

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ УЗЛА ДОЗИРОВАНИЯ ГРУНТОЗАБОРНОГО УСТРОЙСТВА ГИДРОТРАНСПОРТНОЙ УСТАНОВКИ

Моргунов В.М., канд. тех. наук,  
Донецкий национальный технический университет

*Рассмотрим вопрос составления математической модели узла дозирования грунтозаборного устройства гидротранспортной установки, образованной всасывающим устройством УВ-4 (УВ-5).*

Эффективность работы гидротранспортных установок (углесосных, землесосных, шламовых и др.) а также установок разрабатываемых невязкие сыпучие материалы всасывания в значительной степени зависит от процессов грунтозабора и дозирования твердого материала во всасывающий трубопровод. В работах [1] представлены схемы замещения гидротранспортной установки, образованной специальным слоем дозирования.

На основании этой схемы замещения гидравлическую схему установки можно представить как электрическую модель. При этом ток в электрической схеме моделирует расход, а напряжение – напор.

Тогда, алгебраически сумма расходов в узле равна 0, т.е.

$$\sum_{j=1}^m Q_j = \sum_{j=1}^m a_j Q^n \Rightarrow \sum_{j=1}^m U_j = \sum_{j=1}^n R_j(j)^n$$

Для описания динамических характеристик установки необходимо учитывать инерционный напор в элементах гидротранспортной установки.

Эквивалентная схема замещения гидротранспортной установки учитывающей инерционный напор приставления в виде последовательно включенных звеньев – безинерционного звена, имеющего характеристику соответствующего звена в стационарном режиме и эквивалентных звеньев с инерционной составляющей:

$$\Delta H_j = K_u \frac{dQ}{dt}; \quad (1)$$

Для составления динамической модели гидротранспортной установки в соответствии со схемой замещения для всасывающего тракта, определяющего работу всей установки, введем следующие обозначения.

- $x$  - подача установки,  $Q_y$ ;
- $y$  - расход через подпитывающий трубопровод,  $Q_n$ ;
- $z$  - расход через входной патрубков,  $Q_{вх}$ ;
- $U$  - фильтрационный поток через слой твердого материала,  $Q_x$ ;
- $W$  - подпитывающий поток через шибер подпитки,  $Q_{ин}$ ;
- $a_1, b_1$  - сопротивление слоя твердого материала при турбулентном и ламинарном режимах соответственно,  $a_{см}, a_{сл}$ ;
- $d_1$  - сопротивление камеры подпитки при ее подготовке,  $a_{н.кп}$ ;
- $a_2$  - сопротивление всасывающего наконечника (до регулирующего шибера),  $a_{нак}$ ;
- $h_2$  - сопротивление входа во всасывающий трубопровод,  $a_{вх}$ ;
- $d_2$  - сопротивление входа во всасывающий трубопровод при его подготовке,  $a_{н.вх}$ ;
- $a_3$  - сопротивление всасывающего трубопровода,  $a_в$ ;
- $a_4$  - сопротивление трубопровода подпитки,  $a_{мп}$ ;
- $d_4$  - сопротивление трубопровода подпитки при его подготовке,  $a_{н.мп}$ ;

$a_5, a_6$  - сопротивления регулируемого и подпитывающего шиберов соответственно,  $a_{шр}, a_{шп}$ .

$d_6$  - сопротивление слоя твердого материала под полярной подпитки,  $a'_{см}$ ;

$K_x, K_z, K_y, K_w, K_u$  - коэффициенты инерционных составляющих потерь давления во всасывающем трубопроводе, входе во всас, подпитывающем трубопроводе, входе и шибере подпитки, слое твердого материала соответственно,  $\Delta P_{i,в}, \Delta P_{i,вх}, \Delta P_{i,н}, \Delta P_{i,шп}, \Delta P_{i,с}$ .

Примечание:  $a_{н.вх}, a_{н.кп}, a_{н.мп}$  - называются в аварийных режимах при работе на гидросмеси;  $a'_{см}, a_{см}, a_{сл}, a_{мп}$  - изменяются в режиме работы на гидросмеси;  $a_{вх}, a_в$  - определяются при работе на воде;  $\Delta P_i$  - инерционные составляющие потерь давления.

Характеристика грунтового насоса по всасывающей способности представляется зависимостью:

$$H_o - H - kx,$$

где  $H_o$  - допустимая вакуумметрическая высота всасывания при нулевой подаче ( $x=0$ );

$k$  - коэффициент наклона характеристики  $H_o = f(x)$ ;

$H$  - геометрическая высота всасывания.

Диагностическая модель гидротранспортной установки по всасывающему тракту в соответствии со схемой замещения [1] может быть представлена в следующем виде:

$$K_u \frac{dU}{dt} + K_z \frac{dZ}{dt} + K_x \frac{dx}{dt} + (a_1 + d_1)U^2 + b_1U + (a_2 + d_2 + h_2)Z^2 + a_3x^2 = H_o - H - kx \quad (2)$$

$$K_y \frac{dy}{dt} + K_v \frac{dv}{dt} + K_x \frac{dx}{dt} + (a_4 + d_4)y^2 + a_5v^2 + a_3x^2 = H_o - H - kx; \quad (3)$$

$$K_y \frac{dy}{dt} + k_w \frac{dw}{dt} + K_z \frac{dz}{dt} + K_x \frac{dx}{dt} + (a_4 + d_4)y^2 + (a_6 + d_6)w^2 + (a_2 + d_2 + h_2)z^2 + a_3x^2 = H_o - H_\Gamma - kx \quad (4)$$

$$u = x - y; \quad (5)$$

$$v = x - z; \quad (6)$$

$$w = z + y - x = z - u; \quad (7)$$

После подстановки (5), (6), (7) в (2), (3), (4) преобразование системы уравнений к стандартному виду:

$$\begin{cases} \frac{dx_1}{dt} = \varphi_1(x_1, \dots, x_n) \\ \dots \\ \frac{dx_n}{dt} = \varphi_n(x_1, \dots, x_n) \end{cases}$$

путем последовательного исключения из уравнения производных уменьшением на соответствующие коэффициенты и их суммирование, получим:

$$n_1 \frac{dx}{dt} + n_2 x^2 + n_3 y^2 + n_4 z^2 + n_5 zx + n_6 xy - n_7 zy +$$

$$+ n_8 x + n_9 y - n_{10} (H_0 - H) = 0 \quad (8)$$

$$- m_1 \frac{dy}{dt} + m_2 x^2 + m_3 y^2 + m_4 z^2 - m_5 xy + m_6 zx - m_7 zy +$$

$$+ m_8 x - m_9 y - m_{10} (H_0 - H) = 0 \quad (9)$$

$$l_1 \frac{dz}{dt} + l_2 x^2 + l_3 y^2 + l_4 z^2 - l_5 xy + l_6 zx + l_7 zy +$$

$$+ l_8 x - l_9 y - l_{10} (H_0 - H) = 0 \quad (10)$$

Проверка адекватности модели была проведена на базе установки оборудованной насосом 5Ф12 и необходимыми преобразователями и самопишущими приборами [2].

#### Список источников:

1. Моргунов В.М. Схема замещения гидротранспортной установки.- Труды ДонНТУ. Вып 35, серия горно-электромеханическая.- Донецк; ДонНТУ, 2001.- с.132-137.
2. Моргунов В.М. Определение потерь давления во всасывающих трактах стационарных гидротранспортных установок в переходных режимах работы.- Труды ДонНТУ. Вып. 7, серия горно-электромеханическая,- Донецк; ДонНТУ, 1999.- с.179-186.