

НАУЧНЫЕ ЗАМЕТКИ

Օ Մ ԵՄՈՒՄԱՅԻՆ Կ Ե ԵԱԵԱՅԻՆ

ИССЛЕДОВАНИЕ ГИДРОИНВАЗМОЭЛЕКТРИЧЕСКОГО
 ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Оперативный контроль параметров технологического процесса обогащения руд цветных металлов требует применение чувствительных и надежных измерительных приборов и устройств, отсутствие которых затрудняет создание и внедрение качественных автоматических систем управления процессами. В статье приводится исследование гидроинвазомоэлектрического преобразователя, разработанного Кафанским отделением ВЦ АН АрмССР и внедренного в 1978 г. на Зангезурском медно-молибденовом комбинате [1].

В основе его работы лежат известные принципы работы колокольного датчика пьезометрического уровнемера и чашечного манометра [2]. В нем впервые использованы совместно работы указанных двух принципов, что дает качественно новые результаты.

Функциональная схема исследуемого гидроинвазомоэлектрического преобразователя приведена на рис. 1. Давление в колоколе 2, функ-

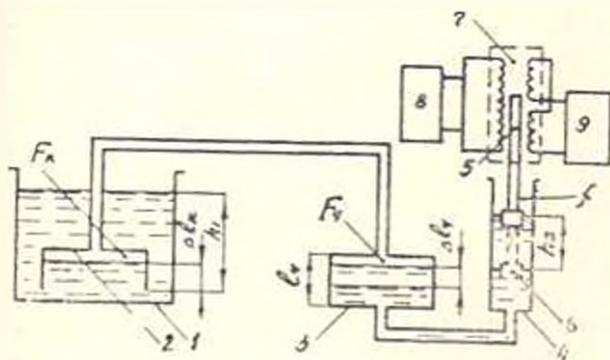


Рис. 1

ционально связанное с плотностью жидкости γ , в рабочей емкости 1 и входной величиной h_0 , по трубкам передается в чашу 3. Под его воздействием в трубке датчика 4 уровень жидкости с плотностью γ изменяется на величину h . Линейное смещение уровня жидкости h через сердечник 5 и намотку 6 в дифференциальном трансформаторе 7 преобразуется в электрическое напряжение, которое регистрируется в измерительном узле 9.

Образование под воздействием величин h_0 , γ и произведения $h_0 \gamma$ в колоколе 2 избыточного давления определяется уравнением [2]

$$P_{\text{изб}} = (h_1 - \Delta l_k) \gamma_1. \quad (1)$$

Уравновешенное состояние гидродневматической системы характеризуется уравнениями

$$P_{\text{изб}} = (h_1 - \Delta l_k) \gamma_1 = (h_2 + \Delta l_k) \gamma_2. \quad (2)$$

$$F_4 \cdot \Delta l_k = f \cdot h_2, \quad (3)$$

$$F_k \cdot \Delta l_k = f \cdot h_2 + F_k \cdot \Delta l_c, \quad (4)$$

где f , F_k — площади поперечных сечений трубки 4 и чаши 3; $F_k \cdot \Delta l_c$ — объем сжатого газа, приведенный по площади поперечного сечения колокола 2 F_k .

Согласно закону Бойля—Мариотта:

$$\Delta l_c = l_k \frac{P_{\text{изб}}}{P_{\text{атм}} + P_{\text{изб}}}, \quad (5)$$

где l_k — приведенная длина колокола 2 с учетом

$$l_k \cdot F_k = V_1, \quad (6)$$

V_1 — начальный общий объем воздуха в колоколе 2 и чаше 3. Из уравнений (1)–(5) получим:

$$h_2 = \frac{h_1 \gamma_1}{\frac{\gamma_2}{\gamma_1} \left(1 + \frac{f}{F_4}\right) + \frac{f}{F_k} + l_k \frac{\left(1 + \frac{f}{F_4}\right) \gamma_2}{P_{\text{атм}} + h_2 \left(1 + \frac{f}{F_4}\right) \gamma_2}}, \quad (7)$$

откуда следует:

1. При $\gamma_1 = \text{const}$ и $\gamma_2 = \text{const}$ преобразователь может функционировать как измеритель уровня h_1 .

2. При $h_1 = \text{const}$ и $\gamma_2 = \text{const}$ преобразователь функционирует как измеритель плотности жидкости γ_1 .

3. При произвольно изменяющихся h_1 и γ_1 , преобразователь работает как манометр, который можно с успехом использовать в качестве датчика на целевых расходомерах с учетом изменяемой плотности нульпы [3].

Режим уровнемера. Коэффициент передачи определяется из (7)

$$K_h = \frac{h_2}{h_1} = \frac{1}{\frac{\gamma_2}{\gamma_1} \left(1 + \frac{f}{F_4}\right) + \frac{f}{F_k} + l_k \frac{\left(1 + \frac{f}{F_4}\right) \gamma_2}{P_{\text{атм}} + h_2 \left(1 + \frac{f}{F_4}\right) \gamma_2}}, \quad (8)$$

откуда видна нелинейная зависимость h_2 от h_1 . Оценку нелинейности можно произвести по выражению

$$\delta_h = \frac{\Delta K_h}{K_h} = \frac{|K_{h_1} - K_{h_{\max}}|}{K_{h_1}} \quad (9)$$

где K_{h_1} , $K_{h_{\max}}$ — значения K_h при $h_2 = 0$ и $h_2 = h_{2\max}$. После некоторых преобразований окончательно получим:

$$\Delta K_h = \left| \frac{1}{A + B \left(1 + B \frac{1}{1,1 a_k} \right)} - \frac{1}{A + B} \right| \quad (10)$$

$$\delta_h = \frac{(1 + a_1) \gamma_2}{P_{\text{атм}} + \frac{1}{1,1 h_{2\max}} \left(\frac{a_k}{a_k} + \frac{1}{1 + a_1} \right)} \quad (11)$$

где

$$a_1 = \frac{\gamma_1}{\gamma_2}; \quad a_2 = \frac{f}{F_4}; \quad a_3 = \frac{f}{F_k}; \quad A = a_1 (1 + a_2) + a_3;$$

$$B = \frac{1,1 h_{2\max} a_k (1 + a_1) \gamma_2}{P_{\text{атм}}}$$

Из (8) и (11) следует, что $0 < K_h < 1$ при $a_1 = 1$ и между относительной ошибкой δ_h и коэффициентом K_{h_1} существует убывающая связь, что свидетельствует о достаточной точности (коэффициент δ_h стремится к нулю) измерения уровня при близких к единице значениях коэффициента передачи K_h .

Режим плотномера. Аналогичными рассуждениями получим следующие выражения характеристик: коэффициент передачи—

$$K_\gamma = \frac{h_2}{\gamma_1} = \frac{h_1}{\gamma_2 \left(1 + \frac{f}{F_4} \right)} - h_2 \left(\frac{l_k}{P_{\text{атм}} + h_2 \gamma_2 \left(1 + \frac{f}{F_4} \right)} + \frac{f}{F_k \gamma_2 \left(1 + \frac{f}{F_4} \right)} \right); \quad (12)$$

оценка нелинейности —

$$\delta_\gamma = \left| \frac{h_{2\max} a_k}{h_1} \left(\frac{1,1 h_{2\max} (1 + a_1) \gamma_2}{P_{\text{атм}}} + 1 \right) \right|. \quad (13)$$

Из уравнений (12) и (13) следует, что в предельном случае, когда a_k и a_1 стремятся к нулю, при $a_1 = 1$ коэффициент передачи K_γ стремится к величине h_1 , т. е. диапазон вариации K_γ равен $0 \div h_1$. Когда значение K_γ близко к h_1 , плотномер обеспечивает большую точность ($\delta_\gamma \rightarrow 0$) линейности h_2 от γ_1 .

Режим манометра. Коэффициент передачи имеет вид:

$$K_p = \frac{h_2}{P_{\text{изб}}} = \frac{1}{\gamma_2 \left(1 + \frac{f}{F_4} \right)}. \quad (14)$$

который констатирует линейную связь между выходом h_2 и входом $P_{\text{плб}}$. В режиме манометра преобразователь обеспечивает одинаковую высокую точность для любого значения коэффициента передачи K_p .

Выводы

1. Совместное функционирование колокольного датчика пьезометрического уровнемера и чашечного манометра позволяет использовать поплавковые датчики (в данном случае дифтрансформаторный) для измерения уровня и плотности агрессивных жидкостей, а также давления агрессивных газов.

2. Гидропневматический узел дает возможность измерения выше указанных параметров в широких пределах, с высокой точностью и чувствительностью (в долях миллиметра).

3. Гидропневмоэлектрический преобразователь может с успехом служить в системах АСУ технологических процессов обогащения руд цветных металлов в качестве датчика уровня, плотности, давления и расхода твердого в пульсе.

Кафанский отд. ВЦ
АН АрмССР

Поступило 10.IV.1976

ЛИТЕРАТУРА

1. Бунятян О. М., Бабалян К. С. Разработка и внедрение электрического преобразователя выходного сигнала экспресс-газулометра-плотнмера на Загезуномском медно-молибденовом комбинате. «Промышленность Армении», 1970, № 10.
2. Емельянов А. Н., Емельянов В. А., Калинина С. А. Практические расчеты в автоматике. М., «Машиностроение», 1967.
3. Троицкая Л. Е., Козин В. З., Аршинский В. М. Автоматизация обогащительных фабрик. М., «Недра», 1970.