



Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ, НАВІГАЦІЇ ТА ЗВ'ЯЗКУ

3(43) '2017

Заснований
у 2007 році

Наукове періодичне видання,
в якому відображені результати
наукових досліджень з розробки та
удосконалення систем управління,
навігації та зв'язку у різних
проблемних галузях.

Засновник:

Полтавський національний технічний
університет імені Юрія Кондратюка

Адреса редакційної колегії:

Україна, 36011, м. Полтава,
Першотравневий проспект, 24

Телефон: +38 (066) 706-18-30
(консультації, прийом статей).

E-mail:

kozelnikova@ukr.net

Інформаційний сайт:

<http://www.pntu.edu.ua>

Реферативна інформація

зберігається: у загальнодержавній
реферативній базі даних
„Україніка наукова” та публікується
у відповідних тематичних серіях
УРЖ „Джерело”.

РЕДАКЦІЙНА КОЛЕГІЯ:

Голова:

КОЗЕЛКОВ Сергій Вікторович (д-р техн. наук, проф., Україна)

Заступники голови:

ШЕФЕР Олександр Віталійович (канд. техн. наук, доц., Україна)

ШУЛЬГА Олександр Васильович (д-р техн. наук, доц., Україна)

Члени:

БЛАУНШТЕЙН Натан Олександрович (д-р техн. наук, проф., Ізраїль)

ВЕСОЛОВСЬКИЙ Кшиштоф (д-р техн. наук, проф., Польща)

ІЛЬІН Олег Юрійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

КОРОБКО Богдан Олегович (канд. техн. наук, доц., Україна)

КОШОВИЙ Микола Дмитрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

КРАСНОБАЄВ Віктор Анатолійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

КУЧУК Георгій Анатолійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ЛАДАНЮК Анатолій Петрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ЛУНТОВСЬКИЙ Андрій Олегович (д-р техн. наук, проф., Німеччина)

МАШКОВ Віктор Альбертович (д-р техн. наук, проф. Чехія)

МАШКОВ Олег Альбертович (д-р техн. наук, проф., Україна)

МОРГУН Олександр Андрійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ПОПОВ Валентин Іванович (д-р фіз.мат. наук, проф., Латвія)

СТАНКУНАС Джонас (д-р техн. наук, проф., Литва)

СТАСЄВ Юрій Володимирович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ФРОЛОВ Євгеній Андрійович ((д-р техн. наук, проф., Україна)

ХОРОШКО Володимир Олексійович (д-р техн. наук, проф., Україна)

ЧОРНИЙ Олексій Петрович (д-р техн. наук, проф., Україна)

Відповідальний секретар:

КОЗЕЛКОВА Катерина Сергіївна (д-р техн. наук, проф., Україна)

За достовірність викладених фактів, цитат та інших відомостей відповідальність несе автор

Журнал індексується наукометричною базою Google Scholar

Затверджений до друку науково-технічною радою Полтавського національного технічного університету
імені Юрія Кондратюка (протокол № 7 від 17 травня 2017 року)

Занесений до „Переліку наукових фахових видань України, в яких можуть публікуватися результати
дисертаційних робіт на здобуття наукових ступенів доктора і кандидата наук”, затвердженого наказом
Міністерства освіти і науки, молоді та спорту України від 25.01.2013 р., № 54

Свідоцтво про державну реєстрацію КВ № 19512-93/2ПП від 16.11.2012 р.

З М І С Т

<i>Шульга О.В., Бориц В.В. Штрихи біографії Юрія Кондратюка до 120-річного ювілею</i>	4
НАВІГАЦІЯ	
<i>Дорогобід В.П., Козелков С.В., Бороздін М.К. Підвищення точності місцеположення рухомих об'єктів за рахунок використання системи координатно-часового та навігаційного забезпечення України</i>	7
ПИТАННЯ УПРАВЛІННЯ В СКЛАДНИХ СИСТЕМАХ	
<i>Бориц В.В., Бориц О.Б., Шульга О.В. Автоматизоване керування процесом знезараження води</i>	11
<i>Галай В.М. Дослідження та моделювання системи управління електроприводом пасажирського ліфта із покращеними динамічними характеристиками</i>	14
<i>Здановський В.Г., Коваленко В.В., Глива В.А. Критеріальний підхід до оцінювання електромагнітного навантаження на виробничі середовища</i>	18
<i>Кислиця С.Г., Кожушко Г.М. Світлодіодні світильники: особливості та основні світлотехнічні вимоги</i>	21
<i>Мітус А.М. Підвищення точності формування задавальних впливів для систем позиціонування</i>	24
<i>Свид І.В., Штих І.А. Синтез виявлювача послідовностей сигналів запиту несинхронної мережі систем ідентифікації ..</i>	28
<i>Тамахін Г.В., Дзівіцький В.Д. Оптимізація передачі електричної енергії від джерел до нелінійного навантаження</i>	31
<i>Худов В.Г., Хиженяк І.А., Петров О.А. Ройовий метод сегментування зображень, що отримані з бортових систем оптико-електронного спостереження</i>	34
<i>Шуляк М.Л., Лебедев А.Т., Артьомов М.П., Мальцев В.П. Експериментальне дослідження алгоритму керування режимами роботи транспортного агрегату</i>	38
МАТЕМАТИЧНІ МОДЕЛІ ТА МЕТОДИ	
<i>Корж Ю.Н., Тыртышников А.И., Маврина М.А., Курчанов В.Н. Особенности прогнозирования нестационарных случайных процессов с известным трендом</i>	43
<i>Лецинский В.А., Лецинская И.А. Анализ структуры понятий методом сравнения</i>	48
<i>Ребров О.Ю. Аналіз розподілу сільськогосподарських угідь України за питомим опором ґрунту при оранці</i>	51
КІБЕРНЕТИЧНА БЕЗПЕКА	
<i>Берковський В.В., Безсонов О.С. Аналіз та класифікація методів виявлення вторгнень в інформаційну систему</i>	57
<i>Резанов Б.М., Бульба С.С., Шокотько Д.В. Фактори аутентифікації системи контролю та управління доступом ...</i>	63
<i>Стрельницький О.О. Протиріччя та проблема захисту інформації в мережі систем спостереження повітряного простору</i>	66
ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ	
<i>Веселовський М.В. Побудова смарт-систем за допомогою Raspberry Pi</i>	69
<i>Єрмілов Н.В., Остапенко О.С. Сучасні інформаційні технології у створенні віртуального освітнього середовища віддаленого доступу при інженерній підготовці фахівців електротехнічного напрямку</i>	73
<i>Жебка В.В., Шевченко С.М., Онищенко В.В. Основні аспекти математичного моделювання процесу управління телекомунікаційною мережею</i>	77
<i>Кучук Н.Г., Нечаусов С.М. Математична модель процесу оперативного перерозподілу обчислювальних ресурсів в гіперконвергентному середовищі</i>	80
<i>Левченко Д.Д. Аналіз факторів, що впливають на продуктивність кластеру нереляційної бази даних Cassandra</i>	84
<i>Лисенко Д.Е. Модель задачі прийняття рішень щодо вибору бізнес-процесів логістичного циклу організаційно-технічної системи</i>	88
<i>Мартінкус І.О., Ткачук М.В., Гамзасєв Р.О. Конструювання лінійок програмних продуктів із застосуванням доменного моделювання та метрик повторного використання коду</i>	93
<i>Минухин С.В. Информационная технология обработки заданий в двухуровневой распределенной системе с использованием СУБД PostgreSQL</i>	98
<i>Москаленко А.О., Сокол Г.В., Глуховець Ю.В., Варич В.В. Комплекс інтерактивних тривимірних моделей фізичних процесів та явищ засобами Blender</i>	104
<i>Обод А.І. Синтез та аналіз інформаційної структури обробки даних систем спостереження повітряного простору ..</i>	108
<i>Prischepa A. V. Modern data transmission system</i>	111
<i>Сілін С.О., Шостак І.В. Підхід до створення віртуальної мережі між IoT-пристроями, що поєднані трансляцією мережевих адресів</i>	114
<i>Ткачов В.М. Метод передачі даних в комп'ютерній мережі проміжного зберігання даних складної інформаційної системи</i>	117
<i>Чаузов О.М., Конопов В.Б., Лукова-Чуйко Н.В. Методика прогнозування часу обробки запиту систем швидкого реагування</i>	120
<i>Яцина Д.Ю. Нейронні мережі для розробки системи конвертації голосу</i>	124
ЗВ'ЯЗОК	
<i>Гонтар М.М., Сільвестров А.М., Нелюба Д.М. Аналіз методу найменших квадратів при зашумленості сигналів ...</i>	129
<i>Слюсарь І.І., Слюсар В.І., Смоляр В.Г., Волошко С.В. Мультистандартна система транкінгового зв'язку на основі перспективних технологій</i>	133
<i>Шефер О.В. Використання каналів втрати енергії електронів плазмової оболонки для мінімізації спотворень та затухань сигналів зв'язку із космічним апаратом</i>	139
<i>Шиницький А.В., Гриценко К.М., Чумак В.К., Завада А.А. Методика управління параметрами багатоантенних систем з шумоподібними сигналами</i>	143
АЛФАВІТНИЙ ПОКАЖЧИК	146

УДК 621.3

В.М. Галай

Полтавський національний технічний університет імені Юрія Кондратюка, Полтава

ДОСЛІДЖЕННЯ ТА МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ УПРАВЛІННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДОМ ПАСАЖИРСЬКОГО ЛІФТА ІЗ ПОКРАЩЕНИМИ ДИНАМІЧНИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

Розглянуто моделювання електроприводу пасажирського ліфта з характеристиками використання перетворювача частоти та S-подібного профілю плавного пуску та гальмування асинхронного двигуна.

Ключові слова: система управління, модернізація електроприводу, перетворювач частоти, плавний пуск, плавне гальмування, S-профіль.

Вступ

У зв'язку з дедалі більшим розвитком і ускладненням технологічних процесів, з одного боку, і з доступністю сучасної перетворювальної техніки – з іншого, існує необхідність у розробці нових і вдосконаленні вже наявних методів і алгоритмів управління промисловими механізмами з метою економії електроенергії та збільшення терміну їх служби.

Механізми, що піддаються частим включенням і відключенням, найбільш схильні до зносу металевих конструкцій саме під час пуску та гальмування. В технологічних процесах, де найбільш важлива плавність розгону і гальмування (пасажирські ліфти), лінійні профілі не забезпечують бажаного комфорту і не дозволяють оптимізувати використання ресурсів механічних конструкцій. Для мінімізації таких небажаних впливів на конструкції механізмів описаних вище типів, ставиться завдання модернізації, що забезпечить найбільш плавні, в порівнянні з прямим включенням або лінійним профілем, розгін і гальмування виконавчих органів електроприводу ліфту.

Основна частина

Використання в електромеханічній системі ліфта практично безінерційного ТП дозволяє найбільш точно відрегулювати необхідний закон руху перехідного процесу в часі. Заміна обертових механізмів статичним перетворювачем зменшує шум, спрощує і зменшує витрати на ремонт і обслуговування. До переваг системи ТП-Д слід віднести також і великий коефіцієнт підсилення, тобто малий сигнал управління. У зв'язку з цим, упровадження новітніх енергозберігаючих технологій при модернізації ліфтового обладнання стає вкрай актуальним завданням. Систематичний аналіз інформації будівельних, монтажних і проектних організацій дозволяє зробити висновок, що в якості базисної програми з енергозбереження на ліфтах, необхідно розглядати впровадження частотно-регульованих електропри-

водів. Застосування частотно-регульованого електроприводу підйомного пристрою (лебідки) ліфта значно підвищує комфортність під час руху кабіни, забезпечує безшумність і високу точність зупинки, збільшує довговічність механічного обладнання, а також дозволяє знизити витрату електроенергії на 40-60% за рахунок отримання плавних перехідних процесів, а також знижує експлуатаційні витрати на капітальний ремонт обладнання, за рахунок значного зниження динамічних навантажень в елементах кінематичних ланцюгів.

Зниження споживання електроенергії досягається завдяки значному (в 5-6 разів) зменшенню обертових махових мас лебідки, що виключає непродуктивні втрати в перехідних пуско-гальмівних режимах: плавні перехідні процеси дозволяють знизити динамічні навантаження в елементах кінематичних ланцюгів приводу ліфта, що призводить до збільшення терміну служби редуктора головного приводу, канатоведучого шківів, гальмівних колодок, електродвигуна, тягових канатів, елементів підвіски проти ваги.

Основна особливість при регулюванні АД полягає в тому, що необхідно змінювати напругу U на статорі, як в функції моменту статичних M_c опорів, так і відповідно до зміни частоти. Отже, при скалярному методі управління залежність напруги живлення від частоти визначається характером навантаження на валу електричного двигуна. При цьому для постійного моменту навантаження завжди підтримується відношення $U/f = \text{const}$, і, по суті, забезпечується сталість максимального моменту двигуна.

Застосування перетворювача частоти (ПЧ), що підключається до високошвидкісної обмотки двигуна, забезпечує переміщення кабіни ліфта з підвищеною (робочою) і зниженою (дотягування) швидкостями, а також зі швидкістю ревізії. Рух здійснюється з плавними пусками і гальмуваннями при обмежених поштовхах та прискореннях і високому рівні комфорту проїзду в кабіні ліфта [2].

Для забезпечення плавності руху механізмів електроприводу ліфта та комфортності пасажиріву якості форми розгону доцільно використовувати S-подібний профіль (рис. 1, 2).

Застосування S-подібних кривих дозволяє вибрати механічні проміжки, усунути удари і обмежити розбіжність швидкості із завданням під час швидких перехідних процесів у разі великого моменту інерції. За S-подібними профілями відбувається поступова зміна вихідної частоти у відповідності з її необхідним рівнем і швидкістю зміни. S-подібні профілі розгону та гальмування складаються з двох ділянок із рівноприскореним характером, а між ними — ділянка з прямолінійним характером. Перша ділянка будується у відповідності з параболічним

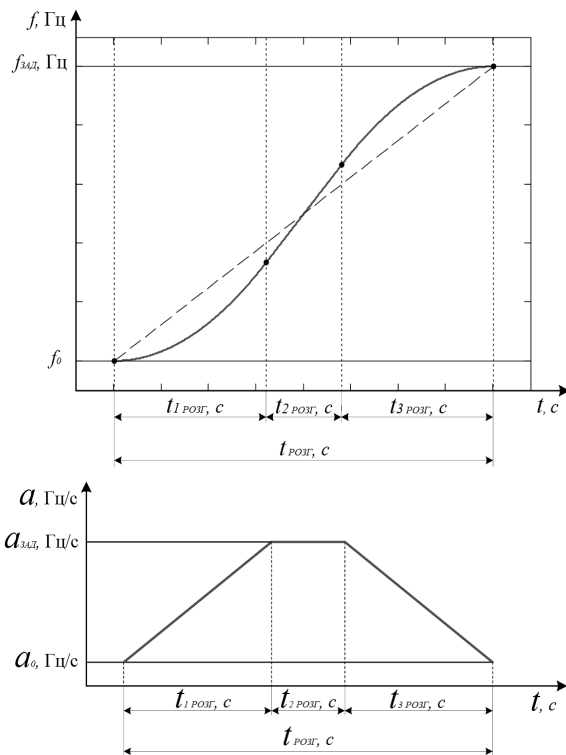


Рис. 1. Загальний вигляд профілю частоти (знизу) розгону; частоти обертання валу двигуна (Гц):

Блок формування частоти забезпечує необхідну частоту обертання вала ротора АД за S-подібними профілями: профіль розгону — з 0 до 50 Гц за 2 с та профіль гальмування — з 50 до 5 Гц (уповільнення) за 2 с, з 5 Гц до 0 за 1,5 с (рис. 4).

АД з короткозамкненим ротором потужністю 7,5 кВт був обраний на основі проведених розрахунків, виходячи з передбачуваного навантаження (маси кабіни ліфта з пасажирями). Перетворювач частоти, в залежності від сигналу управління формує необхідну частоту і амплітуду напруги живлення. В процесі проведення імітаційного моделювання були отримані криві перехідних процесів, що протікають в АД (рис. 6). Достатня плавність кривої електромагніт-

законом, ділянки прямолінійного характеру — у відповідності з лінійним законом (рис. 1, де $f_{\text{зад}}$ — необхідна, f_0 — початкова; прискорення обертання валу двигуна (Гц/с): $a_{\text{зад}}$ — необхідне, a_0 — початкове; тривалість розгону (с): $t_{\text{розг}}$ — загальна, $t_{1\text{розг}}$ — першої ділянки, $t_{2\text{розг}}$ — лінійної ділянки, $t_{3\text{розг}}$ — третьої ділянки; рис. 2, де $t_{\text{гальм}}$ — загальна, $t_{1\text{гальм}}$ — першої ділянки, $t_{2\text{гальм}}$ — лінійної ділянки, $t_{3\text{гальм}}$ — третьої ділянки).

На етапі дослідження плавного пуску та гальмування було проведено імітаційне моделювання роботи електроприводу пасажирського ліфту, згідно з [3].

Модель ЕП складається з наступних блоків: АД з короткозамкненим ротором, інвертора, системи управління та формування частоти за S-подібним профілем (рис. 3).

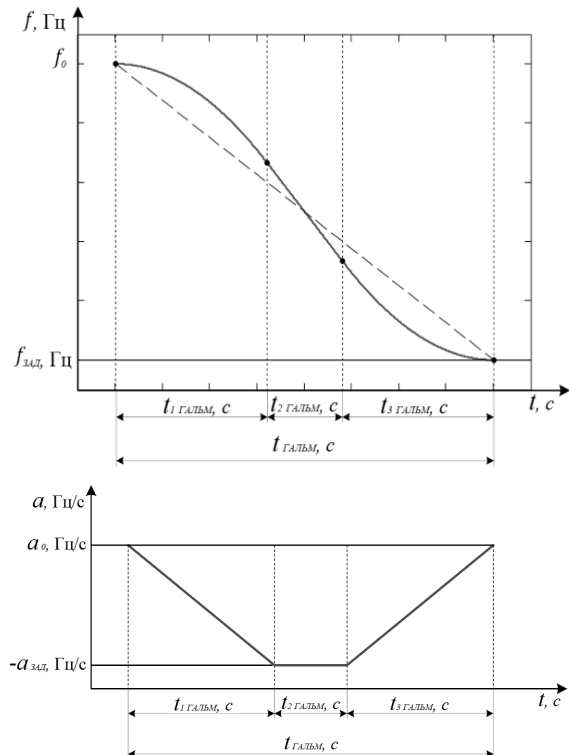


Рис. 2. Загальний вигляд профілю частоти (знизу) гальмування; тривалість гальмування (с):

ного моменту АД свідчить про плавність процесів електродвигуна. Для порівняння на рис. 7 зображено криві перехідних процесів АД без використання ПЧ.

Представлені методи забезпечення плавного пуску та гальмування асинхронного двигуна були використані при роботі з ПЧ ATV58HD12N4 виробництва Schneider Electric пасажирського ліфта. При роботі у складі програмного забезпечення ПЧ у процесах плавного пуску та гальмування відбулося покращення характеристик процесів асинхронного електроприводу пасажирського ліфту. Перехідний процес за частотою обертання вала ротора АД, як при пуску, так і при гальмуванні, має S-подібну форму, подібну з формою заданої частоти, вказаний на рис. 5.

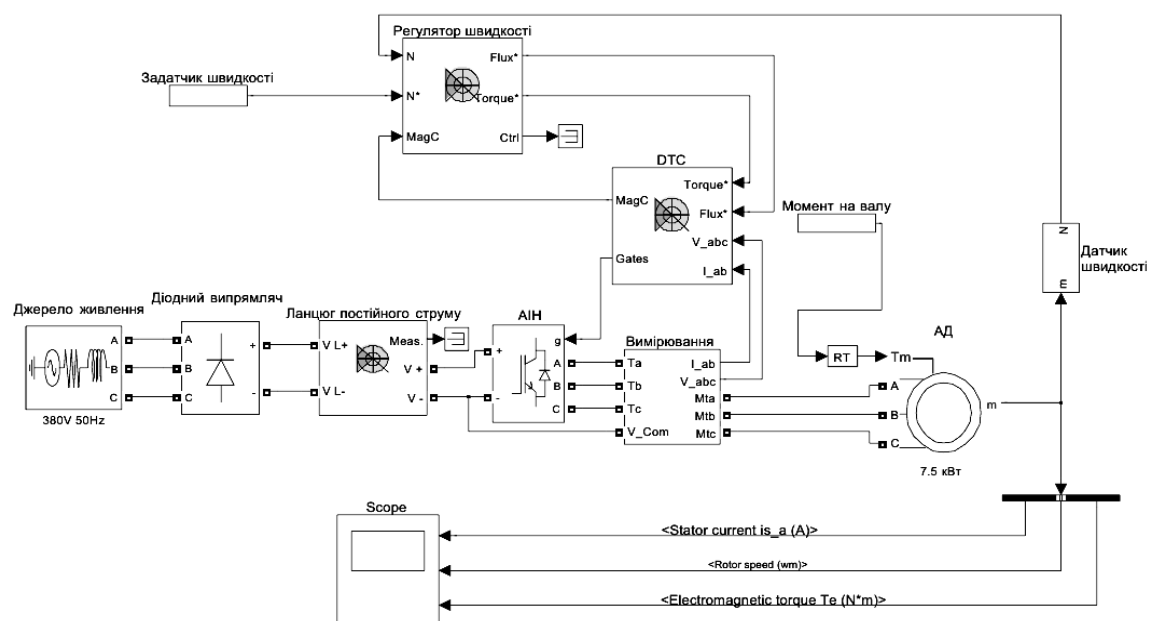


Рис. 3. Модель електропривода пасажирського ліфта в середовищі MatlabSimulink

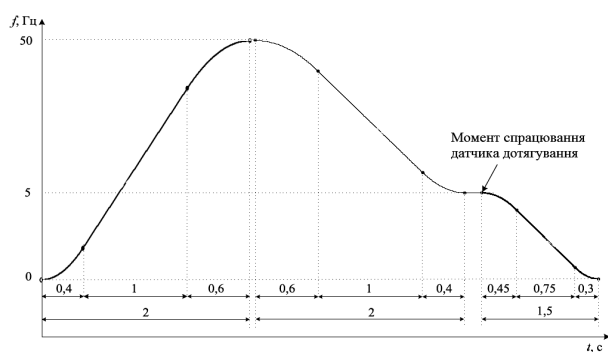


Рис. 4. Профіль частоти пуску та гальмування приводу ліфта за S-подібним профілем

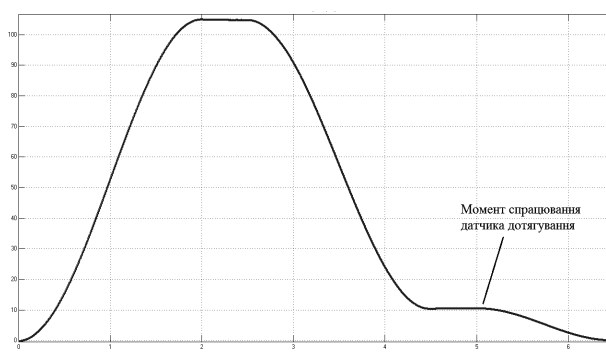


Рис. 5. Частота обертання вала ротора АД при пуску та гальмуванні (результат моделювання)

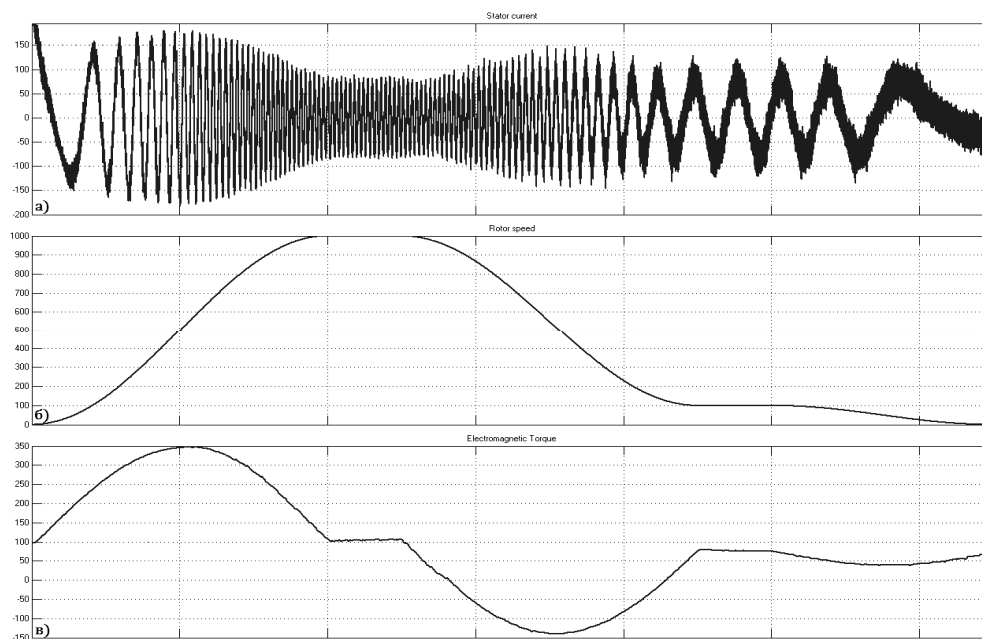


Рис. 6. Криві перехідних характеристик АД із використанням ПЧ: а – струм фази А, А; б – частота обертання вала ротора, об/хв; в – електромагнітний момент, Н·м

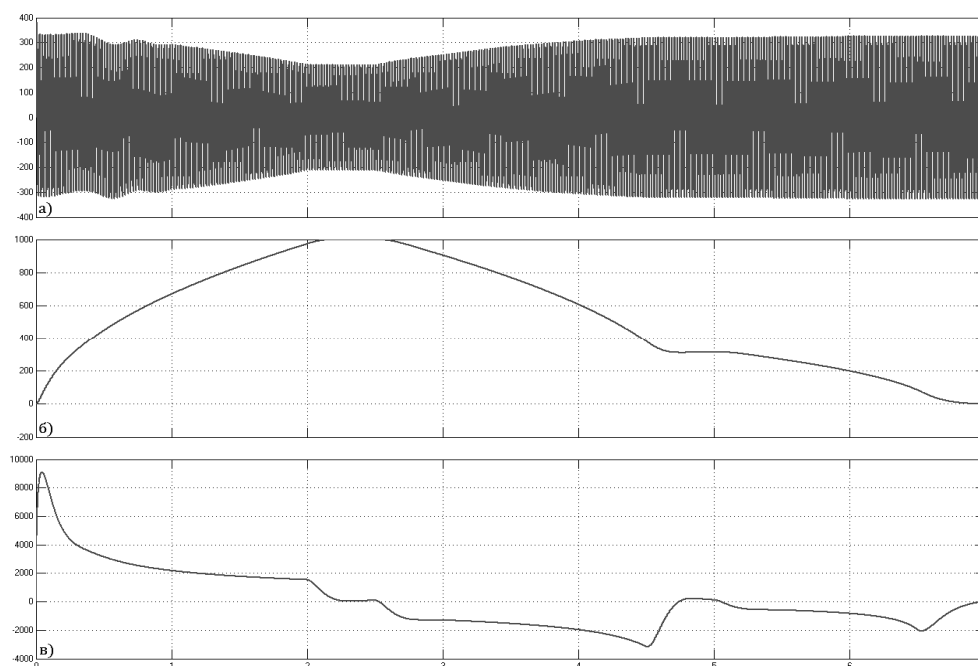


Рис. 7. Криві перехідних характеристик АД без використання ПЧ:
а – струм фази А, А; б – частота обертання вала ротора, об/хв;
в – електромагнітний момент, Н·м

Висновки

У ході проведених досліджень були отримані результати, що підтверджують покращення плавності ходу електроприводу ліфту, а, тим самим, і кабінни з пасажирами. У кривій частоти обертання вала АД (рис. 5) відсутні пульсації, зломи та розриви.

Загальний характер частоти обертання вала АД має S-подібну форму, що свідчить про покращення динамічних показників роботи електроприводу ліфту, до якого входить перетворювач частоти ATV58HD12N4 фірми Schneider Electric для живлення асинхронних двигунів потужністю 7,5 кВт.

Список літератури

1. Симаков Г.М. Процессы пуска и торможения асинхронного электропривода с частотным управлением

при вентиляторной нагрузке / Г.М. Симаков, М.А. Марченко // Научные проблемы транспорта Сибири и Дальнего Востока. – 2010. – №2. – С. 383-387.

2. Руководство пользователя «Altivar 58 Lift Telemechanique» Shneider Electric, 2004 г. [Электронный ресурс]. – Реим доцмyna: <http://www.schneider-electric.com/en/product-range-presentation/694-altivar-58>.

3. Краснов И.Ю. Обеспечение плавного разгона и торможения промышленных механизмов / И.Ю. Краснов, Н.В. Гусев, С.В. Ланграф / Известия Томского политехнического университета. – 2011. – Т.319. №4. – С. 122-127.

Надійшла до редакції 6.03.2017

Рецензент: д-р техн. наук, проф. С.В. Козелков, Державний університет телекомунікацій, Київ.

ИССЛЕДОВАНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭЛЕКТРОПРИВОДОМ ПАССАЖИРСКОГО ЛИФТА С УЛУЧШЕННЫМИ ДИНАМИЧЕСКИМИ ХАРАКТЕРИСТИКАМИ

В.Н. Галай

В статье рассмотрены моделирования электропривода пассажирского лифта с характеристиками использования преобразователя частоты и S-образного профиля плавного пуска и торможения асинхронного двигателя.

Ключевые слова: система управления, модернизация электропривода, преобразователь частоты, плавный пуск, плавное торможение, S-профиль.

RESEARCH DESIGN AND MANAGEMENT OF ELECTRIC PASSENGER ELEVATORS WITH IMPROVED DYNAMIC CHARACTERISTICS

V.M. Galai

The article deals with the simulation of electric passenger elevator with the characteristics of the use of the frequency converter and the S-shaped profile of smooth start and braking of the induction motor.

Keywords: control system, modernization of the electric drive, frequency converter, soft-start, soft braking, S-profile.