

**КОЛЕБАНИЕ УРОВНЯ МЕТАЛЛА В ФОРМЕ ПРИ ЛИТЬЕ
НА УСТАНОВКАХ ПОВОРОТНОГО ТИПА**

При заполнении форм на установках поворотного типа необходимо учитывать инерционное движение жидкого металла после окончания поворота узлов.

Взяв статический уровень металла за плоскость сравнения, запишем уравнение Бернулли для сечений 0-0 и I-I, совпадающих соответственно с плоскостью расположения выпускного отверстия металлоприемника и свободной поверхностью металла в центральной стержневой полости,

$$Z = \frac{a_1 V_1^2}{2g} - \frac{a_0 V_0^2}{2g} + \Sigma (h_w + h_i), \quad (1)$$

где Z – отклонение уровня металла от статического положения равновесия; V_0, V_1 – средние скорости; h_w – потери напора; h_i – инерционный напор; a_1, a_0 – первые коррективы скорости в сечениях I-I и 0-0, равные $a = 1 + 2,65\lambda$, где $\lambda = \frac{0,3164}{Re^{0,25}}$ – коэффициент гидравлического трения.

Учитывая конфигурацию металлопровода, получим

$$\Sigma h_w = \Sigma h_1 + \Sigma h_m = \lambda \frac{l_1}{d_1} \frac{V_1^2}{2g} + \lambda \frac{l_2}{d_2} \frac{V_2^2}{2g} + \frac{F_1}{F_2} (\xi_{вх} + \xi_{рп}^{30} + \xi_{рп}^{90} + \xi_{вр}) \frac{V_1^2}{2g} \quad (2)$$

Инерционный напор будет равен сумме

$$\Sigma h_i = h_{i_1} + h_{i_2} = \frac{a_1 l_1}{g} \frac{dV}{dt} + \frac{a_2 l_2}{g} \frac{F_1}{F_2} \frac{dV}{dt}, \quad (3)$$

где l_1, l_2 и F_1, F_2 – соответственно длина и площадь сечения центральной стержневой полости и металлопровода; $\xi_{вх}, \xi_{рп}^{30}, \xi_{рп}^{90}$ и $\xi_{вр}$ – местные сопротивления.

Подставив в уравнение (1) вместо величин их значения и приняв во внимание, что $V = -\frac{dz}{dt}$ и $\frac{dV}{dt} = -\frac{d^2Z}{dt^2}$, получим

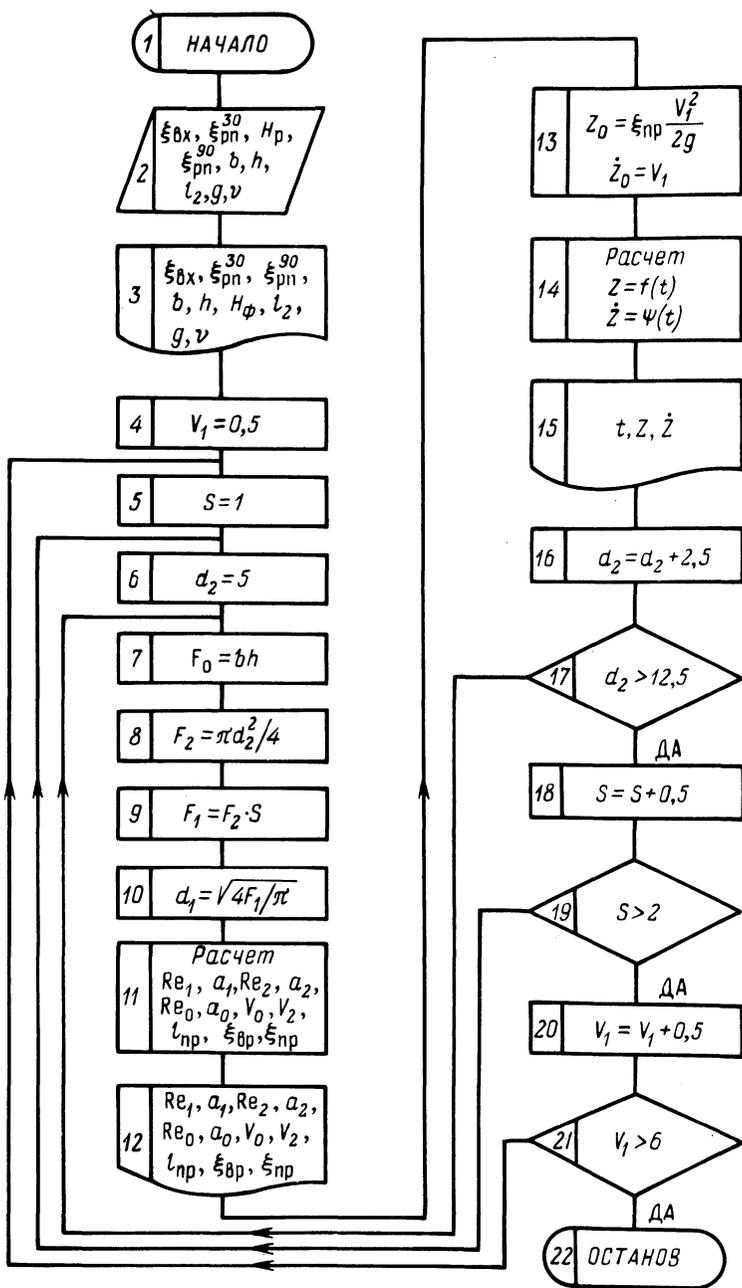


Рис. 1. Блок-схема расчета.

$$\frac{d^2 Z}{dt^2} - 0,5 \frac{\xi_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}} \left(\frac{dZ}{dt} \right)^2 + \frac{g}{l_{\text{пр}}} \cdot Z = 0. \quad (4)$$

Математическую модель процесса запишем в следующем виде:

$$\ddot{Z} - 0,5 \frac{\xi_{\text{пр}}}{l_{\text{пр}}} (\dot{Z})^2 + \frac{g}{l_{\text{пр}}} \cdot Z = 0. \quad (5)$$

Здесь $\xi_{\text{пр}} = (1 + 2,65 \frac{0,3164}{\text{Re}_1^{0,25}}) - (1 + 2,65 \frac{0,3164}{\text{Re}_0^{0,25}}) \frac{F_1^2}{F_2^2} + \frac{F_1}{F_2} (\xi_{\text{вх}} + \xi_{\text{рп}}^{30} + \xi_{\text{рп}}^{90} + \xi_{\text{вр}})$;

$$l_{\text{пр}} = a_1 l_1 + a_2 l_2 \frac{F_1}{F_2}.$$

К интегрированию уравнения (4) и приводится задача об отыскании интересующей нас функции $Z = f(t)$. Найти эту зависимость аналитическим путем не удастся, поэтому был использован численный метод Рунге—Кутты четвертого порядка [1] и разработана блок-схема вычислительного процесса (рис. 1). После ввода исходных данных и их расшифровки (блоки 2 и 3) задаются начальные значения параметров V_1 , $S = \frac{F_1}{F_2}$ и d_2 (блоки 4,5 и 6), затем рассчитываются и расшифровываются значения параметров F_0 , F_1 и F_2 , a_1 , Re_1 , Re_2 , a_1 , a_2 , Re_0 , a_0 , V_0 , V_2 , $l_{\text{пр}}$ и $\xi_{\text{пр}}$ (блоки 7–12), задаются начальные значения параметров Z_0 и \dot{Z}_0 (блок 13) и производится расчет и вывод на широкую печать значений функций $Z = f(t)$ и $\dot{Z} = \psi(t)$ (блоки 18–20). Программа вычислительного процесса составлена на алгоритмическом языке "ФОРТРАН" и транслировалась на ЭВМ "Минск-32". С небольшими изменениями она может быть использована и для решения задачи на ЭВМ серии "ЕС".

Из полученных значений Z для каждого конкретного случая интерес представляют первые положительная и отрицательная амплитуды колебания, которые дают возможность установить наивысшее положение уровня металла в форме и определить верхнюю границу расположения питателей по ее высоте. На сумму этих амплитуд должна быть увеличена высота формы.

ЛИТЕРАТУРА

1. Ф у р у н ж и е в Р.И. Вычислительная техника и ее применение. — Минск, 1975.