

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ОШИБОК ВЫЧИСЛЕНИЯ ТЕПЛОВОЙ МОЩНОСТИ ПРИ НЕУЧЕТЕ ДАВЛЕНИЯ В ТРУБОПРОВОДЕ

Р.А. Сушевский

Гомельский политехнический институт им. П.О. Сухого, Беларусь

В эксплуатируемых теплосчетчиках применяется два основных способа вычисления потребленной тепловой энергии - аналоговый и микропроцессорный. В последних разработках теплосчетчиков применяется только микропроцессорный способ. Как правило теплосчетчики соответствуют четвертому классу точности. Но повышение класса точности теплосчетчиков весьма актуально. Для построения теплосчетчиков повышенной точности необходимо обеспечить малую методическую погрешность вычисления тепловой мощности (q_T), зависящую от способа аппроксимации зависимостей энтальпии (h) и плотности (ρ) от температуры и давления.

В докладе приводятся результаты определения методических погрешностей вычисления q_T при различных способах аппроксимации z а в и с и м о h и ρ о т температуры.

Методические относительные погрешности $\delta_{т.мет}$ вычисления потребляемой тепловой мощности определялись при различных разностях температур прямой и обратной воды ($\Delta T = T_{пр} - T_{обр}$) по формуле:

$$\delta_{т.мет} = \frac{\Delta q_{т.пр} - \Delta q_{т.ид}}{\Delta q_{т.ид}} * 100\% ,$$

где: $\Delta q_{т.пр}$ - приближенное значение потребляемой тепловой мощности, получаемое при принятом способе микропроцессорного вычисления;

$\Delta q_{т.ид}$ - идеальное значение потребляемой тепловой мощности.

Вычисления проводились на персональном компьютере. $\Delta q_{т.ид}$ определялось по Международной системе уравнений 1968 г. Вычисление $\Delta q_{т.пр}$ для теплосчетчиков повышенной точности по таблицам термодинамических свойств воды, приведенных в книге Ривкина С.Л., Александрова А.А. "Теплофизические свойства воды и водяного пара" невозможно, т.к. в некоторых точках этих таблиц значения h приведены с ошибкой относительно точных значений до 0.08% (для удельного объема - до 0.01%), что не позволяет объективно провести анализ методических погрешностей и не позволяет правильно определить способ аппроксимации зависимостей h и ρ . Кроме того, эти таблицы не позволяют провести анализ методических ошибок вычисления q_T при $\Delta T < 10^\circ\text{C}$ и при температурах, не кратных 10°C . Поэтому были построены таблицы с зависимостями h и ρ , приведенными с большей точностью и с меньшим шагом по температуре, и расчет $\Delta q_{т.пр}$ велся по ним.

Методические ошибки вычисления Q_T , обусловленные неучетом влияния давления на h и ρ , при отклонении давления от номинального на одинаковые процентные со-

отношения в прямом и в обратном трубопроводе, достигают следующих величин (см. табл. 1):

Таблица 1

| $\Delta P, \%$ | $\delta, \% \text{ при } \Delta T, ^\circ\text{C}$ | | | | | | | | | |
|----------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | 5 | 10 | 15 | 20 | 30 | 40 | 50 | 60 | 70 | 80 |
| +50 | 1,239 | 0,634 | 0,427 | 0,324 | 0,214 | 0,161 | 0,128 | 0,106 | 0,092 | 0,081 |
| +40 | 0,994 | 0,508 | 0,343 | 0,26 | 0,172 | 0,129 | 0,102 | 0,085 | 0,074 | 0,065 |
| +30 | 0,749 | 0,382 | 0,258 | 0,195 | 0,129 | 0,097 | 0,077 | 0,064 | 0,055 | 0,048 |
| +20 | 0,502 | 0,255 | 0,174 | 0,131 | 0,086 | 0,065 | 0,051 | 0,043 | 0,037 | 0,032 |
| +10 | 0,274 | 0,129 | 0,093 | 0,066 | 0,045 | 0,033 | 0,026 | 0,022 | 0,019 | 0,016 |
| 0 | 0,071 | 0,005 | 0,025 | 0,004 | 0,003 | 0,002 | 0,003 | 0,003 | 0,002 | 0,002 |
| -10 | 0,28 | 0,126 | 0,096 | 0,065 | 0,043 | 0,032 | 0,026 | 0,022 | 0,019 | 0,017 |
| -20 | 0,499 | 0,254 | 0,177 | 0,13 | 0,086 | 0,064 | 0,051 | 0,043 | 0,037 | 0,033 |
| -30 | 0,75 | 0,383 | 0,263 | 0,195 | 0,129 | 0,096 | 0,077 | 0,065 | 0,055 | 0,049 |
| -40 | 1,004 | 0,511 | 0,35 | 0,26 | 0,172 | 0,128 | 0,103 | 0,086 | 0,073 | 0,065 |
| -50 | 1,26 | 0,64 | 0,436 | 0,325 | 0,215 | 0,16 | 0,128 | 0,107 | 0,092 | 0,081 |

Как видно из вышеприведенной таблицы, методическая ошибка при номинальном давлении не превышает 0.071%, а при отклонении давления на $\pm 50\%$ она уже составляет 1.26%. Таким образом, при неучете давления теплосчетчик будет удовлетворять четвертому классу точности. Для повышения класса точности необходимо использовать датчики давления.