

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

А. М. БАРХУДАРИАН, Р. А. МОВСЕСЯН, П. В. АМБАРЦУМЯН

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПРЕВЫШЕНИЙ ПРИ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОМ
НИВЕЛИРОВАНИИ

При гидродинамическом нивелировании на точность определения перемещений оказывают влияние температура, вязкость жидкости, диаметр трубопроводов и другие факторы, которые при измерениях от цикла к циклу могут изменяться [1—3].

В настоящей статье приводятся результаты исследования, подтверждающие возможность применения метода гидродинамического нивелирования для измерения относительного перемещения и определения превышений между контролируемыми точками с исключением ошибок, связанных с изменениями температуры и других параметров системы.

На нивелируемых точках устанавливаются и одинаковых, сообщающихся друг с другом сосудов. В них имеются неподвижные штоки-сигнализаторы J_1, J_2, \dots, J_n , от которых при контакте с жидкостью на блок управления и регистрации передаются сигналы. Сосуды и уравнительный бак последовательно соединены друг с другом гибкими прозрачными шлангами. Можно применять как открытую, так и замкнутую систему, когда последний сосуд соединяется с уравнительным баком. При его поднятии в системе создается нестационарное движение и жидкость от уравнительного бака движется по направлению к измерительным сосудам, вследствие чего уровень жидкости в сосудах непрерывно поднимается. Через некоторое время создается установившееся движение [2] и с этого момента во всех сосудах уровни жидкости поднимаются практически с одинаковыми скоростями. Контакты жидкости с сигнализаторами происходят неодновременно и это фиксируется соответствующими счетчиками.

Имея показания счетчиков при двух замерзах, можно определить значение превышений отметок площадок, где смонтированы сосуды.

В [1—3] получены уравнения нестационарного движения и неразрывности жидкости в отдельных участках системы. Дана методика определения закономерности изменения уровней жидкости в сосудах и времени установления стационарного движения с применением ЭВМ. Параметры системы и скорость поднятия уравнительного бака выбира-

ют так, чтобы контакты жидкости с сигнализаторами происходили после установления стационарного движения, для которого получено:

$$\begin{cases} Z - Z_1 = h_1; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Z_{i-1} - Z_i = h_i; \\ \dots \dots \dots \dots \dots \dots \\ Z_{n-1} - Z_n = h_n, \end{cases} \quad (1)$$

где Z_i — высота уровня в сосуде, отсчитываемая от поверхности сравнения 0—0; h_i — потери энергии на i -ом участке:

$$h_i = (1 + \beta) \frac{32 l_i \gamma_n}{g d_p^3} v_i \quad (2)$$

или

$$h_i = K_i v_i, \quad (3)$$

где

$$K_i = (1 + \beta) \frac{32 l_i \gamma_n}{g d_p^3}; \quad (4)$$

ν — кинематический коэффициент вязкости жидкости в момент измерения; d_p — диаметр шлангов; l_i — длина трубопровода, соединяющего соседние сосуды; g — ускорение свободного падения.

Из уравнений неразрывности при стационарном движении следует:

$$\frac{dZ}{dt} = \frac{dZ_1}{dt} = \dots \dots \dots = \frac{dZ_n}{dt} = \frac{F_0 U}{F_0 + nF}, \quad (5)$$

тогда скорость жидкости на отдельных участках шланга равна:

$$v_i = \frac{F_0 U}{F_0 + nF} \cdot \frac{F}{\omega} (n - i + 1) = A (n - i + 1) U, \quad (6)$$

где

$$A = \frac{F_0 F}{\omega (F_0 + nF)}; \quad (7)$$

F_0 , F , ω — соответственно, площади сечения уравнительного бака, измерительного сосуда и шланга; U — скорость поднятия бака.

Для определения превышений между контролируемыми точками предлагается метод применения двухскоростного подъемника.

Измерение производится в два этапа. На первом этапе уравнительный бак поднимается со скоростью U_1 . В момент контакта жидкости с сигнализатором J_2 контрольного сосуда пьезометрическая линия расположена по $a - a_1$, а с сигнализатором J_1 — по $\delta_1 - \delta$ (рис.).

Из рисунка следует:

$$H_{i-k} = \Delta h_{i-k} + \sum_{j=k+1}^i h_j, \quad (8)$$

где $\sum_{j=k+1}^i h_j$ — суммарные потери энергии между контрольным и i -ым сосудами при первом этапе; Δh_{i-k} — превышение острия сигнализатора J_i относительно острия J_k , или

$$H_{i-k} = \Delta h_{i-k} + U_1 A \sum_{j=k+1}^i K_j (n - j + 1). \quad (9)$$

На втором этапе уравнительный бак поднимается со скоростью U_2 . Пусть $U_2 = mU_1$, тогда пьезометрические линии, соответственно, будут $a - a_2$ и $b_2 - b$, и вместо (9) получим:

$$H'_{i-k} = \Delta h'_{i-k} + U_2 A \sum_{j=k+1}^i K_j (n - j + 1) \quad (10)$$

или

$$H'_{i-k} = \Delta h_{i-k} + mU_1 A \sum_{j=k+1}^i K_j (n - j + 1). \quad (11)$$

Так как оба этапа следуют один за другим за сравнительно короткий промежуток времени, то температура жидкости и параметры системы не меняются, следовательно, значение K_j при двух этапах для каждого участка остается постоянным.

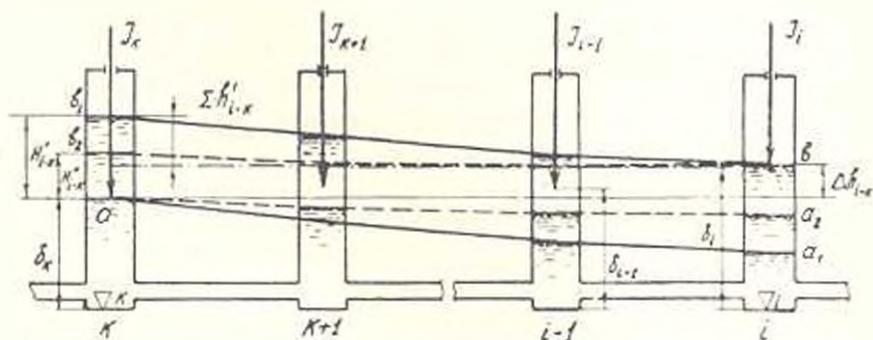


Рис.

Уравнение (9), умножая на m и совместно решая с (11), получим:

$$mH'_{i-k} - H_{i-k} = m\Delta h_{i-k} - \Delta h_{i-k},$$

откуда

$$\Delta h_{i-k} = \frac{mH'_{i-k} - H_{i-k}}{m-1}. \quad (12)$$

Так как

$$\begin{cases} H'_{i-k} = B_1(N'_i - N'_k), \\ H_{i-k} = B_2(N_i - N_k), \end{cases} \quad (13)$$

где

$$B = \frac{U}{N_0 \left(1 + n \frac{P}{P_0}\right)}; \quad (14)$$

N_0 — число импульсов за единицу времени; N_i — показания счетчиков, то

$$\Delta h_{i-k} = \frac{mB_1(N_i - N_k) - B_2(N'_i - N'_k)}{m-1} \quad (15)$$

или

$$\Delta h_{i-k} = \frac{(N'_i - N'_k) - (N_i - N_k)}{N_0 \left(1 + n \frac{F}{F_0}\right)} U_2 \quad (16)$$

Зная расстояние \bar{z}_i от острия сигнализатора до основания измерительного сосуда, легко определить превышения площадок, на которых смонтированы сосуды:

$$v_i - v_k = \bar{z}_k - \bar{z}_i + \Delta h_{i-k}.$$

В случае необходимости определения относительного вертикального перемещения двух точек со временем, достаточно иметь превышения в начале и конце рассматриваемого промежутка времени и сравнить эти результаты.

Использование предлагаемого способа гидродинамического нивелирования по сравнению с существующими обеспечивает следующие преимущества:

а) возможность определения превышений между контролируемыми точками, не измеряя уровень жидкости в баке подъемного механизма, что упрощает и облегчает процесс измерения, т. к. измерение непрерывно меняющегося уровня жидкости на практике трудно осуществить простыми способами;

б) замеры следуют один за другим и практически температура за это время можно считать постоянной, что повышает точность измерения;

в) система гидродинамического нивелирования, основанная на новом способе, позволяет определять не только смещения контролируемых точек, но и превышения между ними и может быть использована для регулярных наблюдений за деформациями инженерных сооружений.

ЕрПИ им К. Маркса

7.1.1982

Ա. Մ. ԲԱՐՍԵՂՅԱՆԻ Ի. Հ. ՄԱՆՆԻՍՅԱՆ Գ Վ ՀԱՐԲԱԶՈՒՄՅԱՆ

ՎԻՐԱԳԱՆՑՈՒՄՆԵՐԻ ՈՐՈՇՈՒՄԸ ՀԻՄՈՒԻԿԱՄԻԿ
ՀԱՐԹԱԶԱՓՄԱՆ ԴԵՊՔՈՒՄ

Ա մ փ ո փ ո լ մ

Հողփածում բերված տեսական հետազոտությունների րացահայտում են նարարերական ուղղածից ածղափոխումների կամ դեֆորմացիաների և վերահսկման ենթական կետերի վերագանցումների որոշման հնարավորությունը

