

직류고속승강기조종에서 초기기동모멘트 결정의 한가지 방법

전광철, 배원철, 백은철

위대한 령도자 김정일동지께서는 다음과 같이 교시하시였다.

《과학부문앞에 나선 과업들을 성과적으로 수행하며 나라의 과학기술을 전반적으로 빨리 발전시키기 위하여서는 과학연구사업에서 주체를 확고히 세우고 집단주의를 철저히 구현하여야 하며 과학연구사업과 생산실천을 밀접히 결합시켜야 합니다.》(《김정일선집》 증보판 제15권 488페이지)

직류고속승강기조종에서 낮은 입구전압, 주파수상태에서 직류전동기에 가해지는 초기기동모멘트를 정확히 결정하는것은 승강기의 원활한 안전운행을 보장하는데서 매우 중요한 문제로 나선다.[2, 3]

선행연구[1]에서는 전압, 주파수변동의 영향을 받지 않으면서 승강기의 운동을 원만히 보장하기 위한 문제를 제기하지 못하였다.

이로부터 우리는 한소편컴퓨터 PIC16F877A[4]에 의한 승강기조종장치를 리용하여 매 부분에서의 초기기동모멘트를 결정함으로써 승강기조종의 정확성을 높이였다.

1. 이론적해석

승강기함의 위치에 따르는 초기기동모멘트를 바로 정하지 않으면 함이 아래로 내려가야 하는 경우 반대로 위로 올라가던가 또는 함이 위로 올라가야 할 때 아래로 내려가는 결과를 초래하며 같은 운동방향으로 부하가 걸리는 경우 자체의 속도보다 더 가속되면서 정기전력에 의한 승강기의 운행사고를 일으킬수 있다.

따라서 고속승강기속도조종에서는 승강기함의 출발때 함에 탄 사람의 인원수, 함의 위치에 따르는 쇠바줄의 질량 등 부하의 변화에 대한 초기기동모멘트를 정확히 결정하는 문제가 제기된다.

승강기의 동력학적운동계는 그림 1과 같다.

그림 1에서 함의 질량을 P_1 , 균형추의 질량을 P_2 , 쇠바줄의 1m 당 질량을 a (kg), 사람의 평균질량을 G (kg), 견인활차에 걸린 쇠바줄의 수를 n , 함의 최대이동거리를 S_0 (m), 견인활차의 반경을 r (m), 함에 최대로 적재할수 있는 짐을 0.5(t)이라고 하고 함측에 걸린 질량을 P_a , 균형추측에 걸린 질량을 P_b , 승강기함에 탄 사람의 질량을 P_d , 함에 탄 인원수를 y , 정지층으로부터 승강기함이 이동한 거리를 S_1 (m), 함이 1m 움직일 때 쇠바줄의 질량변화를 f 라

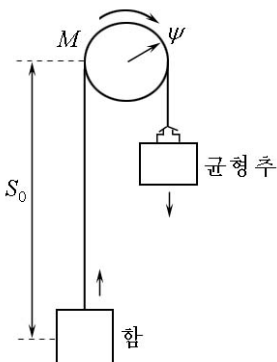


그림 1. 승강기함의
동력학적운동계

고 하자.

그러면 쇠바줄의 질량변화 및 승강기함안의 사람의 질량은 다음과 같이 된다.

$$f = 2 \cdot a \cdot n, \quad P_d = G \cdot y$$

한편 이 운동계에서 승강기함의 운동방정식은 다음과 같다.[1, 3]

$$J \cdot \psi'' + C \cdot \psi' = M + M_p \quad (1)$$

여기서 J 는 전동기의 관성모멘트, C 는 전동기의 기계적상수, M 은 전동기의 회전모멘트, M_p 는 전동기축에 걸리는 부하모멘트, ψ 는 라디안으로 표시되는 각이다.

이때 1층과 마지막층(8층)에서 승강기가 출발할 때 기동모멘트를 다음과 같이 계산한다.

① 함이 1층에 있을 때

함축의 질량은

$$P_a = P_1 + P_d + (S_0 - S_1) \cdot f, \quad (2)$$

균형추축의 질량은

$$P_b = P_2 + f \cdot S_1 \quad (3)$$

이므로 전동기에 걸리는 부하모멘트는 다음과 같이 된다.

$$M_{P1} = (P_a - P_b) \cdot r = (P_1 - P_2 + P_d + S_0 \cdot f - 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r \quad (4)$$

식 (4)를 식 (1)에 넣으면

$$J \cdot \psi'' + C \cdot \psi' = M + (P_1 - P_2 + P_d + S_0 \cdot f - 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r \quad (5)$$

으로 된다.

식 (5)에서 $r = 0.375m$, $P_1 = 1.1t$, $P_2 = 3t$, $a = 0.875kg$, $G = 50kg$, $n = 7$, $S_0 = 137.45m$

이고 함에 최대로 적재할수 있는 짐은 $1.0t$,

승강기의 정상속도가 $2.5m/s$, 함이 $3s$ 동안 구

간별속도변화곡선(그림 2)을 따라서 가속

된다면 각속도와 각가속도는 다음과 같이

된다.

$$|\psi'|_{\text{최대}} = 6.25$$

$$|\psi''|_{\text{최대}} = 2.083 \text{ } 3$$

한편 그림 2에서 $t_0 - t_1$ 구간에 속하는

기동초기에 $\psi' = 0$ 이므로 식 (5)는

$$J \cdot \psi'' = M + (P_1 - P_2 + P_d + S_0 \cdot f - 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r \quad (6)$$

로 된다. 따라서

$$M = J \cdot \psi'' - (P_1 - P_2 + P_d + S_0 \cdot f - 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r. \quad (7)$$

② 함이 8층에 있을 때

8층에 있을 때에는

$$P_a = P_1 + P_d + f \cdot S_1, \quad (8)$$

$$P_b = P_2 + (S_0 - S_1) \cdot f \quad (9)$$

이므로

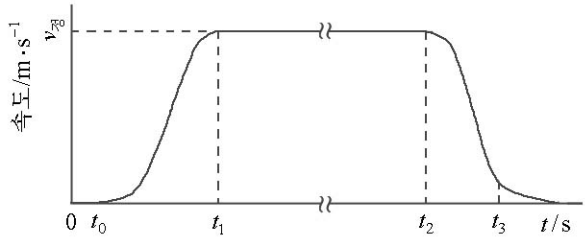


그림 2. 승강기의 구간별 속도변화곡선

$$M_{P_2} = (P_a - P_b) \cdot r = (P_1 - P_2 + P_d - S_0 \cdot f + 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r, \quad (10)$$

$$J \cdot \psi'' + C \cdot \psi' = M + (P_1 - P_2 + P_d - S_0 \cdot f + 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r. \quad (11)$$

마찬가지로 그림 2에서 $t_0 - t_1$ 구간에 속하는 기동초기에 $\psi' = 0$ 이므로

$$M = J \cdot \psi'' - (P_1 - P_2 + P_d - S_0 \cdot f + 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r. \quad (12)$$

다음으로 그림 2에서 $t_1 - t_2$ 구간에 속하는 정상속도구간에서는 $\psi'' = 0$ 이므로 함이 1층에서 위로 올라갈 때에는

$$M = C \cdot \psi' - (P_1 - P_2 + P_d + S_0 \cdot f - 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r \quad (13)$$

으로 되고 함이 8층에서 아래로 내려갈 때에는

$$M = C \cdot \psi' - (P_1 - P_2 + P_d - S_0 \cdot f + 2 \cdot f \cdot S_1) \cdot r \quad (14)$$

으로 된다.

식 (13)과 (14)는 정상운동상태의 운동모멘트식이다.

2. 초기기동모멘트결정

론문에서 취급하는 승강기의 상태지표는 다음과 같다.

$$P_1 = 1.1t, P_2 = 3t, a = 0.875kg, G = 50kg, n = 7, S_0 = 137.45m, r = 0.375m$$

함에 최대 적재할 수 있는 짐은 0.5t.

여기에 기초하여 초기기동모멘트를 결정하자.

① 함이 1층에서 위로 올라갈 때

$$M = J \cdot \psi'' - (50 \cdot y - 2 \cdot f \cdot S_1 - 216.2375) \cdot r \quad (15)$$

이다. 이때 $t_0 - t_1$ 구간에서의 초기기동모멘트는 $J = 0.00007Nms^2$, $S_1 = 0$ 이므로

$$\begin{aligned} M &= 0.00007 \cdot 2.0833 - (1100 - 3000 + 137.45 \cdot 0.875 \cdot 2 \cdot 7) \cdot 0.375 = \\ &= 0.000145831 + 81.0890625 = \\ &= 81.0892(N \cdot m) \end{aligned}$$

② 함이 8층에서 아래로 내려갈 때

$$M = J \cdot \psi'' - (50 \cdot y + 2 \cdot f \cdot S_1 - 3583.7625) \cdot r \quad (16)$$

이므로 이때 $t_0 - t_1$ 구간에서의 초기기동모멘트를 구하면

$$\begin{aligned} M &= 0.00007 \cdot 2.0833 - (1100 - 3000 - 137.45 \cdot 0.875 \cdot 2 \cdot 7 + 481.075) \cdot 0.375 = \\ &= 81.00902(N \cdot m) \end{aligned}$$

표. 매 부분에서의 초기기동모멘트값

전압/V	주파수범위/Hz	초기기동모멘트/(N·m)
190~220	48~53	81.090
150~190	42~48	83.724
120~150	38~42	91.851

로 된다.

매 부분에서의 초기기동모멘트값은 표와 같다.

결정된 초기기동모멘트에 의한 직류전동기의 출발조종을 진행한 결과 220V에서 1.5 m/s, 120V에서 0.25 m/s의 운행속도를 보장하였다.

맺 는 말

승강기조종의 정확성을 높이기 위한 초기기동모멘트결정방법을 제시하고 승강기의 정상기동에 적합한 초기기동모멘트를 결정함으로써 승강기의 원활한 기동을 보장하였다.

참 고 문 헌

- [1] 리덕중 등; 기계전자학, 김일성종합대학출판사, 260~305, 주체98(2009).
- [2] 리덕중; 컴퓨터에 의한 전동기조종, 공업출판사, 1~43, 주체96(2007).
- [3] PIC16F87XA Data Sheet, 28/40-Pin Enhanced FLASH Microcontrollers, Microchip Technology Inc., 5~36, 2001.

주체103(2014)년 7월 5일 원고접수

A Method for Determining the Initial Starting Moment in the High Speed DC Elevator Control

Jon Kwang Chol, Pae Won Chol and Paek Un Chol

We considered on the determining method of initial starting moment for the high accuracy of the elevator control.

We made control device of the elevator with the one-chip computer PIC16F877A and determined the initial starting moment in the three parts of the voltage and frequency.

Key words: elevator control, moment