

## МОДЕЛЬ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ПАССАЖИРСКИМ ЛИФТОМ

Косьяненко Л. Ф., студент

(ГВУЗ «Донецкий национальный технический университет», г. Донецк Украина)

### Обзор объекта.

Сегодня уже трудно представить себе украинский город без работающего вертикального транспорта. Для огромного количества людей нормальная работа лифтового хозяйства является синонимом нормальной жизни. Качественная работа лифтов и подъемных механизмов и их надежность остается одним из ключевых аспектов в деле обеспечения безопасности жилых и общественных зданий, поэтому необходимо непрерывное развитие и модернизация лифтовых систем управления.

В качестве объекта исследования был взят лифт многоэтажного здания. Основными частями лифта являются: лебедка, кабина, противовес, направляющие для кабины и противовеса, двери шахты, ограничитель скорости, тяговые канаты и канат ограничителя скорости, узлы и детали приямка, электрооборудование и электропроводка.

Кинематическая схема лифта представлена на рис. 1.1. Лифт имеет полиспастную подвеску с кратностью полиспаста 2, при которой тяговые канаты 1, сходящие с канатоведущего шкива 2, огибают полиспастный блок 3 на кабине 4 и противовесе 5 и крепятся к верхнему перекрытию шахты в машинном помещении.

Перемещение кабины и противовеса по направляющим осуществляется лебедкой 6, установленной в машинном помещении, с помощью тяговых канатов 1. Там же размещены ограничители скорости, контроллер, вводное устройство. Лифт комплектуется специализированным контроллером.

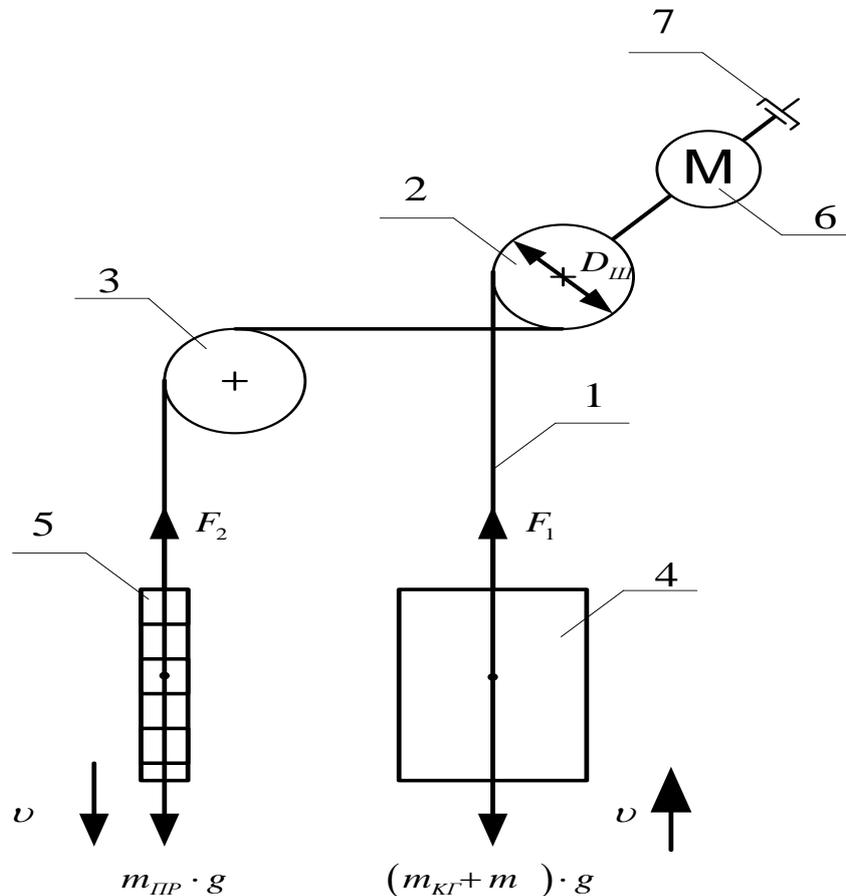


Рисунок 1 – Схема лифта

При нажатии кнопки вызывного аппарата в электроаппаратуру управления лифтом подается электрический импульс (вызов). Если кабина находится на остановке, с которой поступил вызов, открываются двери кабины и шахты на данной остановке. Если кабина в другом месте, подается команда на её движение. В обмотку электродвигателя лебёдки и катушки электромагнитных тормозов подаётся напряжение, тормоза отпускают, и ротор электродвигателя приходит в движение.

При подходе кабины к требуемой посадочной площадке система управления лифтом по сигналу датчиков точной остановки переключает электродвигатель лебёдки на работу с пониженной частотой вращения ротора. Скорость движения кабины снижается, подаётся команда на остановку, и в момент, когда порог кабины совмещается с уровнем порога двери шахты, кабина останавливается, вступает в действие тормоз, включается в работу привод дверей, и двери кабины и шахты открываются. На лифте с системой управления от контроллера происходит бесступенчатое регулирование частоты вращения ротора двигателя посредством системы частотного регулирования, что обеспечивает плавные остановки и пуск кабины.

При нажатии кнопки приказа на панели управления, расположенной в кабине, закрываются двери кабины и шахты, кабина отправляется на посадочную площадку, кнопка приказа которой нажата.

После прибытия на требуемую посадочную площадку и выхода пассажиров двери закрываются, кабина стоит до тех пор, пока не будет нажата кнопка любого вызывного аппарата.

Движение кабины возможно только при исправности всех блокировочных и предохранительных устройств. Срабатывание любого предохранительного устройства приводит к размыканию цепи управления и остановке кабины.

#### **Постановка задач исследования.**

Целью данной работы является улучшение динамических характеристик системы управления лифтом в переходных режимах работы .

Для достижения поставленной цели необходимо сформулировать основные задачи работы:

1. Разработать математическую модель системы управления лифтом на базе ПИД регулятора.
2. Синтезировать имитационную модель данной системы.
3. Исследовать динамические характеристики системы управления при помощи математической модели.

Измерение текущего значения скорости производится при помощи устройства контроля скорости УКС-01 . Обработка данных и выдача сигналов управления на двигатель будет производиться при помощи программируемого логического контроллера (ПЛК).

При помощи герконовых датчиков, находящихся на каждом этаже и поверхности кабины, будут контролироваться процессы разгона-торможения лифта.. Также будут установлены следующие измерительные датчики и приборы:

- прибор контроля открытия-закрытия дверей БАРЬЕР-1М ;
- датчик температуры;
- датчик момента;
- модуль логики для контроля загрузки кабины КПЛ 1.1.

Для устранения аварийной ситуации при превышении максимального уровня загрузки кабины на диспетчерскую панель, а с нее на лифтовой индикатор поступает сигнал о перегрузки.. При превышении безопасной скорости кабины поступает сигнал на ПЛК, а при его помощи осуществляется аварийная остановка лифта.

#### **Моделирование узла.**

Получение математической модели асинхронного двигателя, лежащего в основе работы лифта, является основой общей модели объекта. По известным паспортным данным двигателя серии 4 А мощности 5,5 кВт [1] произведем следующие необходимые расчеты:

Номинальный фазный ток статора

$$I_{1H} = \frac{P_{2H} \cdot 10^3}{3 \cdot U_{1H} \cdot \eta_H \cdot \cos \varphi_H} = \frac{5.5 \cdot 10^3}{3 \cdot 220 \cdot 0.855 \cdot 0.85} = 11.467 \text{ А.} \quad (1.1)$$

Базисное значение сопротивления

$$Z_{\text{баз}} = \frac{U_{1H}}{I_{1H}} = \frac{220}{11.467} = 19.186 \text{ Ом.} \quad (1.2)$$

Угловая частота тока

$$\omega_1 = 2 \cdot \pi \cdot f_1 = 2 \cdot 3.14 \cdot 50 = 314 \text{ с}^{-1}. \quad (1.3)$$

Реактивное сопротивление рассеяния статора в относительных единицах

$$X_{1*} = \frac{2 \cdot X_{1*}' \cdot X_{m*}}{X_{m*} + \sqrt{X_{m*}^2 + 4 \cdot X_{1*}' \cdot X_{m*}}} = \frac{2 \cdot 0.078 \cdot 2.8}{2.8 + \sqrt{2.8^2 + 4 \cdot 0.078 \cdot 2.8}} = 0.0759. \quad (1.4)$$

Коэффициент, связывающий параметры машины в Т и Г-образной схемах замещения

$$c_1 = \frac{X_{1*}'}{X_{1*}} = \frac{0.078}{0.0759} = 1.027. \quad (1.5)$$

Реактивное сопротивление рассеяния фазы статора

$$X_1 = \frac{X_{1*}' \cdot Z_{\text{баз}}}{c_1} = \frac{0.078 \cdot 19.186}{1.027} = 1.457 \text{ Ом.} \quad (1.6)$$

Активное сопротивление фазы статора

$$R_1 = R_S = \frac{R_{1*}' \cdot Z_{\text{баз}}}{c_1} = \frac{0.064 \cdot 19.186}{1.027} = 1.1955 \text{ Ом.} \quad (1.7)$$

Индуктивность рассеяния фазы статора

$$L_{1S} = \frac{X_1}{\omega_1} = \frac{1.457}{314} = 0.0046 \text{ Гн.} \quad (1.8)$$

Реактивное сопротивление рассеяния фазы ротора

$$X_2 = \frac{X_{2*}' \cdot Z_{\text{баз}}}{c_1^2} = \frac{0.13 \cdot 19.186}{1.027^2} = 2.365 \text{ Ом.} \quad (1.9)$$

Активное сопротивление фазы ротора

$$R_2 = R_R = \frac{R_{2*}' \cdot Z_{\text{баз}}}{c_1^2} = \frac{0.041 \cdot 19.186}{1.027^2} = 0.7456 \text{ Ом.} \quad (1.10)$$

Индуктивность рассеяния фазы ротора

$$L_{2S} = \frac{X_2}{\omega_1} = \frac{2.365}{314} = 0.0075 \text{ Гн.} \quad (1.11)$$

Реактивное сопротивление взаимоиנדукции

$$X_m = X_{m*} \cdot Z_{\text{баз}} = 2.8 \cdot 19.186 = 53.72 \text{ Ом.} \quad (1.12)$$

Индуктивность взаимной индукции

$$L_m = \frac{X_m}{1.5 \cdot \omega_1} = \frac{53.72}{1.5 \cdot 314} = 0.114 \text{ Гн.} \quad (1.13)$$

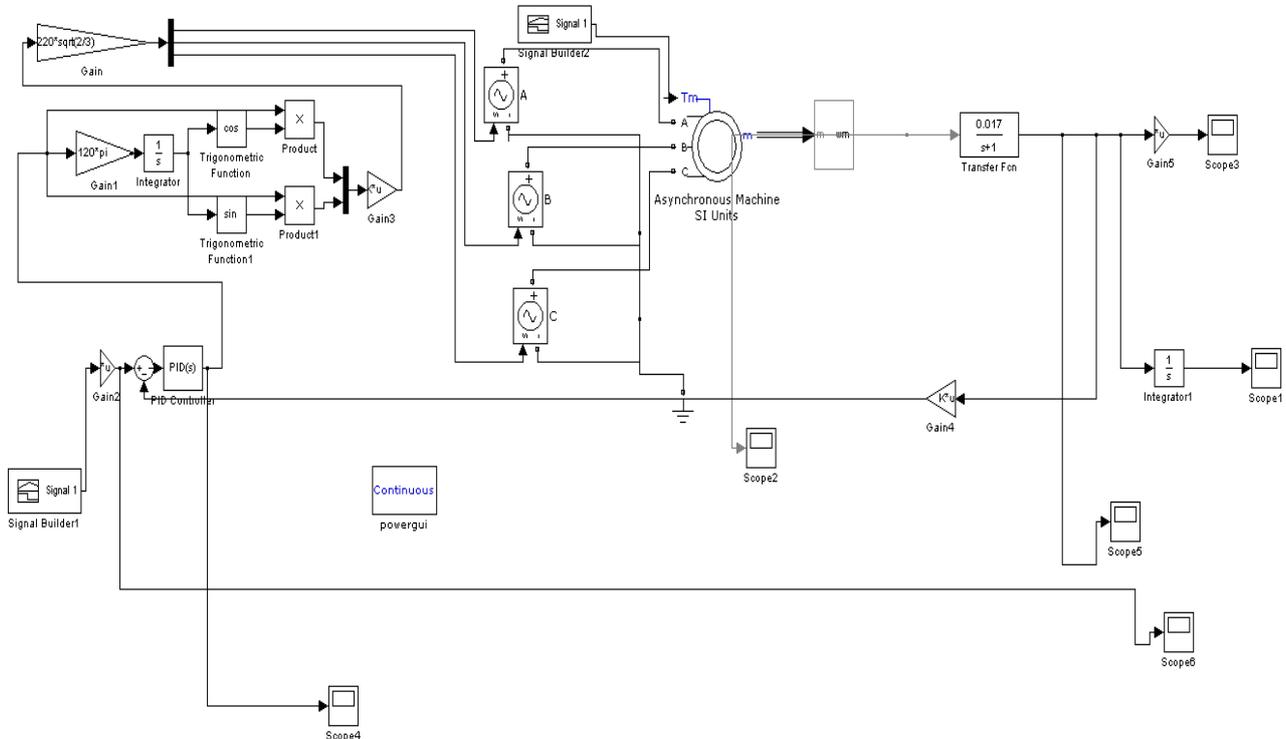


Рисунок 2 – Имитационная модель лифта с контролем по скорости

Для поддержания скорости на нужном уровне выберем ПИД регулятор-наиболее эффективный и распространенный вид регулятора, обеспечивающий достаточно высокую точность при управлении различными процессами. Известно, что данный регулятор следует выбирать для систем регулирования [2], с относительно малым уровнем шумов и величиной запаздывания в объекте управления.

Для синтеза регулятора применим метод Зиглера–Никольса.

1. Выставляем все коэффициенты ( $K_p$ ,  $K_i$ ,  $K_d$ ) в 0.
2. Начинаем постепенно увеличивать значение  $K_p$  и следим за реакцией системы. Нам нужно добиться, чтобы в системе начались устойчивые колебания (вызванные перерегулированием). Увеличиваем  $K_p$ , пока колебания системы не стабилизируются (перестанут затухать). Запоминаем текущее значение  $K_p$  (обозначим его  $K_u$ ) и замеряем период колебаний системы ( $T_u$ ). По результатам  $K_p=52$ ,  $T_u=0.9$ .

3. Теперь используем полученные значения  $K_u$  и  $T_u$  для расчета всех параметров ПИД регулятора по формулам:

$$K_p = 0.6 * K_u; K_p = 31,2$$

$$K_i = 2 * K_p / T_u; K_i = 69,3$$

$$K_d = K_p * T_u / 8; K_d = 3,51$$

Данные настройки подставим в ПИД регулятор и промоделируем систему и оценим полученные результаты [3].

Рассмотрим следующий вариант движений-остановок лифта:

-лифт стоит на 3-ем этаже, в него заходит 1 человек, этаж назначения -5.

Результаты моделирования:

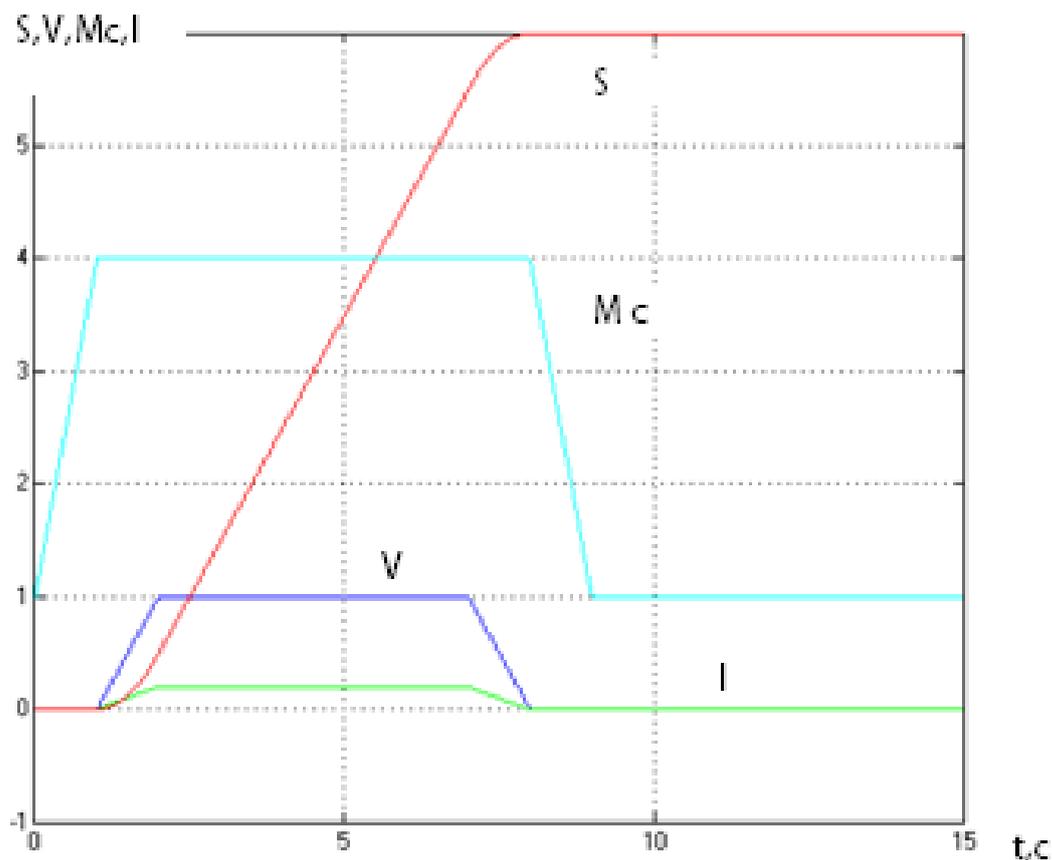


Рисунок 3 – Графики управляющего тока, линейной скорости перемещения лифта, момента сопротивления, перемещения кабины

### Выводы.

Была спроектирована САУ процесса управления перемещения кабины лифта. Был рассмотрен процесс работы объекта, его технологическая схема, а также цель проектирования САУ. Были определены задачи, необходимые системе для достижения поставленной цели.

Были получены и проанализированы переходные процессы данных моделей. Момент сопротивления и управляющий токовый сигнал, при различных условиях меняется, однако по графикам видно, что заданное воздействие отрабатывается и на выходе мы получаем требуемую скорость с минимальными отклонениями от заданных на входе значений.

В дальнейшем в систему будут внесены нелинейности и будет выяснен наилучший способ их отработки для достижения поставленной цели.

### Перечень ссылок

1. Кравчик А.Э., Шлаф М.М., Афонин В.И., Соболенская Е.А. Асинхронные двигатели серии 4А: Справочник/А90 – М.: Энергоиздат, 1982. 504 с., ил.
2. Лазарев Ю. Моделирование процессов и систем в MATLAB. Учебный курс. - СПб.: Питер; Киев: Издательская группа BHV, 2005. 512 с.: ил.
3. Герман - Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие – СПб.: Корона принт, 2001. 320 с., ил. Герман - Галкин С.Г. Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MATLAB 6.0: Учебное пособие – СПб.: Корона принт, 2001. 320 с., ил.