

МОДЕЛИРОВАНИЕ КОЛЕБАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА В ОТСАДОЧНОЙ МАШИНЕ

В. Д. Иваницкий, В. В. Тищенко

Харьков

Колебательный процесс описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений (1), принятых в качестве математической модели управляемого объекта. Полагаем, что физические переменные $X_i^*(b)$ и их машинные аналогии $X_i^{**}(b)$ связаны соотношением $X_i^*(b) = 4X_i^{**}(b)$

$$\begin{aligned} \dot{U} &= 2(p - \varphi - z_b - z_p); \\ \dot{z}_b &= 1,25(v - q_n); \\ \dot{z}_p &= \begin{cases} v + q_t - 0,764z_p^{\frac{3}{2}} & \text{при } z_p > 0; \\ v + q_t & \text{при } z_p \leq 0; \end{cases} \\ \dot{S} &= 0,5v - 2, \text{ где } S \geq s(0); \\ \varphi &= \begin{cases} 2,5v & \text{при } v > 0; \\ 5v & \text{при } v < 0; \end{cases} \end{aligned} \quad (1)$$

$$p = \begin{cases} P_0 & 0 \leq t_{bn} \leq t(s = s_m) \text{ при } s_m \leq S_m^0; \\ p_0 + (P_0 + 1000) \frac{z_b^n - z_b}{z_0 + z_b}, & t(s = s_m) \leq t_n \leq t(s = s(0)); \\ 0, & t[s = s(0)] \leq t_{\text{вып}} < t[z_b = z_b(0)] \quad z_b^n = z_b(s = s_m); \end{cases}$$

$$\begin{aligned} z_b(0) &= 5,5b; \quad z_p(0) = 2b; \quad s(0) = 2,5b; \\ q_t &= 0,25b; \quad q_n = 0,175b. \end{aligned}$$

Схема параметрического программного управления колебательным процессом (рис. 1) и приведенная математическая модель содержит следующие условные обозначения:

- v — ускорение и скорость движения воды над постелью;
- z_b, z_p — глубина уровня воды в воздушном и высота уровня воды в отсадочном отделении относительно плоскости слива;
- s, s_m — перемещение и амплитуда перемещения постели;
- q_t, q_n — удельные расходы транспортном и подрешетной воды;
- p — давление в воздушной камере.

Колебательный процесс управляется параметрическим программным устройством 9, которое в зависимости от выходных переменных z_b и s , контролируемых датчиками 2, 3, 5, управляет клапанами впуска 12 и

выпуска 13 воздуха посредством электропневматических золотников 10 и 11.

Алгоритм функционирования параметрического программного устройства, являющийся цифровым автоматом, показана на следующей таблице:

t	x_2	x_3	x_4	U_1	U_2
$t_{\text{вп}}$	1	1	0	1	0
$t_{\text{п}}$	0	1	0	0	0
$t_{\text{вып}}$	0	1	1	0	1
	~	0	~		

В таблице $t_{\text{вп}}$, $t_{\text{вып}}$, $t_{\text{п}}$ — время включения клапана впуска, клапана выпуска и пауза между ними, U_1 , U_2 — команды на включение золотников 10 и 11; $x_2 = f(z_6)$; $x_3 = f_3(z_6)$; $x_4 = f_4(s)$

На ЭМУ-10 была набрана математическая модель объекта, управляемая параметрическим программным устройством согласно таблице. Составленная аналогово-цифровая модель параметрического программного управления колебательным процессом изображена на рис. 2. При составлении модели были решены следующие вопросы:

а) для согласования модели объекта с цифровым автоматом введены преобразователи непрерывной информации в дискретную и дискретной в непрерывную.

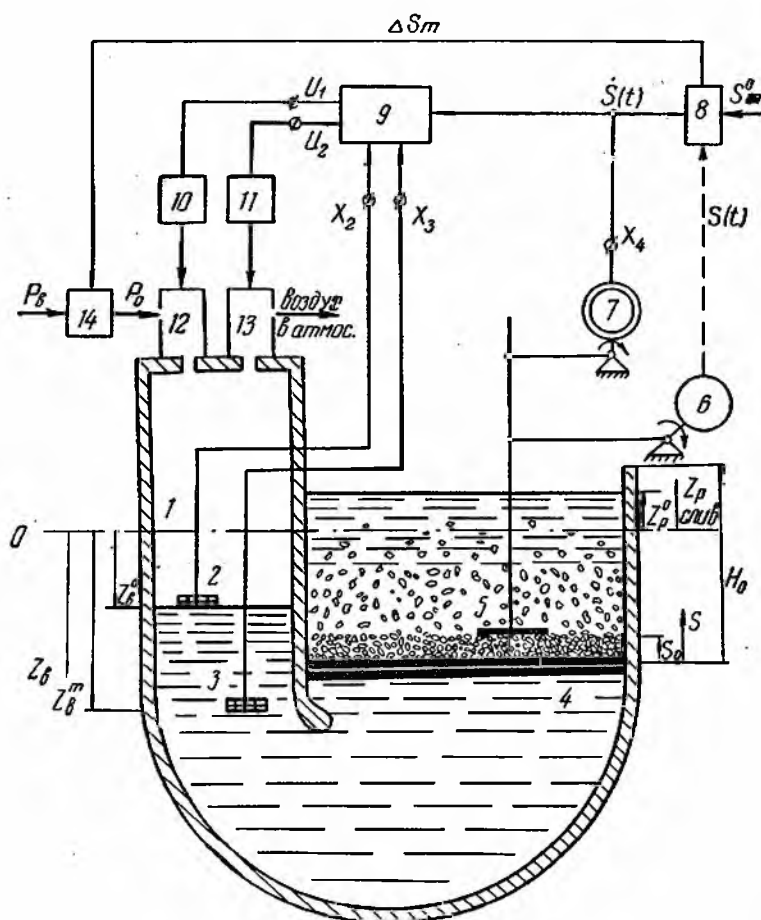


Рис. 1а

в) для получения периодического решения введены нуль-органы 14, 24, 27.

Были исследованы различные режимы работы системы при изменении управляющего воздействия p и внесении в результате изменения функции сопротивления φ внешних помех.

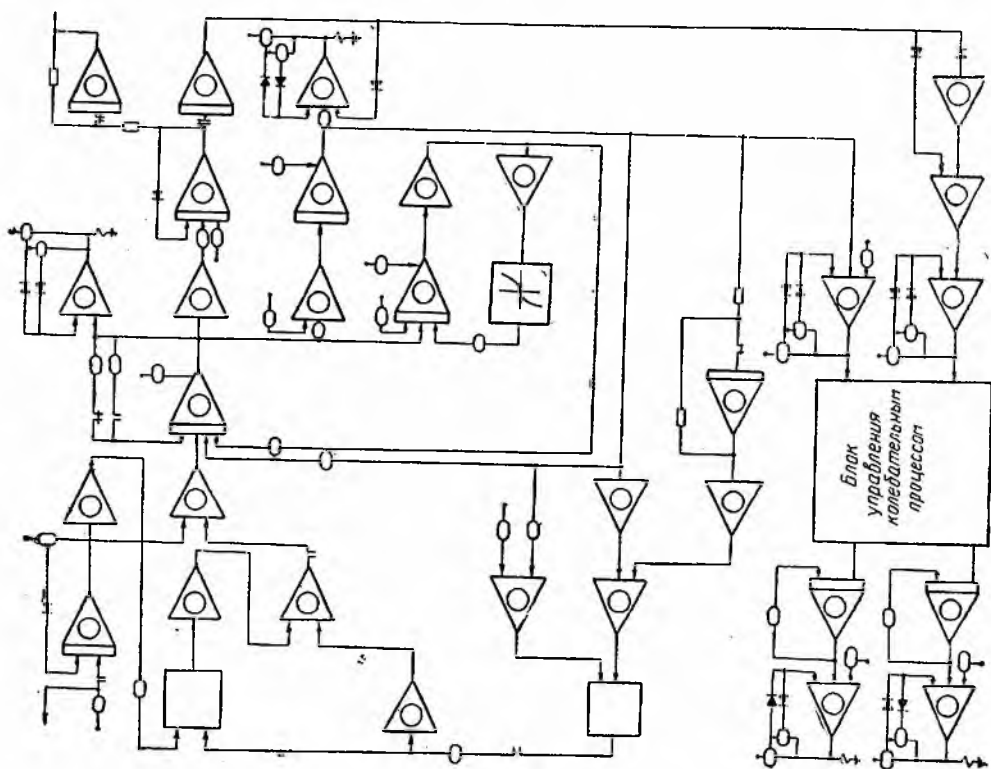


Рис. 2.

В результате исследований доказана устойчивость системы в широком диапазоне изменения p при наличии параметрических помех $\varphi(t)$ и эффективность предложенного алгоритма функционирования.

Однако при малых φ и больших p период колебаний существенно возрастает, поэтому целесообразно ввести ограничения на длительность $t_{вп}$ и $t_{п}$.

Исследование влияния q_n на качество переходного процесса во время выпуска позволяет рекомендовать использование q_n в качестве управляющего воздействия, улучшающего качество переходного процесса.

ЛИТЕРАТУРА

1. К. П. Власов, Э. Э. Рафалес-Ламарка. Управление колебательным процессом в отсадочной машине. Труды УкрНИИУглеобогащения, т. IV. Изд-во «Недра», 1968.
2. А. А. Фельдбаум. Вычислительные устройства в автоматических системах. Физматгиз, 1959.