

РОЛЬ ФУНДАМЕНТАЛЬНИХ ЗНАНЬ ТЕПЛОТЕХНІКИ ПРИ РОЗВ'ЯЗАННІ ІНЖЕНЕРНОЇ ЗАДАЧІ

Ткаченко Станіслав, д.т.н., проф. кафедри теплоенергетики,
Денесяк Дмитро, аспірант кафедри теплоенергетики,
Дзюбанчук Максим, студент групи ТЕ-15(б),
 Вінницький національний технічний університет, Україна

Виникло питання в інженерній практиці, щодо визначення рівня агресивних рідин в баку. Вимірювати звичайними приладами не вдалось, вони не працюють в таких середовищах.

Спеціалісти створили систему автоматизації, яка представлена на рисунку 1 та спробували налагодити її. Призначення системи полягало в відкачуванні агресивної рідини при певному рівні та виключенню насоса при порожньому баку.

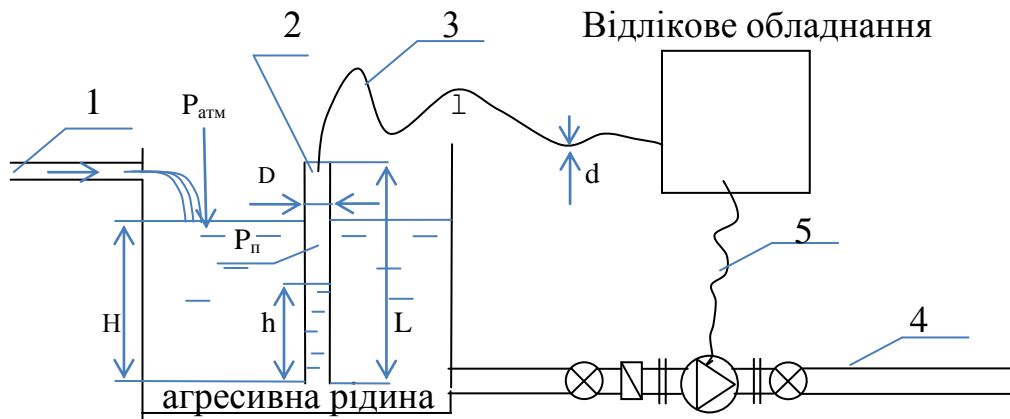


Рисунок 1 – Схема автоматизації

На схемі (див. рис. 1): 1 – підведення рідини в бак; 2 – закрита зверху металева труба та відкрита знизу; 3 – з'єднання повітряного об'єму труби 2 з датчиком тиску; 4 – відвідна труба з насосом; 5 – сигнал на насос.

На практиці з'ясувалось, що насос міг включатись за умов пустого бака і відключатись – за умов наповненого. Таке спостерігали спеціалісти у виробничих умовах під час наладки.

Перед нами була поставлена задача, з'ясувати причину виникнення проблеми в роботі автоматизованої системи.

Потрібно знайти тиск повітря в капілярах P_n і висоту стовпа рідини h в трубі 3. Система рівнянь, яка описує термогідравлічний стан у вимірювальній системі на рисунку 1 [1, 2, 3]:

$$\begin{cases} P = P_{\text{атм}} + \rho g H; \\ P = P_n + \rho g h; \\ P_n \cdot V_n = GRT, \end{cases} \quad (1)$$

$$G = \rho_{\text{п}} \frac{\pi D^2}{4} L + \rho_{\text{п}} \frac{\pi d^2}{4} l = \rho_{\text{п}} (P, T) \left(\frac{\pi D^2}{4} L + \frac{\pi d^2}{4} l \right) \quad (2)$$

де $P_{\text{атм}}$ – атмосферний тиск; g – прискорення вільного падіння; $\rho = f(t)$ – густина рідини; h – висота стовпчика рідини в закритій зверху трубі 2; H – рівень рідини в ємності; $V_{\text{п}}$, G – відповідно об'єм, маса повітря в трубі 2 і в під'єднувальній трубці 3, $G = \text{const}$; t – температура повітря системи; R – газова стала повітря; D – діаметр труби 2; l – довжина з'єднання 3; L – довжина труби 2; d – діаметр з'єднувальної труби 3; P – абсолютний тиск в рідині на глибині занурення H ; $\rho_{\text{п}} = f(P_{\text{п}}, t)$ – густина повітря в трубі 3; T , t – температура, відповідно, в градусах Кельвіна і Цельсія.

Із (1) і (2) з врахуванням позначень на рисунку маємо:

$$\frac{GRT}{\frac{\pi D^2}{4}(L-h) + \frac{\pi d^2}{4}l} + \rho gh = P_{\text{атм}} + \rho gH. \quad (3)$$

Рівняння (3) квадратне відносно h . Тобто для одного і того ж рівня H , в загальному випадку, можливі два значення h і $P_{\text{п}}$.

А отже, згідно сигналу із відлікового обладнання насос може включатись або виключатись при заповненому баку, або – при порожньому. Отже, проаналізована ідея автоматизації хибна.

Список використаної літератури

1. Мурзаков В. В. Основы технической термодинамики / В. В. Мурзаков. – М.: «Энергия», 1973 г.
2. Повх И. Л. Техническая термодинамика / И. Л. Повх. – М.: «Машиностроение», 1969 г.
3. Альтштуль А. Д. Гидравлика и аэродинамика. / А. Д. Альтштуль, П. Г. Киселев Учеб. пос. для вузов / Изд. 2-е, перераб. и доп. – М.: Стройиздат, 1975 г.