

ОПРЕДЕЛЕНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ОШИБОК ПРИ ИЗМЕРЕНИИ ЭНЕРГИИ ВЛАЖНОГО ПАРА

К.С. Сарело

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

В настоящее время промышленностью Республики Беларусь выпускаются и используются теплосчетчики только на перегретый и сухой насыщенный пар. При подаче его на большие расстояния, температура падает, и он может переходить в область влажного пара или жидкости. Так как тепловая мощность для влажного и сухого пара рассчитывается по различным методикам, а область влажного пара достаточно велика, то возникает погрешность в определении тепловой мощности, переносимой влажным паром, теплосчетчиком на перегретый пар.

Используя таблицу «Сухой насыщенный пар и вода на кривой насыщения (по давлению или температуре)» и формулы для вычисления удельного объема влажного пара (V_X).

$$V_X = V'' \cdot x + (1 - x) \cdot V',$$

где V'' – удельный объем сухого насыщенного пара;
 V' – удельный объем кипящей воды;
 x – степень сухости.
и удельной энтальпии влажного пара (i_X)

$$i_X = i' + r \cdot x,$$

где i' – удельная энтальпия кипящей жидкости;
 r – теплота парообразования;
можно определить величину (i_X/V_X) которая пропорциональна количеству тепла (q), отпускаемого с потоком влажного пара:

$$q = \frac{k \cdot Q_0 \cdot i_X}{V_X} = \frac{k \cdot Q_0 \cdot (i' + r \cdot x)}{V'' \cdot x + (1 - x) \cdot V'}$$

где k – масштабный коэффициент, зависящий от выбранных единиц измерения;
 Q_0 – объемный расход (пара)

Величина (i_X/V_X) используется для определения относительной погрешности измерения тепловой мощности (ε) влажного пара теплосчетчиком на сухой насыщенный пар, которая рассчитывается по формуле:

$$\varepsilon = \frac{q_1 - q_2}{q_1} \cdot 100\% = \left(1 - \frac{i_{X2} \cdot V_{X1}}{i_{X1} \cdot V_{X2}}\right) \cdot 100\%.$$

Расчеты относительной погрешности (ε) представлены в таблице 1, а форма этой зависимости показана на рис 1.

Таблица 1

Относительная погрешность определения тепловой мощности влажного пара
теплосчетчиком на сухой насыщенный пар ($\Delta t = 80^\circ\text{C}$)

$t_{\text{нач.}}$ degC	$t_{\text{кон.}}$ degC	Сухость							
		0.95	0.90	0.85	0.80	0.75	0.70	0.50	0.25
200	120	1.652	3.486	5.534	7.834	10.437	13.406	31.106	91.53
210	130	1.734	3.657	5.804	8.214	10.941	14.051	32.558	95.348
220	140	1.663	3.508	5.566	7.877	10.489	13.466	31.146	90.661
230	150	1.894	3.994	6.336	8.963	11.933	15.314	35.355	102.254
240	160	1.973	4.16	6.598	9.331	12.417	15.93	36.687	105.246
250	170	2.052	4.324	6.855	9.691	12.891	16.53	37.958	107.843
260	180	2.129	4.485	7.107	10.042	13.351	17.11	39.152	109.96
270	190	2.204	4.641	7.351	10.381	13.793	17.663	40.25	111.501
280	200	2.276	4.79	7.582	10.701	14.207	18.178	41.212	112.311
290	210	2.345	4.932	7.801	11.001	14.592	18.65	42.024	112.308
300	220	2.442	5.134	8.114	11.431	15.148	19.339	43.289	113.374
310	230	2.464	5.174	8.167	11.491	15.202	19.374	42.924	108.903
320	240	2.51	5.264	8.297	11.654	15.391	19.575	42.868	105.045
330	250	2.539	5.314	8.361	11.72	15.442	19.588	42.259	99.16
340	260	2.54	5.304	8.323	11.634	15.281	19.315	40.855	90.676
350	270	2.489	5.18	8.1	11.276	14.744	18.544	38.15	78.533
360	280	2.329	4.822	7.493	10.363	13.452	16.782	33.035	60.545
370	290	1.769	3.61	5.526	7.516	9.581	11.714	20.697	28.092

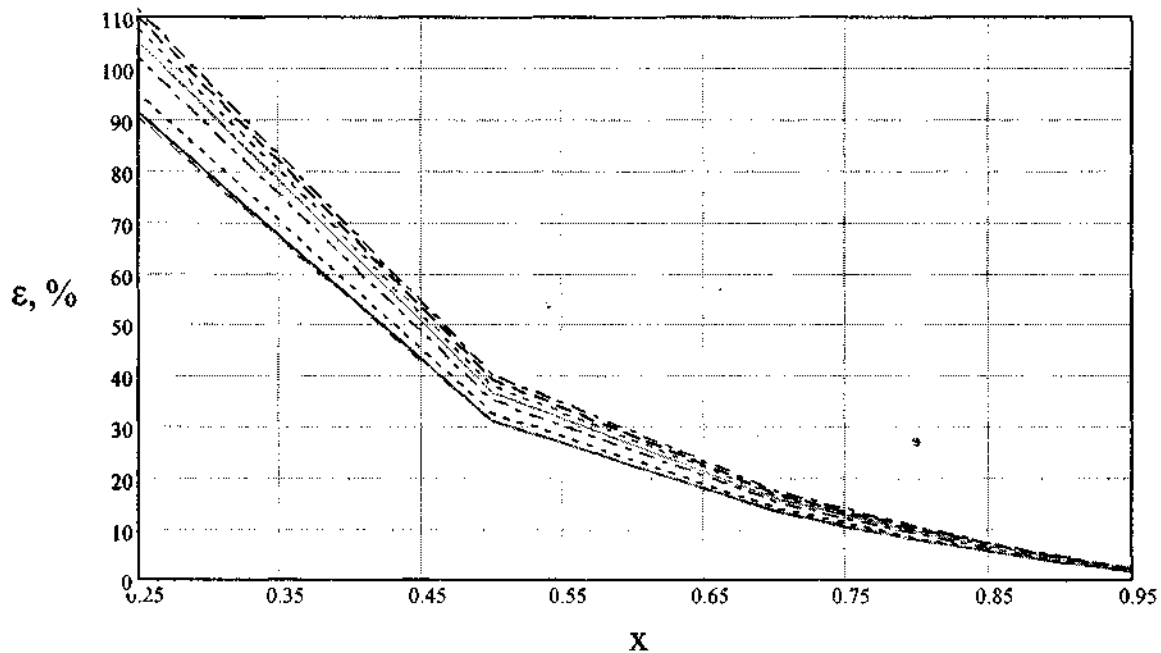


Рис. Зависимость относительной погрешности измерения тепловой мощности влажного пара
теплосчетчиком на сухой насыщенный пар (при $t_{\text{нач.}} = 200 \dots 370^\circ\text{C}$, $\Delta t = 80^\circ\text{C}$).

Проведенные расчеты показали, что относительная погрешность измерения тепловой мощности, переносимой влажным паром теплосчетчиком на сухой насыщенный пар может превышать 100% в зависимости от влажности пара.

Таким образом возникает необходимость разработки теплосчетчиков на влажный пар.

Литература

1. Ривкин С.Л., Александров А.А. Теплофизические свойства воды и водяного пара.- М.: Энергия, 1980.
2. Нащекин В.В. Техническая термодинамика и теплопередача. : Учеб. Пособие для вузов. - 3-е изд., испр. и доп. - М.: Высш. школа, 1980.