УДК 517

UNTERSUCHUNG DYNAMISCHER PROZESSE IN EINEM EINFACHWIRKENDEN PNEUMATISCHEN KOLBENANTRIEB

Antonov N.G.
Koordiniert von Oberhochschullehrerin - Woronowitsch G. K., k.t.n., docent

Die dynamischen Eigenschaften eines einfachwirkenden Kolbenantriebs (Abb. 1) können durch Lösen eines ODE-Systems bestimmt werden, das die Hauptprozesse ineinem pneumatischen Antrieb beschreibt. Die Luftmasse im Arbeitshohlraum zu einem beliebigen Zeitpunkt ist gleich:

$$M = \rho(V_o + V) = \left[\frac{P}{RT}\right](V_0 + S_п \Delta l \quad) \quad (1)$$

wobei ρ die Gasdichte ist; V_o ist das Anfangsvolumen des Hohlraums; V ist der variable Teil des Volumens des Hohlraums; $S_п$ ist die Kolbenfläche; P - Druck im Arbeitsraum; P ist die Gaskonstante; T ist die absolute Temperatur des Gases; Δl - Verschiebung des Kolbens.

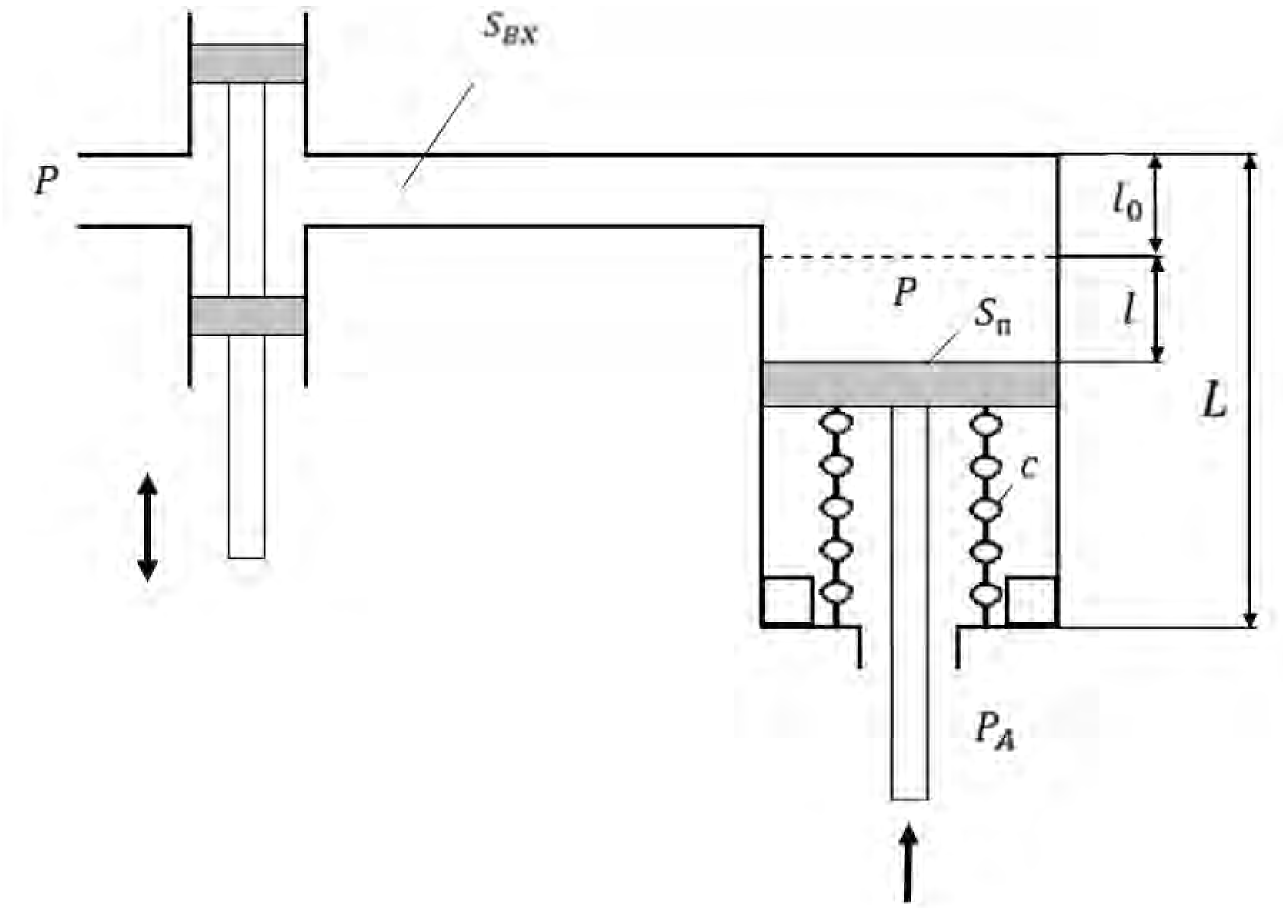

Abb.1

Wenn wir Gleichung (1) in Bezug auf die Zeit differenzieren, erhalten wir:

$$\frac{dM}{dt} = g = \frac{1}{RT}\frac{dP}{dt}(S_{\text{п}} l_0 + S_{\text{п}}\Delta l) + \frac{P}{RT} S_{\text{п}} \frac{dl}{dt}$$

$$\Downarrow$$

$$\frac{dP}{dt} = -\frac{P\frac{dl}{dt}}{l_0 + l} + \frac{RT}{S_{\text{п}}}\frac{g}{l_0 + l}$$

Dabei ist $l_0$die Ausgangsposition des Kolbens.

Der Massenstrom von Gas g ist eine Funktion der Zeit und ist gleich:

$$g = \begin{cases} \mu S_{BX} P' \sqrt{1/(2RT)} & \text{Für unterkritische Momente} \left(\frac{P}{P'} < 0{,}5\right) \\ \mu S_{BX} \sqrt{2/(RT)} \sqrt{P(P' - P)} & \text{Für überkritischen Moment} \left(\frac{P}{P'} > 0{,}5\right) \end{cases}$$

Wobei μ - Durchflusskoeffizient; S_{BX} –Einlassbereich; P' ist der Versorgungsdruck. Die Bewegungsgleichung beim Bewegen des Kolbens in Vorwärtsrichtung lautet:

$$S_{\text{п}}(P - P_A) = m\left(\frac{d^2 l}{dt^2}\right) + N$$

Wobei P_A –Umweltdruck; m ist die Masse des Kolbens;

$N = c(l_0 + l) + N_{\text{тп}} + N_{\text{п}} + N_{\text{в}}$ – äußere Kräfte, die auf den Kolben wirken, wobei

c- Federsteifigkeit; $N_{\text{тп}}$ ist die Reibungskraft;$N_{\text{п}}$- die auf den Kolben wirkende Kraft;$N_{\text{в}}$ ist das Gewicht des Kolbens.

$$\frac{dl}{dt} = v;$$

$$\frac{dv}{dt} = \left(\frac{1}{m}\right)(S_{\text{п}} P - cl - S_{\text{п}} P_{\text{A}} - N_{\text{тр}} - N_{\text{п}} - N_{\text{в}} - cl_0)$$

Somit wird die Dynamik des kolbenpneumatischen Aktuators durch das folgende ODE-System beschrieben:

$$\frac{dl}{dt} = v;$$

$$\dot{v} = a_1 P + a_2 l + a_3 \,;$$

$$\dot{p} = \frac{a_4 P v}{a_5 + l} + \frac{a_6 \mathrm{g(P)}}{(a_5 + l)},$$

Wobei $a_1 = \frac{S_{\text{п}}}{m}$; $a_2 = \frac{c}{m}$; $a_3 = \frac{-S_{\text{п}} P_A - N_{\text{тр}} - N_{\text{п}} - c l_0}{m}$; $a_4 = -1$; $a_5 = l_0$;

$a_6 = \frac{RT}{S_{\text{п}}}$; $\mathrm{g}(P) = \begin{cases} a_7, wenn P/a_9 < 0{,}5\,; \\ a_8\sqrt{P(a_9 - P)}, \\ wenn P/a_9 > 0{,}5\,; \end{cases}$ (2) ; $a_7 =$ $\mu S_{BX} P' \sqrt{1/(2RT)}$;

$a_8 = \mu S_{BX} \sqrt{2/(RT)}$; $a_9 = P'$.

Ein Ersatzschaltbild zum Lösen des Systems (2) unter Verwendung des PA-6-Komplexes ist in Abbildung (2) dargestellt.

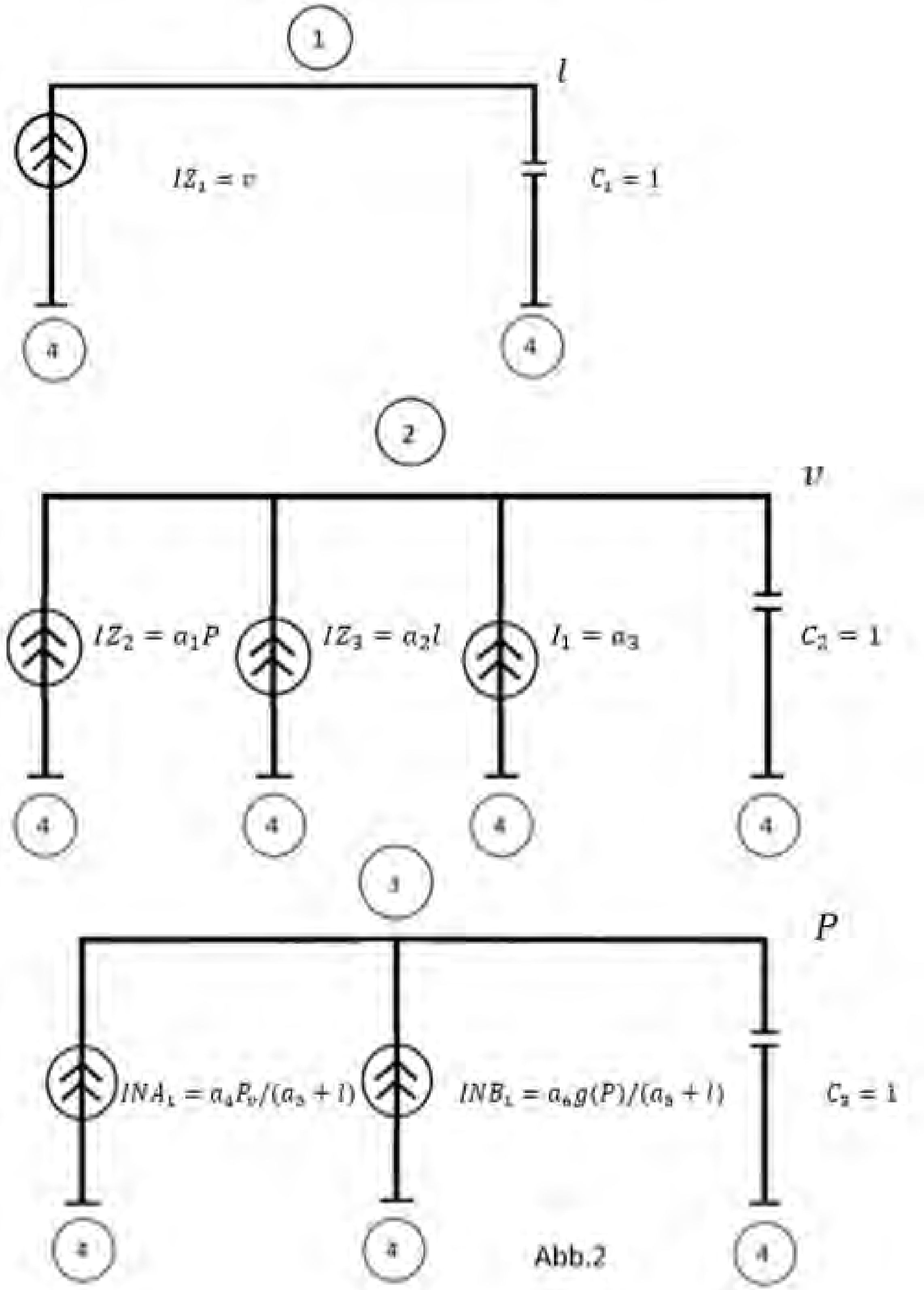
1
l
IZ₁ = v
C₁ = 1
4
4
2
v
IZ₂ = a₁P
IZ₃ = a₂l
I₁ = a₃
C₂ = 1
4
4
4
4
3
P
INA₁ = a₄Pᵥ/(a₅ + l)
INB₁ = a₆g(P)/(a₅ + l)
C₃ = 1
4
4
4

Abb.2