

Уравнения:

$$\frac{d^2x}{dt^2} = x = \frac{1}{m} F(P-1) - \frac{Q+R}{m} \quad (1)$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{K \mu f \psi P \left(\frac{P_c}{P} \right)^{\frac{1}{K}} \sqrt{P_c v_c}}{F(S_0 - x)} - \frac{kP}{S_0 + x} \frac{ds}{dt} \quad (2)$$

$$\frac{dP}{dt} = -\frac{kP}{S_0 + x} \frac{dx}{dt}; \quad \frac{d^2x}{dt^2} = x = \frac{1}{m} F(P-1) - \frac{Q+R}{m} \quad (3)$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{K \mu_0 f_0 \psi_0 P \sqrt{P_v}}{F(S_0 + x)} - \frac{kP}{S_0 + x} \frac{dx}{dt}; \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \frac{1}{m} F(P-1) - \frac{Q+R}{m} \quad (4)$$

$$f_0 = \frac{\pi r_0^2}{2} + (x - S_g - S_r - r_0) \sqrt{r_0^2 - (x - S_g - S_r - r_0)^2} + r_0^2 \arcsin \frac{x - S_g - S_r - r_0}{r_0} \quad (5)$$

$$\psi_0 = \sqrt{\frac{2 g k}{K-1} \left[\left(\frac{1}{P} \right)^{\frac{2}{K}} - \left(\frac{1}{P} \right)^{\frac{K+1}{K}} \right]}$$

$$\frac{dP}{dt} = \frac{K \mu_0 f_0 \psi_0 P \sqrt{P_v}}{F(S_0 + x)} - \frac{kP}{S_0 + x} \frac{dx}{dt}; \quad \frac{d^2x}{dt^2} = \ddot{x} = - \left[\frac{Q-R}{m} - \frac{1}{m} F(P-1) \right] \quad (6)$$

Таблица 1

Участок индикаторной диаграммы	Дифферен- циальные уравнения	Формулы площадей отверстий		Граничное условие
		впускных	выхлопных	
1-2'	1,2	$f = ab$	-	$S_g - b - x \geq 0$
2'-2	1,2	$f = a(S_0 - x)$	-	$S_g - x \geq 0$
2-3	1,3	-	-	$S_g + S_r - x \geq 0$
3-4'	5,4	-	$f_a = a(x - S_g - S_r)$	$S_g + S_r + b_1 - x \geq 0;$ $\frac{dx}{dt} \geq 0$
4'-4	5,4	-	$f_a = ab_1$	$\frac{dx}{dt} \geq 0$
4-5'	4,6	-	$f_a = ab_1$	$x - S_g - S_r - b_1 \geq 0$
5'-5	4,6	-	$f_a = a(x - S_0 - S_r)$	$x - S_g - S_r \geq 0$
5-6	4,6	$f = a(S_g - x)$	-	$x - S_g \geq 0$
6-1'	2,6	-	-	$x - S_g = b \geq 0$
1'-1	2,6	$f = ab$	-	$x \geq 0; \frac{dx}{dt} \leq 0$

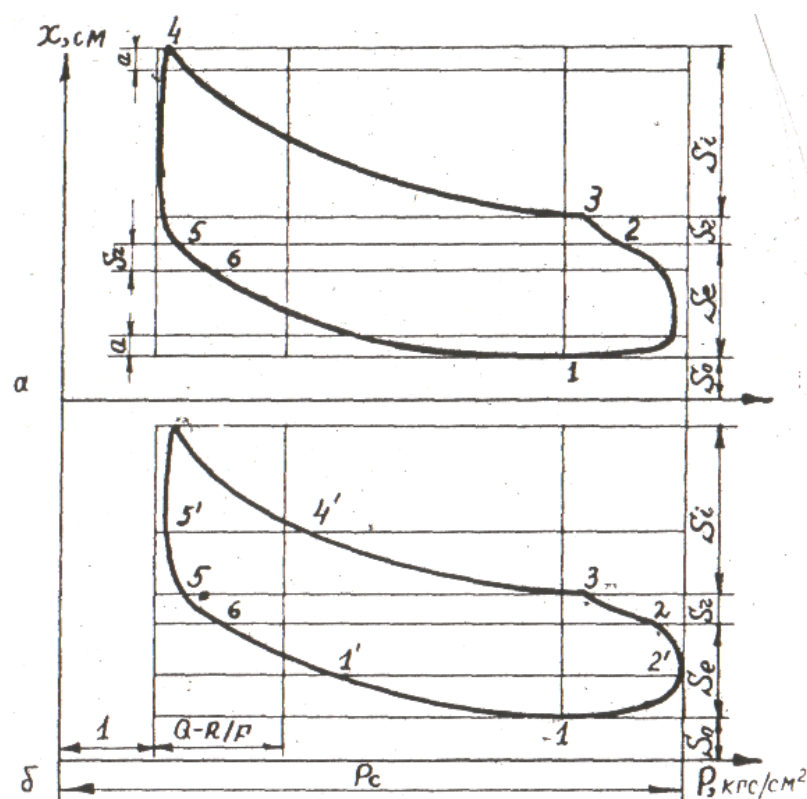


Рисунок 2 - Индикаторная диаграмма пневматического встряхивающего механизма с золотниковым воздухораспределением: а - с зазором между столом и регулирующей гайкой; б - без зазора между столом и регулирующей гайкой

Методика решения математических моделей. Алгоритм решения

Система дифференциальных уравнений на каждом участке рабочего процесса решается численным методом Эйлера. Для более точного решения можно применить метод Рунге-Кутты.

Для механизмов с золотниковым воздухораспределением, а также с односедельным и двухседельным клапанами имеет:

1. $\dot{x}_{(i)} = \dot{x}_{(i-1)} + \ddot{x}_{(i-1)}\Delta t$ - скорость поршня;
2. $x_{(i)} = x_{(i-1)} + \dot{x}_{(i-1)}\Delta t$ - путь поршня;
3. $P_{(i)} = P_{(i-1)} + \left(\frac{dP}{dt}\right)_{(i-1)}\Delta t$ - давление

поршня в цилиндре, где Δt - шаг по времени, принимается равным 0,001...0,01.

Последовательность решения

Для механизмов с золотниковым воздухораспределителем, а также с односердечными и двухсердечными клапанами, подставляем в уравнение, описывающее изменение состояния воздуха в цилиндре, данным соответ-

ствующим моменту впуска воздуха в цилиндр, т.е. моменту времени $t=0$. В этот момент:

$$x=0;$$

$$\frac{dx}{dt} = 0$$

$$F(S_0 + x) = FS_0;$$

$$P_1 = P = \frac{Q + R}{F} + 1;$$

Все остальные величины известны. Решив это дифференциальное уравнение, определим $\frac{dP}{dt}$ при $t=0$, т.е. приращение давления в момент движения поршня. Решаем уравнение движения поршня и определяем ускорение поршня в начальный момент пуска

$\ddot{x} = \frac{d^2x}{dt^2}.$

Дальше решаем по алгоритмам 2 - 4 по машинным программам для соответствующего механизма.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов П.Н. Оборудование литейных цехов. - М.: Машиностроение, 1977.-510 с.