

ПРИМЕНЕНИЕ ЧАСТОТНО-РЕГУЛИРУЕМОГО ПРИВОДА ДЛЯ ДЫМОСОСОВ С ЦЕЛЬЮ ЭКОНОМИИ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ

Зыскина Е.А., студент; Колесниченко Н.В., ассистент

(Донецкий национальный технический университет, г. Донецк, Украина)

Регулирование мощности котлов вызывает необходимость регулирования подачи вентиляторов и дымососов. Наиболее простой способ - изменение положения шиберной заслонки. При этом потребляемая электроэнергия остается неизменной. Данный способ ведет к перерасходу электроэнергии. Резерв экономии лежит в регулировании подачи нагнетателей изменением мощности электропривода. Приводом нагнетателей являются асинхронные двигатели, мощность которых регулируется изменением частоты питающего тока. Частотные преобразователи получают широкое распространение. Для технико-экономического обоснования применения ЧРП необходим анализ режима работы нагнетателей. Проанализируем эффективность внедрения ЧРП на привод дымососов на примере конкретной котельной.

Отопительная котельная оборудована пятью котлами: 4 котла КВА-2,5 и один КСВа-0,63Гн. Котел КСВа-0,63Гн не имеет вентилятора и дымососа, предназначен для горячего водоснабжения летом. Котлы КВА-2,5 оборудованы инжекционными горелками, не требующими вентиляторов. Дымовые газы каждого котла удаляются индивидуальным дымососом ДН-3,5. Подача дымососа находится в прямой зависимости от тепловой мощности котла.

Тепловые нагрузки котельной: средняя за отопительный сезон – 1,80 Гкал/ч; средняя горячего водоснабжения – 0,39 Гкал/ч. Средняя нагрузка котельной в отопительный период реализуется при одновременной работе двух котлов КВА-2,5. Минимальная нагрузка - 1,05 Гкал/ч – может быть обеспечена одним водогрейным котлом КВА-2,5. Т.е. отопительный период делится на два периода: когда в работе один и два котла. Температуру, выше которой нагрузка котельной обеспечивается одним котлом КВА-2,5, выражаем из формулы расхода тепла на отопление.

$$Q_{\text{д}} = Q_{\text{от}}^{\text{расч}} \times \frac{t_{\text{в.з.}} - t_{\text{н.}}}{t_{\text{в.з.}} - t_{\text{в.д.}}} \quad (1)$$

где $Q_{\text{от}}^{\text{расч}}$ - максимальная расчетная нагрузка отопления, Гкал/ч;

$t_{\text{в.д.}}$ - расчётная температура воздуха внутри отапливаемых помещений,

°С. Принимаем для жилых зданий $t_{\text{в.д.}} = 18$ °С;

$t_{\text{н.в.}}$ - расчётная температура наружного воздуха, °С ($t_{\text{н.в.}} = -25$ °С);

$t_{\text{н.}}$ - текущая температура наружного воздуха °С;

$Q_{\text{д}}$ - текущая нагрузка отопления, Гкал/ч.

Один котёл КВА-2,5 с установленной мощностью 2,14 Гкал/ч может удовлетворить нагрузку отопления, Гкал/ч:

$$Q_{\text{от}} = Q_{\text{к}} - Q_{\text{пот}}^{\text{т}}, = 2,14 - 0,39 = 1,75$$

Из (1) выразим минимальную температуру, для одного котла, °С

$$t_{\text{н.}} = t_{\text{н.г.}} - \frac{Q_{\text{от}}}{Q_{\text{от}}^{\text{т.г.}}} (t_{\text{н.г.}} - t_{\text{н.д.}}) = 18 - \frac{1,75}{2,96} (18 + 25) = -7,4$$

Число часов стояния температуры ниже и выше -7,4°С определим, построив по данным таблицы 2 график.

Таблица 2 – Число часов за отопительный период со среднесуточной температурой наружного воздуха, равной и ниже данной

-25	-20	-15	-10	-5	0	+5	+8
10	54	237	635	1365	2506	3722	4392

За время работы двух дымососов Д-35, (n=900ч) с мощностью каждого - 1,1 кВт, при отсутствии ЧРП они потребят электроэнергию, кВт*ч/год

$$Q_{\text{д.с.}}^2 = 2 \times 1,1 \times 900 = 1980$$

Один котёл работает в интервале температур -7,4...+8: n = 3492 часа и потребит за это время 3841,2 кВт*ч/год:

За отопительный период дымососы котельной потребят 5821,2 кВтч/год.

Рассмотрим, как изменится потребление энергии при установке комплекта ЧРП. Для расчёта воспользуемся законом подобия.

$$\frac{Q_2}{Q_1} = \frac{V_2}{V_1} \quad (2),$$

$$\frac{N_2}{N_1} = \left(\frac{V_2}{V_1} \right)^3 \quad (3),$$

где Q - мощность котла, Гкал/ч;

V - подача дымососа, м³/ч;

N - мощность дымососа, кВт.

После подстановки (2) в (3) получим зависимость мощности дымососа от тепловой нагрузки котла:

$$\frac{N_{\text{д.с.н}}}{N_{\text{д.с.т}}} = \left(\frac{Q_{\text{д.с.н}}}{Q_{\text{д.с.т}}} \right)^3$$

При обеспечении тепловой нагрузки котельной одним котлом, его среднюю теплопроизводительность определим по формуле (1), при этом среднюю температуру для расчета за этот период, найдем с учетом времени стояния средних температур, для чего составим вспомогательную таблицу 3.

Таблица 3 – число часов стояния температур

Интервал температур	>-25	-24...-20	-19...-15	-14...-10	-9...-7,4	-7,3...-5	-4...0	1...15	16... 8
Средняя температура	-25	-22	-17	-12	-8,2	-6,2	-2	13	7
Число часов	10	44	183	398	265	465	1141	1216	670

$$\bar{t}_n = \frac{7 \times 670 + 1216 \times 3 + 2 \times 1141 + 6,2 \times 465}{670 + 1216 + 1141 + 465} = 3,8^\circ\text{C}$$

$$\bar{Q}_2 = 2,96 \times \frac{18 - 3,8}{18 - (-25)} = 0,97 \text{ Гкал/ч}$$

С учётом нагрузки ГВС $\bar{Q}^1 = 1,36$ Гкал/ч. Что составляет 64% от установленной мощности одного котла КВА-2,5.

Средняя мощность дымососа в этом случае будет:

$$N_2 = N_1 \times \left(\frac{Q_2}{Q_1} \right)^1 = 1,1 \times (0,64)^1 = 0,288 \text{ кВт}$$

Потребление энергии за год: $Q_{\text{дв}}^1 = 3492 \times 0,288 = 1007 \text{ кВт*ч/год}$.

Для двух котлов расчёты аналогичные: $\bar{t}_n = -12,5^\circ\text{C}$, $\bar{Q}_2 = 2,1$ Гкал/ч., $\bar{Q}^2 = 2,49$ Гкал/ч. Это составляет 58% установленной мощности двух котлов КВА-2,5. Мощность одного дымососа $N_2 = 0,215$ кВт, $Q_{\text{дв}}^2 = 387 \text{ кВт*ч/год}$.

Годовой расход электроэнергии дымососами при установке ЧРП составит 1394 кВт*ч.

Следовательно применение ЧРП на дымососах котлов экономит 4427 кВт*ч в год т.е. 76% потребляемой ими электрической энергии.

Затраты, связанные с данным мероприятием оцениваются в 3000 грн.

При стоимости электрической энергии 0,28 грн. за 1 кВт*ч срок окупаемости данного мероприятия будет:

$$\frac{3000}{4427 * 0,28} = 2,4 \text{ года.}$$

Стоит ожидать, что при более высокой мощности нагнетателей, срок окупаемости установки ЧРП будет ниже.

Перечень ссылок

1. СНиП II-3-79. Строительная теплотехника. М.: Стройиздат, 1979.