

печати; пульта дистанционного управления; адаптера компьютера для RS232; устройства переноса данных; адаптера включения теплосчетчика в общую информационную сеть.

Таким образом, исследования показали, что электромагнитный микропроцессорный теплосчетчик КМ-5-1 достаточно просто может использоваться для измерения параметров теплоэнергии в системах теплоснабжения закрытого типа и водоснабжения как автономное устройство, так и как элемент АСКУЭ с обработкой и визуализацией результатов на ПЭВМ. Вместе с тем, отсутствие импульсного выхода, соответствующего потребленной теплоэнергии не позволяют его использование в АСКУ других типов энергии.

УДК 622.531:51.001.57

АВТОМАТИЧЕСКИЙ КОНТРОЛЬ ПОДАЧИ НАСОСНОЙ УСТАНОВКИ

Букреев А.А., студент; Оголобченко А.С. доц., к.т.н.
(Донецкий государственный технический университет)

Одним из основных параметров контроля при автоматизации насосных установок является подача насоса. Опыт применения различных расходомеров (переменного перепада давления, электромагнитных и ультразвуковых) в условиях гидрошахт на высоконапорных насосных установках типа ЦНСГ 850×960, перекачивающих загрязненную воду под большим давлением, показал низкую надежность датчиков, значительную погрешность измерения, сложность и громоздкость конструкций, а также необходимость постоянного обслуживания [1]. Автоматический контроль подачи таких установок предлагается осуществлять косвенным способом - с использованием известной из теории центробежных насосов функциональной зависимости подачи Q от величины активной мощности P_a , потребляемой приводным электродвигателем, и давления воды p на нагнетании насоса:

$$Q=f(P_a, p, \eta), \quad (1)$$

где η – к.п.д. насосной установки.

Для получения математического выражения зависимости (1) использованы экспериментальные данные промышленных исследо

ваний системы энергетического водоснабжения забоев гидрошахты "Красноармейская" ГХК "Добропольеуголь" (см. таблицу) [1].

В результате обработки экспериментальных данных на ЭВМ, с использованием программы АСНИ, получена искомая зависимость вида:

$$Q = a_0 - a_1 \cdot p - a_2 \cdot P_a + a_3 \cdot p \cdot P_a, \quad (2)$$

где $a_0 = 1,15$; $a_1 = 9,6 \cdot 10^{-7}$; $a_2 = 1,3 \cdot 10^{-6}$; $a_3 = 1,63 \cdot 10^{12}$,

$[p] = \text{Па}$; $[P_a] = \text{Вт}$; $[Q] = \text{м}^3/\text{с}$.

Зависимость (2) справедлива в диапазоне изменения p от $1,25 \cdot 10^6$ до $0,85 \cdot 10^6$ Па и P_a от $2,7 \cdot 10^5$ до $4,7 \cdot 10^5$ Вт (на одно рабочее колесо), что соответствует рабочему диапазону эксплуатации насосов типа ЦНСГ 850×960 в системах энергетического водоснабжения забоев гидрошахт.

Таблица – Экспериментальные данные параметров насосного агрегата типа ЦНСГ 850×960

№ опыта	Давление воды p , Па (погрешность измерения 2%)	Активная мощность, потребляемая электроприводом насоса P_a , Вт (погрешность измерения 2%)	Подача насоса Q , м ³ /с (погрешность измерения 4%)
1	1230000	274000	0,055
2	1200000	370000	0,097
3	1170000	425000	0,130
4	1140000	430000	0,147
5	1070000	454000	1,182
6	1050000	461000	0,195
7	1000000	463000	0,204
8	993000	472000	0,250

Анализ остатков показал, что при регрессии были использованы однородные экспериментальные данные, т.е. для всех наблюдений было выполнено неравенство:

$$|S_i| < 3,$$

где S_i – величина i -го нормального отклонения.

Проверка гипотезы о нормальности распределения остатков проводилась по асимметрии и эксцессу. Полученное значение χ^2 - критерия $\chi^2 = 0,5$ меньше табличного $\chi_{\tau}^2 = 5,99$, что подтверждает гипотезу о нормальности распределения.

Для оценки значимости полученных коэффициентов уравнения (2) использовался t – критерий Стьюдента. При этом получено расчетное значение $t = 17,64$, что значительно больше табличного $t_{\tau} = 3,55$. Следовательно, можно утверждать, что все коэффициенты значимы.

Кроме того, с помощью анализа остатков установлена адекватность модели экспериментальным данным. При этом погрешность аппроксимации составила 4,5%.

Параметры P_a и p могут быть измерены надежными в эксплуатации техническими средствами, которыми оснащаются автоматизированные насосные установки, например, преобразователями активной мощности типа Е859 и манометрами типа МП-Э4-В2. К.п.д. в рабочем диапазоне насосов энергетического водоснабжения гидрошахт изменяется не линейно от 0,2 до 0,85 и техническими средствами не измеряется. Величина η учтена числовыми значениями коэффициентов в математической зависимости (2).

Общая погрешность вычисления Q с учетом погрешностей измерения p и P_a составляет 5,5%, что вполне приемлемо для условий эксплуатации насосов на гидрошахтах. Однако следует иметь в виду, что зависимость (2) получена для новых насосов. При износе насоса более чем на 30% возможно значительное увеличение погрешности измерения подачи. Поэтому необходимо периодически, примерно через 1500 часов работы насоса, осуществлять контрольные проверки технического состояния насоса.

Предлагаемый способ контроля может быть реализован устройством, структурная схема которого приведена на рисунке.

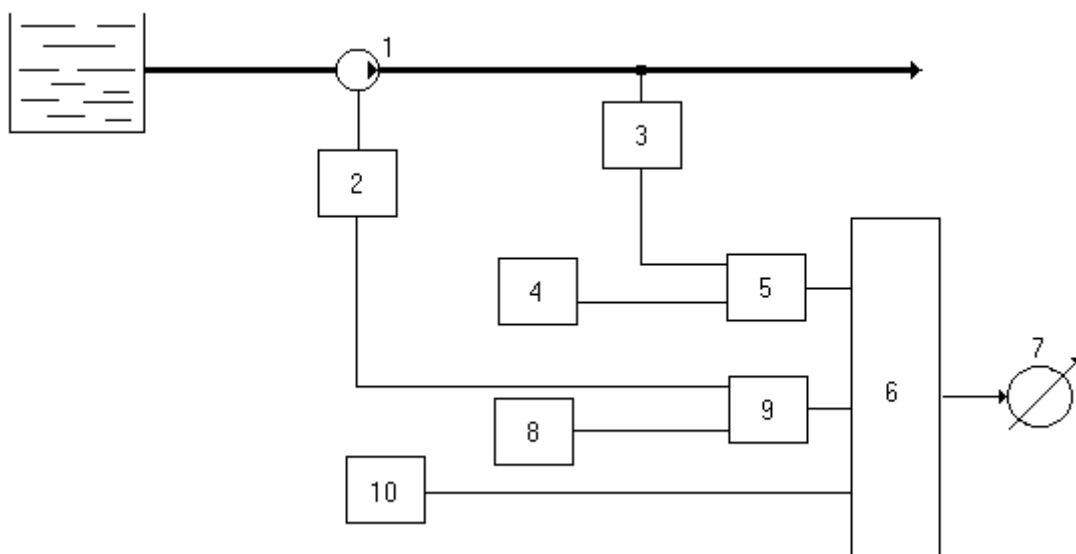


Рисунок – Структурная схема устройства контроля подачи

На рисунке обозначено: 1- насосный агрегат; 2- датчик активной мощности, потребляемой приводным электродвигателем насоса; 3- датчик давления; 4,8,10- задатчики числовых значений коэффициентов; 5,9- умножители; 6- сумматор; 7- индикатор.

Перечень ссылок

1. Оголубченко А.С. Система автоматизированного управления энергетическим водоснабжением забоев гидрошахты. Дис. канд. тех. наук. – Днепропетровск, 1993. – 351 с.