

5. Усов, М.М. Новые технологические аспекты получения жизнестойкой молоди семейств Esosidae, Siluridae / М.М. Усов // Аквакультура Центральной и Восточной Европы : настоящее и будущее : сб. науч. ст. / Кишенев, 17-19 октября 2011г. – Кишенев : Понтос, 2011. – С.262 - 267.
6. Кончиц, В.В. Биологические особенности разведения и выращивания европейского сома в условиях Беларуси / В.В. Кончиц, С.И. Докучаева.- Минск : Тонпик, 2007. - 212с.
7. Методические рекомендации по искусственному воспроизводству щуки / АтлантНИИРО ; Сост. Л.К. Самохвалова. - Калининград, 1987. – 33 с.

УДК 621.577

ЭКОНОМИЯ ЭЛЕКТРОЭНЕРГИИ В СИСТЕМАХ ВЕНТИЛЯЦИИ МАЛЫХ ФЕРМ ЗА СЧЕТ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОВЫХ НАСОСОВ

Цубанов И.А. (БГАТУ)

Введение

В настоящее время электрические децентрализованные системы теплообеспечения являются вполне конкурентоспособными с системами других энергоносителей, особенно на объектах с небольшой тепловой нагрузкой [1]. Дефицит топлива, растущие цены на топливо, дефицит трудовых ресурсов в сельском хозяйстве, возможность автоматизации оборудования и другие преимущества применения электроэнергии открывают широкие возможности для развития и использования систем электротеплоснабжения..

Перспективным является применение тепловых насосов (ТН) в системах электротеплоснабжения, замещаая тем самым непосредственную трансформацию электроэнергии в тепловую энергию. ТН позволяют использовать низкопотенциальную теплоту окружающей среды и тепловых «отходов» технологических процессов для нужд тепловых потребителей.

В системах вентиляции малых ферм используются электрокалориферные установки для нагрева приточного воздуха [2].

Перед работой была поставлена задача определения достигаемой экономии электроэнергии при использовании ТН типа «воздух–воздух» в системах вентиляции малых ферм взамен электрокалориферных установок.

Основная часть

В рассматриваемом варианте ТН используется для подогрева наружного воздуха, подаваемого в помещение, за счет теплоты вытяжного воздуха, удаляемого из помещения. Наружный воздух проходит через конденсатор ТН, а вытяжной воздух – через испаритель ТН. С помощью рабочего вещества (хладона) обеспечивается передача теплоты от вытяжного воздуха наружному воздуху.

Основным показателем энергоэффективности работы ТН является коэффициент преобразования (трансформации), показывающий во сколько раз количество «вырабатываемой» теплоты превышает потребление электроэнергии на привод компрессора ТН.

Для расчета коэффициента преобразования предложено уравнение [3]:

$$\mu = 240(\Delta t_{TH})^{-1,1}, \quad (1)$$

где Δt_{TH} – разность температур конденсации и испарения рабочего вещества (хладона) соответственно в конденсаторе и испарителе ТН, °С.

При нахождении температур конденсации и испарения необходимо знать температуру теплоносителя (нагретого наружного воздуха) на выходе конденсатора и температуру низкопотенциального источника теплоты (удаляемого из помещения воздуха) на выходе испарителя [3].

Относительное уменьшение расхода электроэнергии при переходе к использованию ТН в системах вентиляции взамен электрокалориферных установок:

$$b = \left(1 - \frac{\eta}{\mu}\right) \times 100\%, \quad (2)$$

где η – КПД электрокалорифера.

Дальнейшие расчеты выполним по отношению к 1 кг воздуха.

При расчете экономии электроэнергии используем следующую систему уравнений, позволяющих определить:

– удельный расход теплоты, передаваемый в конденсаторе ТН от хладона холодному наружному воздуху, кДж/кг:

$$q_k = c_b(t_{II} - t_{II}), \quad (3)$$

где $c_b = 1,01$ кДж/(кг×К) – удельная теплоемкость сухого воздуха; t_{II} и t_{II} – расчетные температуры приточного, нагретого и наружного воздуха, °С;

– удельный расход теплоты, передаваемый в испарителе ТН от удаляемого из помещений воздуха хладону, кДж/кг:

$$q_{II} = q_k \left(1 - \frac{1}{\mu}\right); \quad (4)$$

– энтальпия удаляемого из помещений воздуха на выходе испарителя ТН, кДж/кг:

$$h_{B.1} = h_B - q_{II}, \quad (5)$$

где h_B – энтальпия внутреннего воздуха, кДж/кг.

– разность температур конденсации и испарения

$$\Delta t_{TH} = t_{II} - t_{B.1} + \delta t_1 + \delta t_2, \quad (6)$$

где $t_{B.1}$ – температура удаляемого воздуха на выходе испарителя, °С; δt_1 и δt_2 – наименьшие температурные напоры в конденсаторе и испарителе ТН, °С.

Кроме того, необходимо определить по таблице или диаграмме влажного воздуха [4] температуру воздуха на выходе испарителя, используя значение энтальпии $h_{B.1}$ и принимая относительную влажность воздуха равной 100%.

Для решения системы уравнений может быть применен метод последовательных приближений, задаваясь предварительно коэффициентом преобразования и сравнивая это принятое значение с расчетным по уравнению (1).

Расчет был выполнен при следующих исходных данных:

- параметры удаляемого воздуха: $t_{II} = 18^\circ\text{C}$, энтальпия $h_B = 40$ кДж/кг;
- температура подаваемого воздуха, нагретого в ТН, равна 18°C ;
- массовые расходы удаляемого и подаваемого воздуха равны;
- КПД электрокалорифера равен 0,95;
- сумма минимальных температурных напоров в испарителе и конденсаторе $\Sigma(\Delta t) = 15^\circ\text{C}$.

Результаты расчета ожидаемой экономии электроэнергии приведены в зависимости от температуры наружного воздуха, (табл.1).

Таблица 1 – Ожидаемая экономия электроэнергии при использовании ТН взамен электрокалориферных установок

Параметры, единицы величин	Источник, номер формулы	$t_n, ^\circ\text{C}$				
		-25	-15	-5	0	8
μ	Принято	4,8	5,4	6,3	6,8	7,9
q_k , кДж/кг	(3)	43,4	33,3	23,2	18,2	10,1
$q_{в.}$, кДж/кг	(4)	34,4	27,2	19,5	15,5	8,8
$h_{в.1}$, кДж/кг	(5)	5,6	12,8	20,5	24,5	31,2
$t_{в.1}$, $^\circ\text{C}$	[4]	-2,5	1,7	5,8	7,6	10,6
$\Delta t_{ТН}$, $^\circ\text{C}$	(6)	35,5	31,3	27,2	25,4	22,4
μ	(1)	4,75	5,4	6,3	6,85	7,85
$b, \%$	(2)	80	81,5	84	85	87

Приведенные данные указывают на высокую эффективность применения ТНУ вместо электрокалориферных установок: ожидаемая экономия электроэнергии составляет в среднем около 85%. В дальнейших расчетах необходимо учесть увеличение потребления электроэнергии приточным и вытяжным вентиляторами из-за дополнительных аэродинамических сопротивлений в системе воздухопроводов и при прохождении воздухом конденсатора и испарителя.

Заключение

Применение ТН в системах вентиляции малых ферм взамен электрокалориферных установок характеризуется значительной ожидаемой экономией электроэнергии в размере около 85%.

Однако возможности их реального использования зависят не столько от степени их энергоэффективности и технического совершенства, сколько от тарифной политики государства.

В нашей стране ТН применяются очень ограниченно и их массовое освоение вряд ли возможно на ближайшую перспективу из-за сложившейся ситуации в ценах на топливо и энергию и больших капитальных затрат на ТН. Низкие тарифы на энергию и низкая стоимость топлива при дефиците топлива и энергии выглядят парадоксом и не способствуют решению задач энергосбережения.

По примеру передовых стран фирмы и предприятия, занимающиеся разработкой, производством и внедрением ТН, должны иметь гарантированные государством стимулы и финансовую поддержку от государства, например, в виде дотаций и снижения налога на получаемую прибыль.

Литература

1. Яковлева, Т. Электронагрев: экономия энергоресурсов, современные технологии, экологическая безопасность, повышенный уровень комфорта / Т.Яковлева // Энергетика и ТЭК, №7/8, 2010. – С. 12-16.
2. Методические рекомендации по проектированию систем отопления и вентиляции для свиноводческих ферм и комплексов / В.Н.Виноградов [и др.]. – М.; ФГНУ «Росинформагротех», 2009. – 69 с.
3. Цубанов А.Г. К расчету энергоэффективности применения теплонасосных установок в системах теплоснабжения / А.Г. Цубанов, А.Л. Синяков, И.А.Цубанов // Агропанорама, №1, 2011 г., С.22-26.
4. Жидко, В.И. Зерносушение и зерносушилки/ В.И. Жидко, В.А. Резчиков, В.С. Уколов – М.: Колос, 1982. – 239с.