

ЭЛЕКТРОТЕХНИКА

УДК 62-83:621

А. С. Коваль, А. В. Шваяков, Е. В. Ефименко

О РЕАЛИЗАЦИИ УПРАВЛЯЕМОГО В ФУНКЦИИ ТОРМОЗНОГО ПУТИ ТОРМОЖЕНИЯ В МАССОВЫХ ЛИФТАХ

UDC 62-83:621

A. S. Koval, A. V. Shvayakov, Y. V. Yefimenko

ON IMPLEMENTATION OF MASS-PRODUCED ELEVATORS BRAKING CONTROLLED IN THE FUNCTION OF BRAKING DISTANCE

Аннотация

Рассматриваются вопросы управляемого в функции пути торможения в массовых лифтах. Представлены результаты моделирования работы блока, формирующего тахограмму скорости торможения кабины лифта в зависимости от оставшегося пути до этажа останова. Приведены графические зависимости, подтверждающие работоспособность предлагаемого алгоритма торможения в составе упрощённой модели электропривода лифта. Показано, что реальные характеристики механической подсистемы лифта, в частности, упругий характер кинематических звеньев, приводят к колебаниям скорости и пути, проходимого кабиной лифта при управляемом торможении, что требует разработки рациональной структуры САУ электропривода лифта.

Ключевые слова:

частотно-регулируемый электропривод, энергосбережение, лифт, управляемое торможение.

Abstract

The paper deals with the issues of braking in mass-produced elevators, which is controlled in the function of a braking distance. It presents the results of modeling the operation of a unit forming the tachogram of a braking rate of an elevator cage in regard to the remaining distance to the stop floor. Graphical dependences are given, which confirm the efficiency of the proposed algorithm of braking in the simplified model of an elevator electric drive. It is shown that actual characteristics of the mechanical subsystem of an elevator, and in particular, the elastic nature of kinematic links, result in fluctuations in the velocity and the path traversed by an elevator cage during controlled braking, which requires the development of a rational structure of ACS for the elevator electric drive.

Key words:

VFD, energy saving, elevator, controlled braking.

Введение

В настоящее время большинство массовых канатных лифтов, используемых и в Беларуси, и в странах СНГ, со скоростью движения больше 1 м/с имеют нерегулируемый редукторный электропривод с двухскоростным асинхрон-

ным двигателем. В этих лифтах точная остановка кабины на уровне этажа осуществляется торможением электро-механическим тормозом с пониженной скорости [1].

Регулируемый электропривод в массовых лифтах позволяет отказаться от остановки за счет предварительного

снижения скорости и осуществить процесс управляемого торможения в функции оставшегося до этажа останова тормозного пути [2].

В настоящее время становится востребованной в Беларуси и СНГ разработка лифтов на переменном токе со скоростью движения до 4,5 м/с, в том числе и с безредукторной лебедкой, к которой предъявляются более высокие требования по комфортности. Помимо этого, актуальна и реализация управ-

ляемого торможения в функции оставшегося до этажа останова пути.

Для реализации электроприводом управляемого торможения в функции пути торможения в составе электропривода должно быть устройство, определяющее путь торможения и реализующее функциональную зависимость изменения скорости кабины лифта в процессе торможения в зависимости от оставшегося до останова пути торможения (рис. 1) [3].

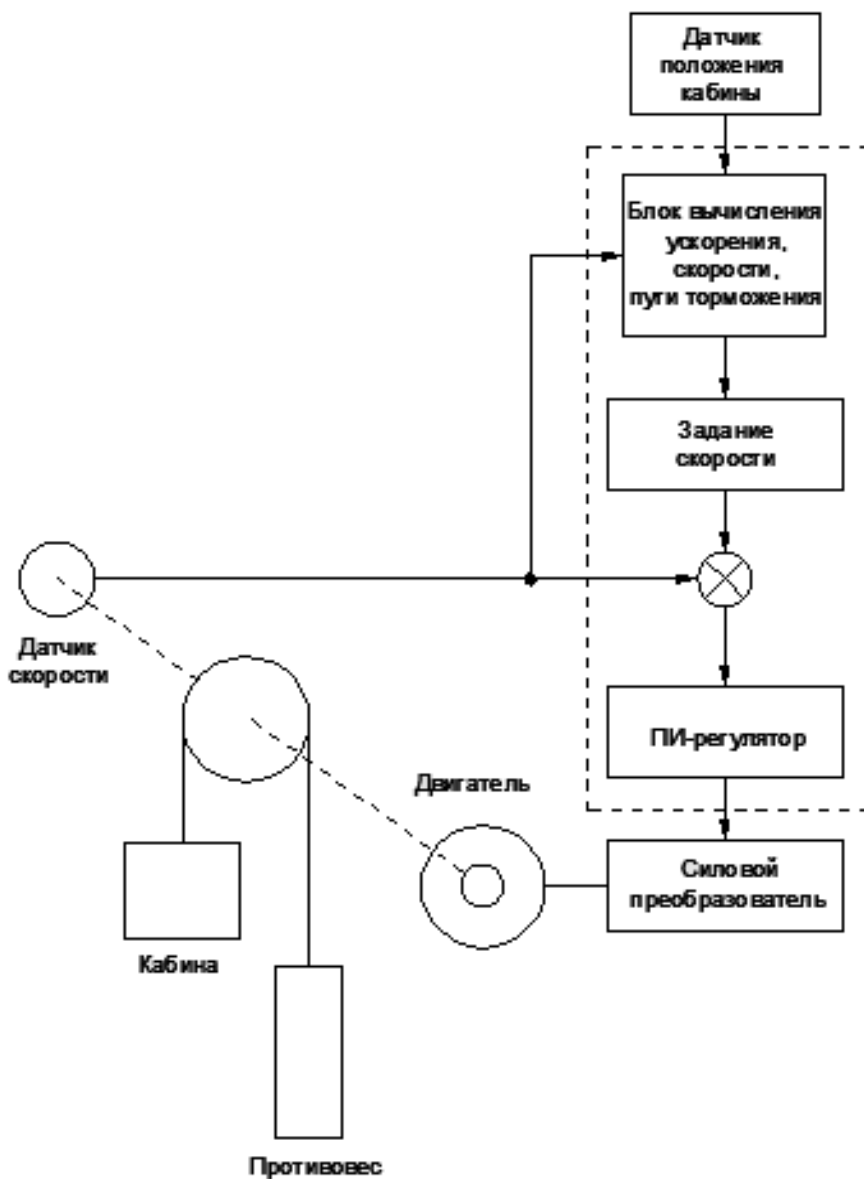


Рис. 1. Схема частотно-регулируемого привода лифта с вычислением сигнала задания на скорость при торможении

Вычисление скорости лифта в процессе торможения может происходить следующим образом.

Исходя из оставшегося до места останова 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 путь позволяет тормозиться с ускорением меньше допустимого, то начинается коррекция задания скорости торможения до определения окончательного участка, на котором при рассчитанном постоянном ускорении скорость кабины лифта не станет равной 0 в точке останова.

Блок-схема и алгоритм работы ещё одного варианта устройства определения скорости торможения в зави-

симости от пути торможения в составе электропривода (см. рис. 1) выступают предметом патентования.

Целью исследования является моделирование работы предлагаемого устройства задания скорости торможения в составе электропривода лифта.

Моделирование предлагаемого устройства задания скорости торможения в составе электропривода

Упрощённая структурная схема электропривода лифта (рис. 2) для проверки работоспособности предлагаемого блока формирования скорости привода в зависимости от пути торможения, реализованная в среде MATLAB, представлена на рис. 2. Следует отметить, что не учтены нелинейности и упругий характер кинематических звеньев в механической подсистеме привода лифта.

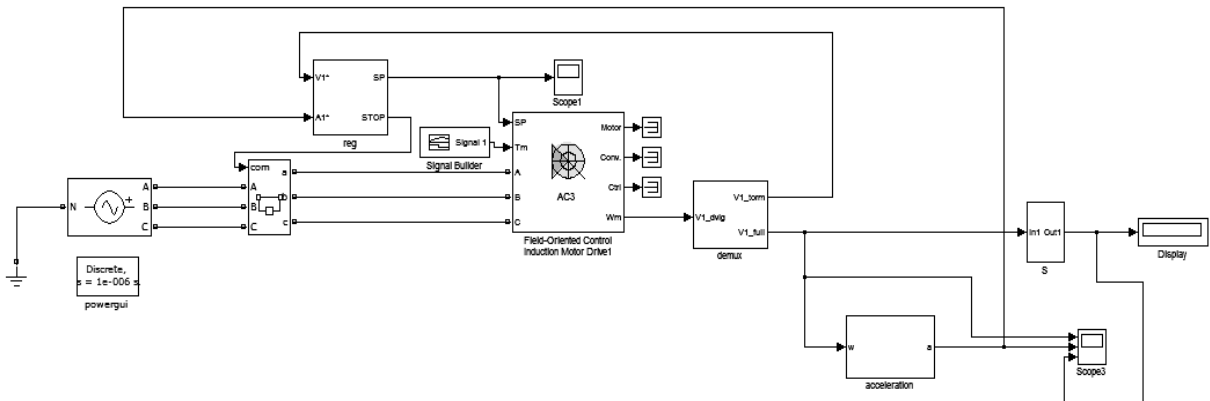


Рис. 2. Структурная схема электропривода

В качестве регулируемого электропривода выбран блок Field-Oriented Control Induction Motor Drive из библиотеки SimPowerSystem.

Блок Reg реализует алгоритм, позволяющий регулировать скорость кабины лифта в процессе торможения в зависимости от оставшегося до останова пути. Блок Signal 3 представляет модель

нагрузки на валу электродвигателя при работе лифта, блок Speed Reducer – модель редуктора.

Для измерения ускорения привода был разработан блок Acceleration, модель которого представлена на рис. 3. С помощью блока рассчитывается ускорение в конце каждого шага интегриро-

вания: $\frac{v_i - v_{i-1}}{T}$, где T – период дискретизации; v_i – скорость на текущем расчётном шаге; v_{i-1} – скорость на предыду-

щем расчётном шаге.

Параметры двигателя, используемые при моделировании, приведены в табл. 1.

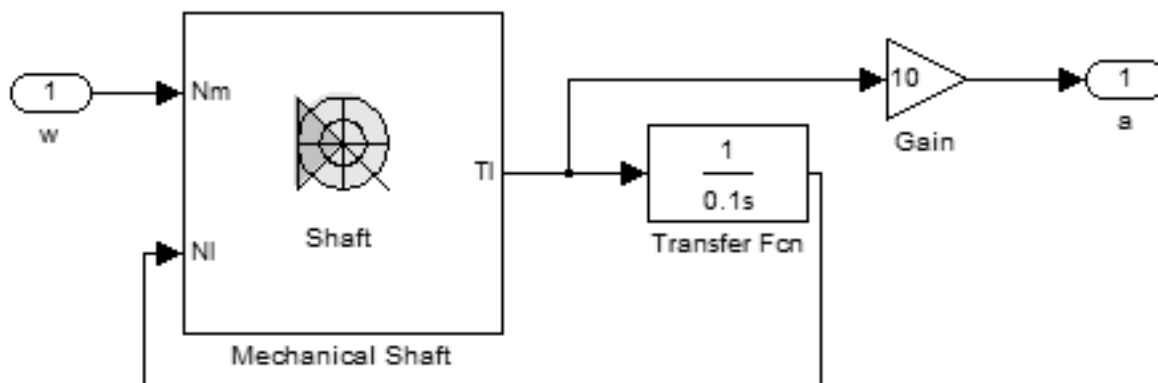


Рис. 3. Блок измерения ускорения Acceleration

Табл. 1. Параметры двигателя

P, кВт	4
Uс, В	380
fc, Гц	50
J, кгм	0,131
p	2
R1, Ом	1,405
R2, Ом	1,395
L1, Гн	0,006
L2, Гн	0,006
Lm, Гн	0,172

На рис. 4 и 5 представлены результаты моделирования процесса управляемого торможения в приводе (см. рис. 1) с предлагаемым блоком управления торможением.

Модель блока, формирующего тахограммы торможения в зависимости от тормозного пути, может являться основой для разработки блока задания тахограммы перемещения в регулируемых электроприводах массовых

лифтов (скорость перемещения до 2 м/с) с управляемым процессом торможения в функции пути, проходимого кабиной лифта до останова.

Упрощённая модель электропривода лифта с предлагаемым блоком формирования и учётом упругого характера кинематических звеньев в механической подсистеме привода лифта приведена на рис. 6.

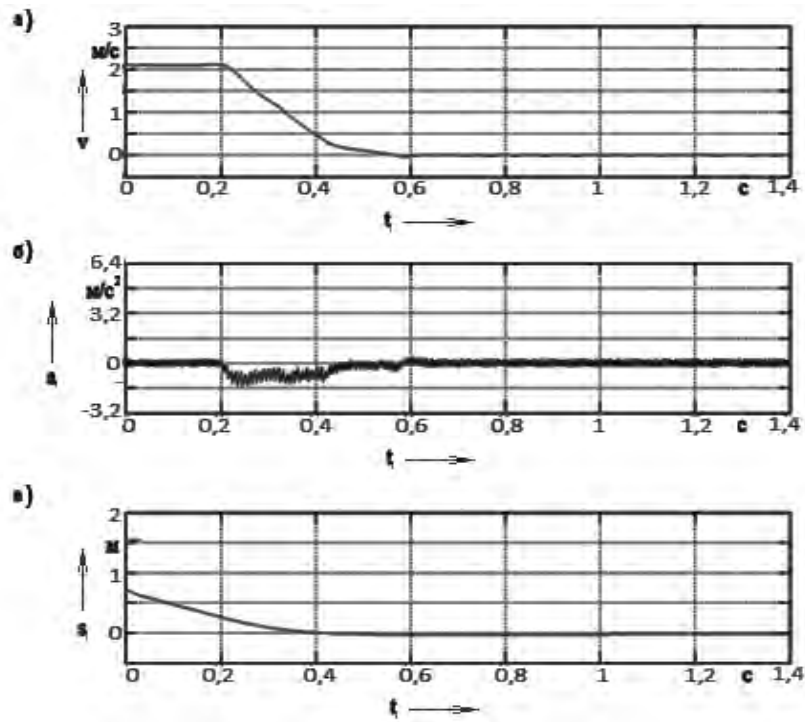


Рис. 4. Графики изменения скорости, ускорения и пути при допустимом ускорении $1,5 \text{ м/с}^2$ и тормозном пути $0,25 \text{ м}$, точность останова $0,03 \text{ м}$: а – скорость при торможении; б – ускорение при торможении; в – путь, проходимый при торможении

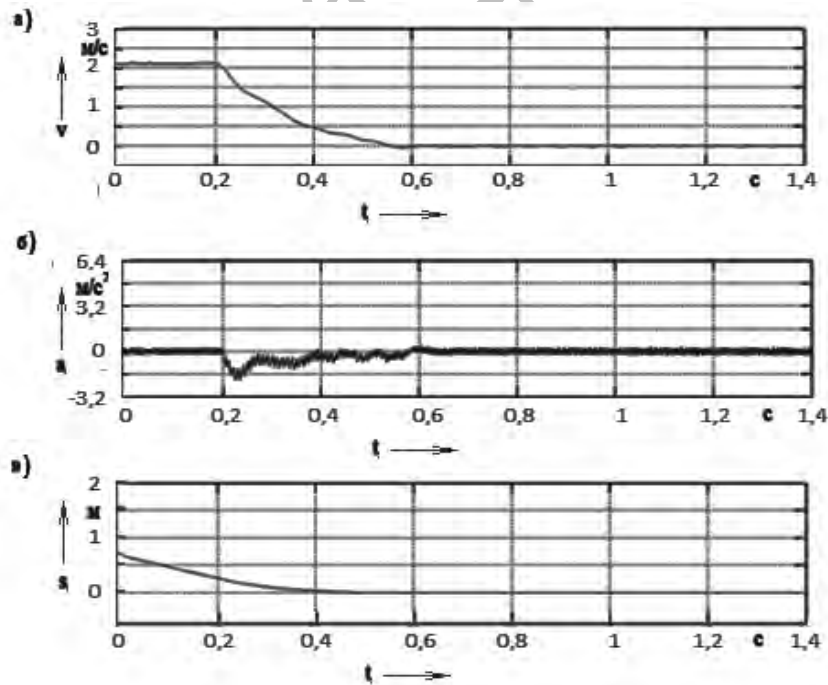


Рис. 5. Графики изменения скорости, ускорения и пути при допустимом ускорении 2 м/с^2 и тормозном пути $0,25 \text{ м}$, точность останова $0,03 \text{ м}$: а – скорость при торможении; б – ускорение при торможении; в – путь, проходимый при торможении

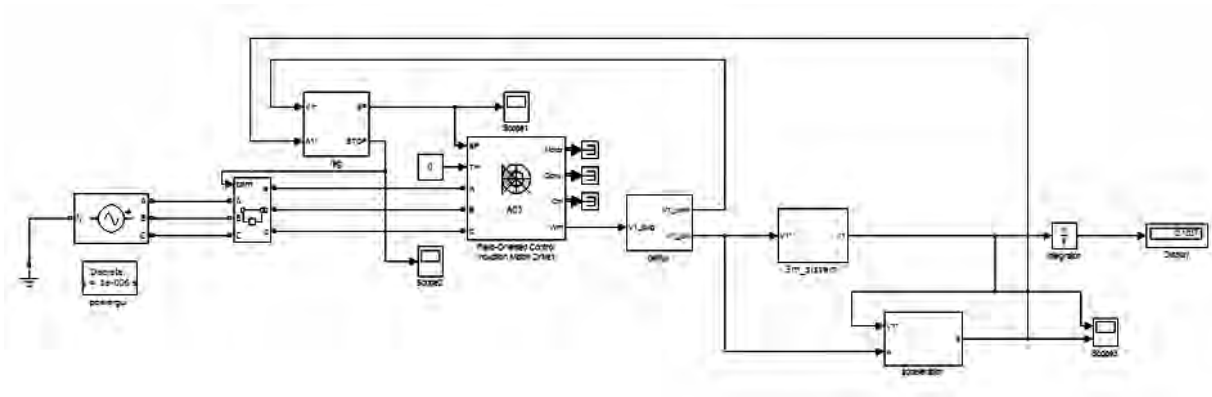


Рис. 6. Модель электропривода с учётом упругости в механической подсистеме лифта

В данном случае упругости в механической подсистеме привода лифта моделируются блоком 3m_system, пред-

ставленным на рис. 7 [4]. Параметры механической подсистемы приведены в табл. 2.

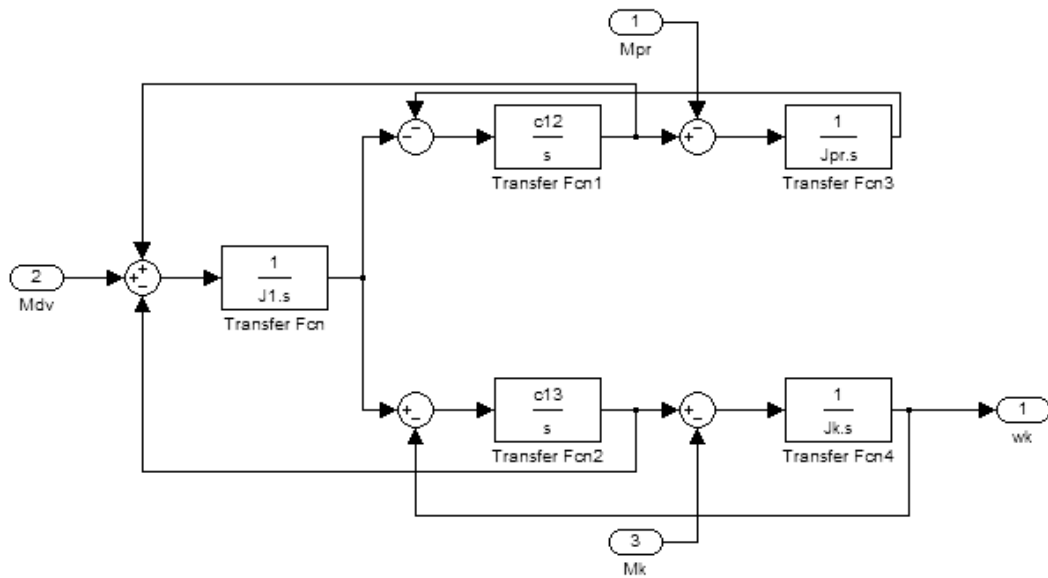


Рис. 7. Модель трёхмассовой системы лифта

Табл. 2. Параметры механической подсистемы

$J_{дв}$, кгм	0,131
$J_{пр}$, кгм	0,041
$J_{к}$, кгм	0,083
c_{12} , Н/м	840
c_{13} , Н/м	56
b_{12}	20,064
b_{13}	1,338

На рис. 8 отражены результаты моделирования работы блока в составе электропривода с учётом упругого характера механической подсистемы.

Упругость в механической подсистеме сказывается на регулируемом торможении кабины лифта, в частности, в процессе торможения возникают коле-

бания скорости кабины и пути, проходимого кабиной. Эти колебания ухудшают комфортные условия поездки в лифте и требуют поиска решений структуры системы автоматического управления регулируемого привода лифта с управляемым процессом торможения.

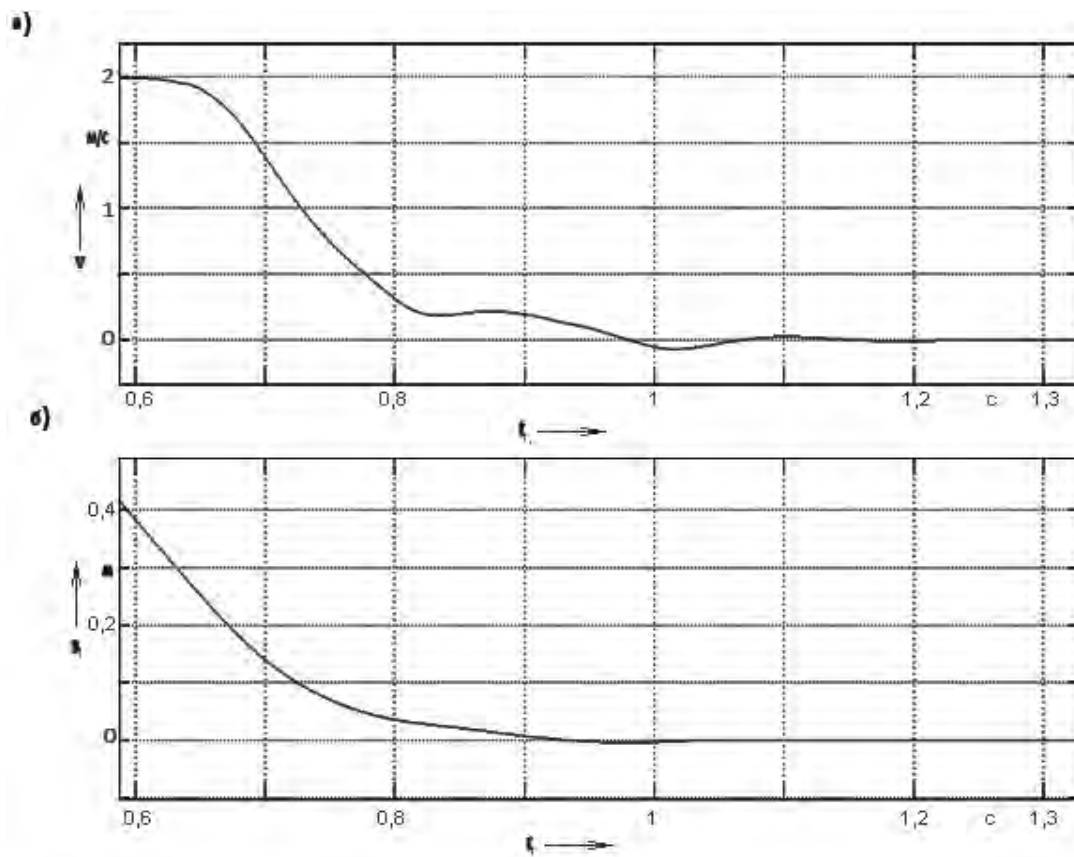


Рис. 8. Графики скорости и пути при допустимом ускорении $1,5 \text{ м/с}^2$: а – скорость при торможении кабины; б – путь, проходимый при торможении с начала торможения и до останова

Выводы

1. Выполнено моделирование алгоритма работы разрабатываемого устройства формирования скорости торможения кабины лифта в зависимости от пути торможения до этажа останова в составе регулируемого электропривода.

2. Использование предлагаемого устройства формирования скорости кабины лифта в составе регулируемого электропривода лифта для устранения колебаний скорости кабины и пути,

проходимого кабиной при торможении, требует поиска и разработки рациональной структуры системы автоматического управления (САУ) электропривода лифта.

3. Смоделированный блок является основой для разработки блока задания тахограммы перемещения в регулируемом электроприводе массовых лифтов (скорость перемещения до 2 м/с) с управлением по пути останова при торможении.

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. К вопросу совершенствования электропривода массовых лифтов / А. С. Коваль [и др.] // Вестн. Белорус.-Рос. ун-та. – 2011. – № 3. – С. 145–150.
4. **Ключев, В. И.** Теория электропривода : учебник для вузов / В. И. Ключев. – 2-е изд., перераб. и доп. – М. : Энергоатомиздат, 2001. – 704 с. : ил.

Статья сдана в редакцию 18 марта 2013 года

Александр Сергеевич Коваль, канд. техн. наук, доц., Белорусско-Российский университет. Тел.: 8-0222-31-06-26. E-mail: etf@bru.by.

Андрей Викторович Шваяков, инженер-конструктор, ОДО «СТРИМ». Тел.: 8-0222-29-99-68. E-mail: strim@strim-tech.com.

Евгений Викторович Ефименко, аспирант, Белорусско-Российский университет. Тел.: +375-293-85-04-52. E-mail: captain_puls@mail.ru.

Aleksandr Sergeyevich Koval, PhD (Engineering), Associate Prof., Belarusian-Russian University. Tel.: 8-0222-31-06-26. E-mail: etf@bru.by.

Andrey Viktorovich Shvayakov, design engineer, ODO «STRIM». Tel.: 8-0222-29-99-68. E-mail: strim@strim-tech.com.

Yevgeny Viktorovich Yefimenka, PhD student, Belarusian-Russian University. Tel.: +375-293-85-04-52. E-mail: captain_puls@mail.ru.