

РАЗРАБОТКА СТРУКТУРЫ И АЛГОРИТМА УПРАВЛЕНИЯ ПРИВОДОМ ЭСКАЛАТОРА С НАБЛЮДАТЕЛЕМ ОСНОВНЫХ КООРДИНАТ

В статье показана актуальность перехода к экономичным регулируемым электроприводам для поэтажных эскалаторов, создана математическая модель системы автоматического управления для привода, обоснована и создана математическая модель адаптивного наблюдателя для привода эскалатора.

The paper demonstrates the necessity to introduce efficient adjustable electric drives for inter-floor moving ramps; a mathematical model has been created for an automatic drive control system and a mathematical model of the adaptive observer for the ramp drive has been justified and created.

Во всех развитых странах поэтажные эскалаторы являются основным средством перемещения значительных пассажиропотоков. Сегодня в мире работают 290 тыс. эскалаторов, и эта цифра ежегодно увеличивается на 7-12 %. Например, только на Ладожском вокзале Санкт-Петербурга таких эскалаторов восемь, а потребляемая мощность трех поэтажных эскалаторов свыше 100 кВт, в торговых центрах Санкт-Петербурга счет идет на десятки эскалаторов. При этом вне зависимости от пассажиропотока и времени суток все эскалаторы работают со средней скоростью 0,65-0,75 м/с*.

С учетом установленной мощности эскалаторов весьма актуальна задача снижения энергозатрат при их эксплуатации. Эффективное решение этой задачи возможно при учете неравномерности пассажиропотока.

Реализация регулируемого электропривода эскалатора на сегодняшний день возможна за счет перехода к приводам с автоматическим выбором режима работы в соответствии с изменяющимися условиями

пассажиропотока, времени суток и иными факторами**.

Рассмотрим в качестве примера эскалатор Ладожского вокзала для доставки пассажиров к станции метро «Ладожская». Эскалатор постоянно работает на подъем (рис.1). Пассажиропоток, проходящий через этот эскалатор, существенно различается по времени и определяется расписанием прибытия поездов. Хронометраж работы эскалатора показывает, что он работает вхолостую по 15-20 мин в течение часа.

По экспертной оценке представителей компании ЗАО «Эс-сервис», при использовании эскалатора с регулируемым приводом

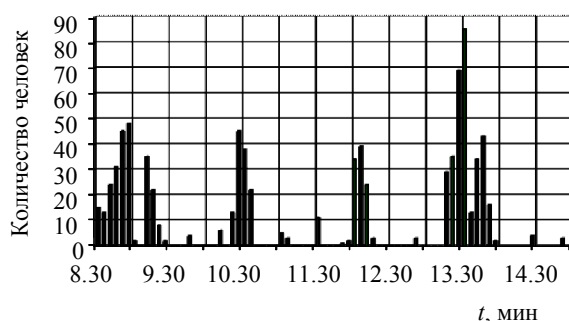


Рис.1. Пассажиропоток на эскалаторе Ладожского вокзала

** Там же.

* Линник В.Б. Бесконтактный регулируемый электропривод подъемно-транспортных машин непрерывного действия: Автореф. дис. ... канд. техн. наук / Санкт-Петербургский горный ин-т. СПб, 2001.

в данных условиях экономия электроэнергии составляет от 200 до 360 кВт·ч в сутки (для одного эскалатора).

Функциональная схема эскалатора с регулируемым приводом, обеспечивающим автоматический выбор режима работы, представлена на рис.2.

Система автоматического управления (САУ), используя информацию с датчика пассажиропотока, посылает сигнал управления инвертору, который регулирует скорость вращения двигателя. Обратная связь реализована посредством наблюдателя основных координат, где оценка скорости вращения и потока формируется на основании информации о фазных токах статора двигателя и фазных напряжениях на выходе автономного инвертора. Датчики пассажиропотока следует разместить на балюстраде эскалатора, сверху и внизу.

В качестве системы управления была выбрана SVPWM (рис.3) (Space vector modulation PWM – пространственно-векторная широтно-импульсная модуляция (ШИМ), так как благодаря плавному вращению заданного вектора напряжения пульсации момента меньше, чем в системе управления с DTC (Direct torque control)*. Соответственно, и пуск привода эскалатора и его работа становятся стабильнее, что особенно важно при транспортировке пассажиров.

В настоящее время широкое распространение получил классический наблюдатель основных координат электропривода, где вычисление всех выходных параметров происходит за счет подводимых к двигателю токов и напряжений и заранее заложенных внутренних параметров самого привода (рис.3). Однако погрешности вычисления значительны и обусловлены режимом работы и тепловым состоянием двигателя. При этом в режиме прямого пуска активное сопротивление ротора может изменяться более чем в 1,5 раза, а индуктивность на 30-40 %, активное сопротивление обмотки статора на 20-30 %. Из этого следует, что текущие зна-

* Козярук А.Е. Современное и перспективное алгоритмическое обеспечение частотно-регулируемых электроприводов / А.Е.Козярук, В.В.Рудаков. СПбЭК. СПб, 2004.



Рис.2. Функциональная схема эскалатора с регулируемым приводом

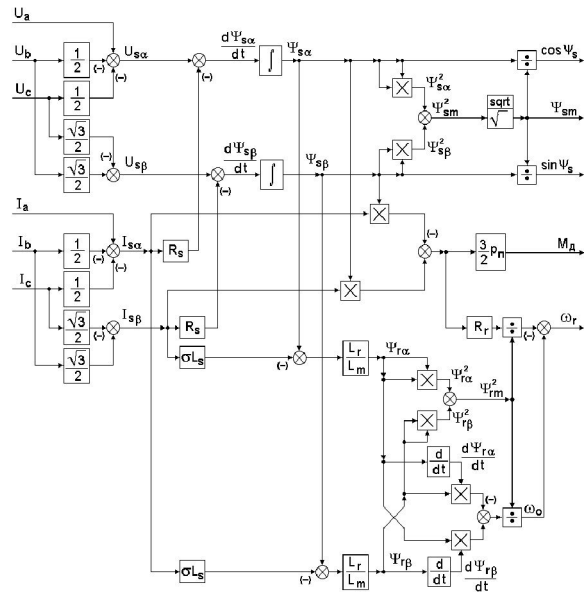


Рис.3. Структурная схема вычислителя потока, момента и частоты вращения ротора двигателя в бездатчиковых системах

чения параметров электродвигателей необходимо определять непосредственно в процессе работы электропривода.

Это возможно при проведении динамической идентификации, заключающейся в определении в реальном времени текущих значений электромагнитных параметров и

переменных величин электродвигателя, характеризующих его состояние на основе математической модели и сравнении рассчитанных параметров с реальными токами и напряжениями, подводимыми к электродвигателю с последующим пересчетом их при получении сигнала рассогласования. На эс-

калаторном транспорте чрезвычайно важна скорость движения лестничного полотна. Именно поэтому для системы управления эскалатором применялся вычислитель, построенный на принципах динамической идентификации. В среднем его ошибка не превысила 0,5 %.

Научный руководитель д.т.н. проф. *А.Е.Козярук*