

УДК 658.26

ВЫБОР ПАРАМЕТРОВ ПАРА УТИЛИЗАЦИОННОЙ УСТАНОВКИ В ЭНЕРГОСИСТЕМЕ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Серов Н.В.

Научный руководитель – старший преподаватель Космачёва Э.М.

Утилизационные установки, использующие ВЭР в виде физической теплоты различных газов, горячей продукции, теплоты охлаждения элементов агрегатов и т.п., как правило, вырабатывают водяной пар различных параметров, горячую воду или горячий воздух для целей сушки, подогрева сырья.

Рациональный выбор параметров пара от утилизационных установок с комплексным учетом общезаводских интересов является весьма сложной задачей.

В котлах, работающих на топливе, температура продуктов сгорания в топке составляет обычно около 2000 °С. Температура уходящих газов перед котлом-утилизатором (КУ) в большинстве случаев не превышает 400...700 °С. Вследствие этого отношение $G_{у.г.}/D_p$, где $G_{у.г.}$ - расход греющих газов в КУ; D_p – расход вырабатываемого пара, во много раз больше, чем в котлах на топливе. А это, в свою очередь, приводит к тому, что в экономайзере КУ температура уходящих газов может быть снижена, как правило, только незначительно.

В связи со сравнительно низкой температурой газов на входе в КУ большое влияние на его паропроизводительность имеет давление вырабатываемого пара, определяющее температуру испарения воды, а, следовательно, и возможное охлаждение греющих газов в

испарительной части котла, в которой отдается основное количество теплоты. Экономически оправданная минимальная разность температур между газами и испаряемой водой на холодном конце испарительной части КУ $\Delta t_{хол} = 40...50$ °С (рисунок 1).

Теплота, отдаваемая потребителям 1 кг пара, сравнительно мало зависит от его давления, так как определяется в основном теплотой конденсации, поэтому, чем ниже давление пара в КУ, тем больше теплоты получит потребитель при том же расходе греющих газов и одинаковой их начальной температуре. Поэтому если пар от КУ имеет круглогодичных производственных потребителей, то нецелесообразно повышать давление пара выше требуемого потребителями, так как это

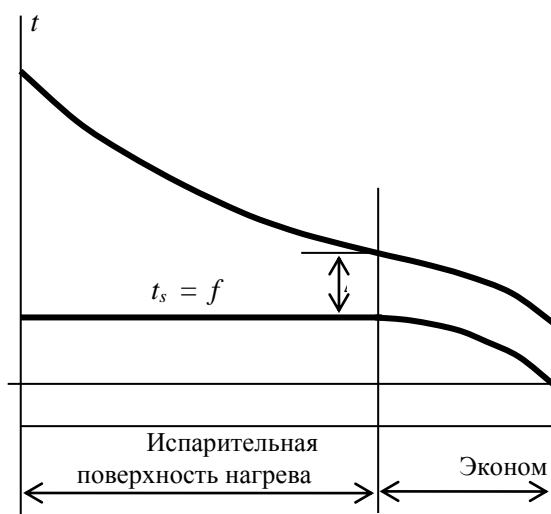


Рисунок 1. Температурный график котла – утилизатора

приводит, в конечном счете, к значительному уменьшению экономии, как топлива, так и приведенных затрат.

При заданном расходе греющих газов $G_{КУ}$ и их температуре на входе в КУ выработка пара составит

$$D_{КУ} = \frac{c_p G_{КУ} (t'_Г - t''_Г)}{i'' - i'} = \frac{c_p G_{КУ} (t'_Г - t''_Г)}{r}, \quad (1)$$

где c_p – средняя массовая изобарная теплоемкость газов в КУ можно принять $c_p = 1,05$ кДж/(кг·К); $t'_Г$ и $t''_Г$ – температура газов на входе и на выходе из испарительной части КУ.

$$t''_{\Gamma} = t_s + \Delta t_{\text{хол}}, \quad (2)$$

здесь t_s – температура кипения воды в КУ определяется по давлению из таблиц состояния насыщения [2]; $\Delta t_{\text{хол}}$ – экономически оправданная минимальная разность температур между газами и испаряемой водой на холодном конце испарительной части КУ, в работе принята $\Delta t_{\text{хол}} = 40$ °С; i'' , i' и r – энтальпия насыщенного пара, кипящей воды и теплота парообразования определяются по давлению из таблиц состояния насыщения [2].

Для исследования зависимости паропроизводительности КУ от давления вырабатываемого насыщенного пара приняты следующие характеристики работы котла:

- расход дымовых газов от высокотемпературной установки на котел $G_{\text{КУ}} = 1 \cdot 10^4$ кг/ч;
- температура дымовых газов на входе в КУ $t'_{\Gamma} = 600$ °С.

Результаты расчета представлены в таблице 1 и на рисунке 2.

Таблица 1. Результаты исследования зависимости паропроизводительности котла-утилизатора от давления генерируемого пара

№ пп	p , МПа	t_s , °С	r , кДж/кг	t''_{Γ} , °С	$D_{\text{КУ}}$, кг/ч
1	0,5	151,84	2109	191,84	2032
2	0,6	158,84	2086	198,84	2019
3	0,7	164,96	2067	204,96	2007
4	0,8	170,42	2048	210,42	1997
5	0,9	175,53	2031	215,53	1988
6	1,0	179,88	2015	219,88	1981
7	1,1	184,05	2000	224,05	1974
8	1,2	187,95	1987	227,95	1966
9	1,3	191,60	1972	231,60	1962
10	1,4	195,04	1960	235,04	1955

Как показали расчеты с повышением давления генерируемого котлом-утилизатором насыщенного водяного пара снижается его паропроизводительность. На основании исследований можно сделать вывод, что сохраняя экономически оправданную минимальную разность температур между газами и испаряемой водой на холодном конце испарительной части КУ $\Delta t_{\text{хол}} = 40 \dots 50$ °С, обеспечить максимальную производительность можно не завышая давление вырабатываемого пара по отношению к требуемому потребителю.

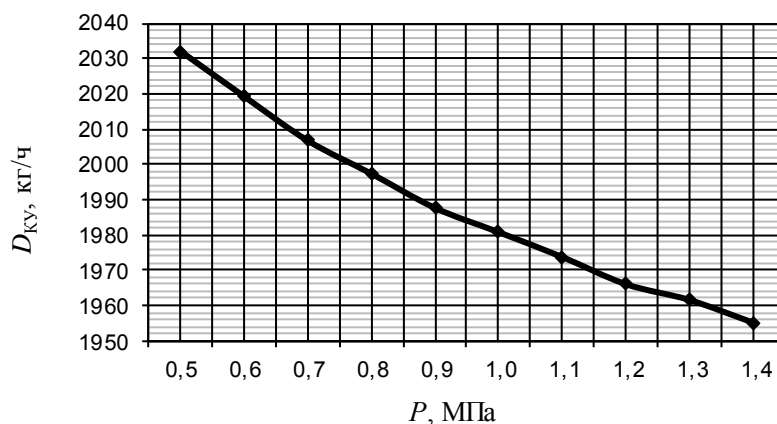


Рисунок 2. Зависимость паропроизводительности котла-утилизатора от давления вырабатываемого насыщенного пара

Литература

1. Сазанов, Б.В. Теплоэнергетические системы промышленных предприятий: учеб. пособие для вузов / Б.В. Сазанов, В.И. Ситас. - М.: Энергоатомиздат, 1990. – 304 с.
2. Ривкин, С.Л. Термодинамические свойства воды и водяного пара: справочник / С.Л. Ривкин, А.А. Александров. - М.: Энергоатомиздат, 1984. – 80 с.