

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОЭФФИЦИЕНТА ПОЛЕЗНОГО ДЕЙСТВИЯ ГАЗОИСПОЛЬЗУЮЩИХ АГРЕГАТОВ

Е.А. Изотова, О.Н. Медведева

Научный руководитель: доцент, д.т.н. О.Н. Медведева

Саратовский государственный технический университет имени Ю.А. Гагарина,

Россия, г. Саратов, ул. Политехническая, 77, 410054

E-mail: medvedeva-on@mail.ru

При использовании газообразного топлива на бытовые нужды населения применяются различные аппараты и оборудование (отопительные печи, газовые водогрейные котлы, водонагреватели, бытовые газовые плиты и т.д.). Эффективность использования газа в этих установках характеризуется коэффициентом полезного действия (КПД) [1]. Максимальная эффективность использования газа обеспечивается при работе аппаратов на номинальном режиме эксплуатации, то есть при номинальной подведенной тепловой мощности, которой соответствует номинальное давление газа перед установкой [2]. Давления газа перед газоиспользующим оборудованием оказывает значительное влияние на его коэффициент полезного действия. И чем больше колебания данного давления от установленной нормативными документами номинальной величины, тем меньше коэффициент полезного действия использования газа [2, 3]. Уменьшение КПД газоиспользующей установки обуславливается тем обстоятельством, что при снижении давления, а, значит и количества сжигаемого газа возрастает коэффициент избытка воздуха подаваемого в зону горения за счет естественной тяги или вентилятора. Это приводит к снижению КПД, несмотря на уменьшение температуры продуктов сгорания.

Исследованию тепловой эффективности бытовых газоиспользующих установок посвящено большое количество работ отечественных и зарубежных ученых. Подробная библиография по данному вопросу приводится в работах Стаскевича Н.Л. [4].

Экспериментальное определение коэффициента полезного действия газовых водогрейных аппаратов требует измерения расхода и температурного диапазона нагрева воды, а также расхода газа и теплоты его сгорания. Относительно небольшие изменения КПД газоиспользующих аппаратов в диапазоне рабочих режимов их эксплуатации (несколько процентов) предъявляет высокие требования к точности экспериментальных исследований, к минимизации погрешности средств измерения и контроля, методике обработки экспериментальных данных. Экспериментальные исследования водогрейных газовых аппаратов существенно упрощаются, если оценивать их тепловую эффективность с помощью относительного КПД, представляющего отношение КПД газового аппарата при текущем и номинальном режимах эксплуатации.

Тогда, получим формулу для определения относительного КПД:

$$\eta_{\text{отн}} = \frac{m(t_2 - t_1)V_{\text{НОМ}}}{Vm_{\text{НОМ}}(t_2^{\text{НОМ}} - t_1^{\text{НОМ}})} = \sqrt{\frac{P_{\text{НОМ}}}{P}} \frac{t_2 - t_1}{t_2^{\text{НОМ}} - t_1^{\text{НОМ}}}, \quad (1)$$

где m – расход нагреваемой воды, кг/ч; t_1, t_2 – температура воды на входе в аппарат и на выходе из аппарата, °С; V – расход газа, м³/ч; $P, P_{\text{НОМ}}$ – текущее и номинальное давления газа перед газовым аппаратом, Па.

Определение коэффициента полезного действия газовых водогрейных котлов и водонагревателей проводилось на экспериментальном стенде, разработанным авторами, в соответствии с действующими нормативными документами. Испытания аппаратов проводились при переменной тепловой мощности. Регулирование подведенной тепловой мощности осуществлялось изменением давления газа на входе в аппарат. Результаты экспериментальных исследований для котла Proterm представлены в таблицах 1 – 3.

Таблица 1 – Режим испытаний: $P_{\text{ном.ср}} = 200,8$ даПа; $t_{\text{ср}}^{\text{ном2}} = 60,5$ °С; $t_{\text{ср}}^{\text{ном1}} = 39,7$ °С

Номер измерения	$P_{\text{ном}}$, даПа	$P_{\text{ном.ср.}}$, даПа	$t_{\text{ном2}}$, °С	$t_{\text{ср}}^{\text{ном2}}$, °С	$t_{\text{ном1}}$, °С	$t_{\text{ср}}^{\text{ном1}}$, °С	$\eta_{\text{отн}}$
1	202	200,8	60,5	60,5	39,8	39,7	1
2	200		60,4		39,9		
3	199		60,2		39,5		
4	201		60,6		39,6		
5	203		60,5		39,7		
6	200		60,6		39,8		

Таблица 2 – Режим испытаний: $P_{\text{ср}} = 81,3$ даПа; $t_{2\text{ср}} = 51,9$ °С; $t_{1\text{ср}} = 39,9$ °С.

Номер измерения	P , даПа	$P_{\text{ср}}$, даПа	t_2 , °С	$t_{2\text{ср}}$, °С	t_1 , °С	$t_{1\text{ср}}$, °С	$\eta_{\text{отн}}$
1	82	81,3	51,8	51,9	39,8	39,9	0,948
2	81		52,1		39,9		
3	83		51,8		39,9		
4	80		51,8		40,1		
5	82		51,9		40,1		
6	80		52		40		

Таблица 3 – Режим испытаний: $P_{\text{ср}} = 295,5$ даПа; $t_{2\text{ср}} = 63,7$ °С; $t_{1\text{ср}} = 39,9$ °С.

Номер измерения	P , даПа	$P_{\text{ср}}$, даПа	t_2 , °С	$t_{2\text{ср}}$, °С	t_1 , °С	$t_{1\text{ср}}$, °С	$\eta_{\text{отн}}$
1	296	295,5	63,6	63,7	39,9	39,9	0,977
2	297		63,7		39,8		
3	294		63,9		40,0		
4	296		63,8		40,1		
5	294		63,9		39,9		
6	296		63,7		40,1		

Как видно из таблиц, режимы эксплуатации газовых водогрейных аппаратов оказывают существенное влияние на эффективность использования газового топлива. Так, например, при эксплуатации котла на номинальном режиме относительный КПД составляет 1,0. В тоже время при работе котла на газе с давлением 81,3 даПа, то есть при относительной тепловой мощности 0,636, относительный КПД снижается до 0,948. То есть при работе котла в режиме 2/3 от его номинальной тепловой мощности относительный КПД снижается более чем на 5%. Аналогичная ситуация наблюдается и при перегрузке котла. Так, например, при давлении газа $P = 295,5$ даПа, то есть при относительной тепловой мощности 1,21, относительный КПД снижается до 0,977. То есть работа котла с перегрузкой в 10% от его номинальной тепловой мощности обуславливает снижение относительного КПД примерно на 1%.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брюханов О.Н., Кузнецов В.А. Газифицированные котельные агрегаты. – М.: ИНФРА-М, 2005. – 392 с.
2. Иссерлин А.С. Основы сжигания газового топлива. – Л.: Недра, 1980. – 271с.
3. Лебедев В.И., Хаванов П.А. Расчет и проектирование теплогенерирующих установок систем теплоснабжения. – М.: Стройиздат, 1992. – 360 с.
4. Стаскевич Н. Л., Северинец Г.Н. Справочник по газоснабжению и использованию газа. – Л.: Недра, 1990. – 760с.