кабины в шахте и предполагающее использование датчика положения, установленного на кабине и считывающего информацию о пройденном пути, с дополнительной информационной «направляющей», расположенной по всей длине шахты (рис. 4).

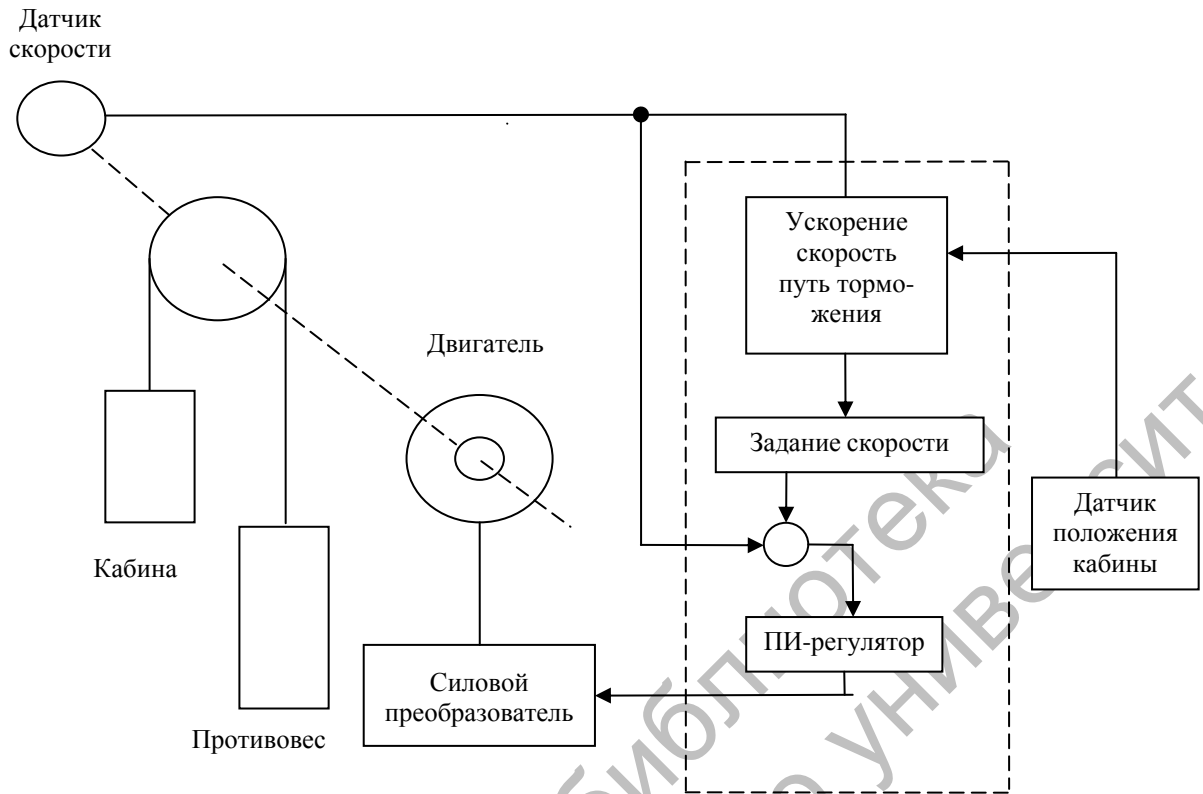


Рис. 3. Схема привода лифта с вычислением сигнала задания на скорость при торможении



Рис. 4. Система позиционирования фирмы «Вашендорф» (WACHENDORF, Германия) на выставке лифтов «Interlift 2007» (Лейпциг)

Анализ рассмотренных направлений в реализации управляемого торможения в функции пройденного пути в лифтах со скоростью больше 2 м/с показывает, что основные элементы, обеспечивающие такой алгоритм работы (дискретный датчик скорости, вычислительное устройство, датчик положения кабины в шахте), присутствуют в структуре частотного привода, сегодня используемого в массовых лифтах. Это делает актуальной задачу реализации управляемого позиционирования по пути торможения в этих лифтах, что позволит, несмотря на усложнение алгоритма функционирования, увеличить потенциал энергосбережения в массовых лифтах при увеличении производительности лифта и комфортности поездки в нем.

Выводы

1. Использование частотно-регулируемого электропривода в массовых лифтах ($V \leq 2$ м/с) делает с целью увеличения производительности лифта и потенциала энергосбережения актуальной задачу реализации позиционирования в функции пути торможения с исключением участков доводочной скорости.

2. Актуальна разработка системы частотно-регулируемого электропривода для массовых лифтов, реализующего управляемый процесс торможения по пути торможения.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Чутчиков, П. И. Электрооборудование лифтов массового применения / П. И. Чутчиков, Н. И. Алексеев, А. К. Прокофьев. – М.: Машиностроение, 1983. – 168 с.

2. Коваль, А. С. Электромеханическая система лифтов со скоростью до 2 м/с / А. С. Коваль, А. В. Шваяков // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2009. – № 4. – С. 113–120.

3. Галкин, А. А. Особенности механических параметров безредукторных лебедок лифта с низкоскоростным асинхронным двигателем / А. А. Галкин // Электропривод и системы управления: тр. МЭИ. – М., 2009. – Вып. 685. – С. 67–72.

4. Афонин, В. И. Регулируемый электропривод лифтов с асинхронными двигателями / В. И. Афонин, И. Н. Балабанов // Электроника. – 2006. – № 5. – С. 37–42.

5. Парфенович, О. Н. Применение стандартизированных односкоростных асинхронных электродвигателей для привода лифтов массовых серий / О. Н. Парфенович, А. С. Коваль // Повышение энергетических характеристик и снижение расхода материалов низкого напряжения: Всесоюз. межотрасл. НТС, г. Владимир. – М.: Информэлектро, 1983. – С. 21–22.

6. Чупрасов, В. В. Об экономичности и эффективности применения преобразователей частоты в электроприводах лифтов / В. В. Чупрасов; под ред. д-ра экон. наук, проф. В. В. Зотова // Энергосбережение в городском хозяйстве: сб. материалов III науч.-практ. конф. – М.: Юго-Восток-Сервис, 2008. – 208 с.

7. Афонин, В. И. Энергопотребление лифтовых электроприводов с различными системами управления / В. И. Афонин, О. В. Кругликов, Р. В. Родионов // Электротехника. – 2011. – № 3. – С. 2–6.

8. Попов, В. Н. Частотно-регулируемые асинхронные двигатели для трехфазного лифтового электропривода / В. И. Попов // Электричество. – 2006. – № 8. – С. 60–64.

9. Перспективы развития электроприводов переменного тока для лифтов со скоростью до 2 м/с / И. Ю. Гершаник [и др.] // Автоматизированный электропривод в промышленности: тр. VI Всесоюз. конф. по автоматизированному электроприводу. – М.: Энергия, 1974. – С. 263–265.

10. Pat. VS006164416A, USA. Procedure and apparatus for the deceleration of an elevator / A. Laine, A. Pakarinen, T. Saarikoski, J. Tull. – заявл. 30.04.97; опублик. 26.12.00. – 7 с.

Белорусско-Российский университет
Материал поступил 29.06.2011

A. S. Koval, A. V. Shvayakov,
B. B. Skorino, E. V. Efimenko
On the problem of upgrading the
electric drive of mass-produced lifts

The paper deals with the issues of energy-saving in the electric drive of mass-produced lifts. It shows that the usage of frequency-controlled electric drive in mass-produced lifts makes it possible to use the controllable braking of the lift cage in the function of moving to the floor of stop, thus increasing the energy saving potential along with the increase of lift efficiency.