

# ЭНЕРГЕТИЧЕСКАЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕПЛОУТИЛИЗАЦИОННЫХ УСТАНОВОК В ЖИВОТНОВОДСТВЕ

В.Е. ШЕСТЕРЕНЬ, к.т.н.; И.И. ГУРГЕНИДЗЕ, к.э.н.;  
В.А. ШУЛЬГА (БГАТУ)

**В** условиях дефицита топливно-энергетических ресурсов для Республики Беларусь важное значение приобретают вопросы экономии энергетических ресурсов в отопительно-вентиляционных системах животноводческих объектов. В качестве одного из эффективных технических решений для сокращения расхода тепловой энергии на обеспечение микроклимата следует рассматривать использование теплоты воздуха, удаляемого из животноводческих помещений.

Существующее многообразие типов и схемных решений теплоутилизационного оборудования можно разделить на три группы: рекуператоры, регенераторы и утилизаторы с промежуточным теплоносителем. Теплота в регенеративных теплообменных устройствах передается за счет попеременного омывания теплоаккумуляционной насадки теплым

цип реализован во вращающихся и переключающихся теплообменниках [1]. В первом случае термоаккумулирующая насадка представляет собой полый ротор, заполненный аккумулялирующим материалом (алюминиевая стружка, синтетическое волокно, шарики из стекла и т.д.), основное требование к которому – повышенная тепловая емкость и незначительное аэродинамическое сопротивление. Другое решение – ротор определенной конфигурации, обеспечивающий прохождение через него потока воздуха при его вращении. Ротор регенеративного теплообменника вращается между двумя воздушными потоками, разделенными сплошной перегородкой, причем ось ротора располагается на уровне этой перегородки. При этом насадка ротора постоянно аккумулирует тепло воздуха, находясь в нагретом воздушном потоке (удаляемый из помещения воздух), и

Примером такого типа утилизаторов служат дисковые регенераторы РРВУ-9 и РУ-Ф-12 [2].

Для утилизации теплоты в животноводческих помещениях рекомендуются теплообменники пластинчатого типа. Такой установкой может служить теплообменник ТСН-3, представляющий собой набор стальных механических листов, разделенных прокладками на каналы и стянутых болтами в пакет [3]. В теплообменнике предусматривается соответствующая система движения теплоносителей. Первичный теплый воздух по всей длине канала должен иметь постоянную скорость 18,5 м/с, величина которой больше скорости движения холодного воздуха, которая, кроме того, меняется по длине канала: в первой половине канала она должна быть 7,97, а во второй – 6,32 м/с. Поддержание такого состояния скоростей позволяет выполнить условие, чтобы интенсивность теплоотдачи со стороны теплого воздуха была больше, чем со стороны холодного и тем самым снизить наружную температуру, при которой может происходить обмерзание каналов для теплого воздуха.

Существуют и другие типы утилизаторов: теплообменник с промежуточными теплоносителями, с тепловыми трубами, рекуперативный теплообменник, рециркуляционный контур, трехтрубчатый теплообменник совмещенный с приточно-вытяжным воздухопроводом, тепловые насосы и т.д. [2]. Однако все выше рассмотренные теплообменники имеют ряд существенных недостатков: необходимость создания сложных устройств, обеспе-

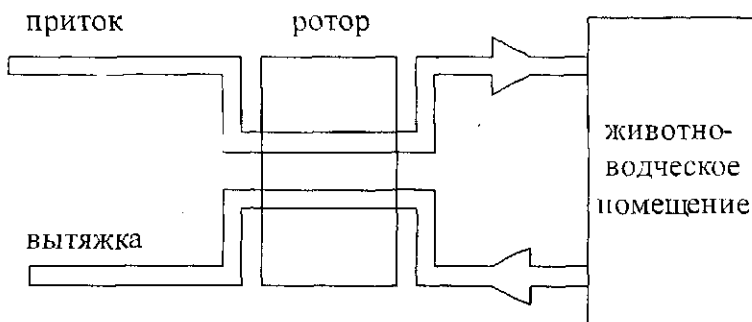


Рис. 1. Вращающийся регенеративный теплообменник.

и холодным потоками воздуха. Схема регенеративного утилизатора приведена на рис. 1. Технически этот прин-

отдает аккумулируемое тепло холодному воздушному потоку (свежий приточный воздух), попадая в него.

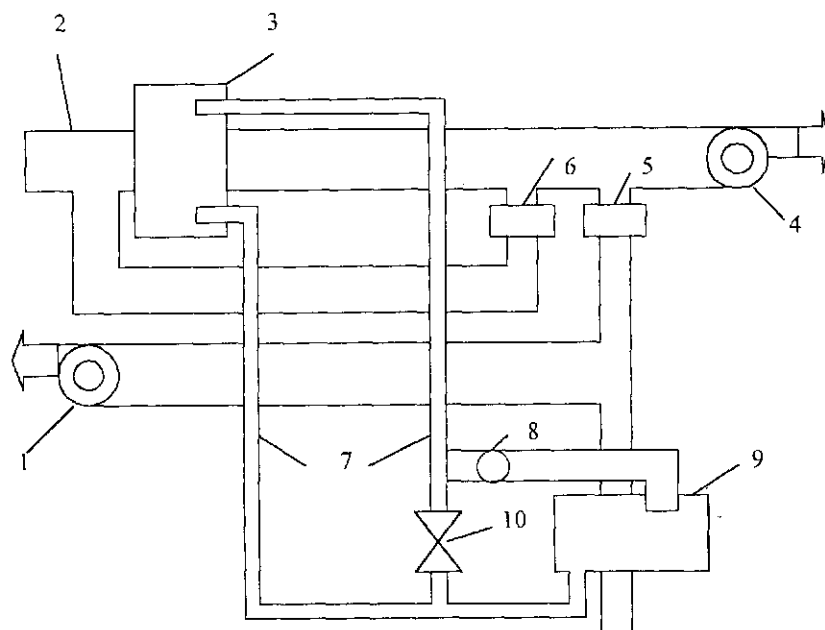


Рис. 2. Функциональная схема системы "Агровент":  
1- наружный вентилятор; 2- воздуховод;  
3- нагревательный блок; 4- внутренний вентилятор;  
5- рециркуляционный канал; 6- обводной канал;  
7- трубопровод; 8- насос; 9- охлаждающий блок;  
10- перепускной клапан.

чивающих предохранение теплопередающей поверхности от загрязнения и обмерзания, наличие большой сети воздуховодов, что в конечном счете усложняет монтаж системы, увеличивает капитальные затраты, уменьшают полезный объем помещения.

Разработана также система утилизации теплоты типа "Агровент", которая исключает ряд существенных недостатков предыдущих систем [3]. Система "Агровент" представляет собой централизованную систему микроклимата. Функциональная схема этой системы показана на рис.2. Она состоит из модульных тепловентиляционных агрегатов и систем автоматического управления оборудованием. Подогрев приточного воздуха осуществляется за счет теплоты, утилизированной из удаляемого вентиляционного воздуха помещения. Основным оборудованием каждого агрегата является утилизатор теплоты с промежуточным теплоносителем, состоящим из нагревательного 3 и охлаждающего 9 блоков, соединенных между собой замкнутым трубопроводом 7, насосом 8 и перепускным

клапаном 10, осуществляющим автоматическую защиту охлаждающего блока 9 от обмерзания. В качестве промежуточного теплоносителя используется 40% - я водоглицерольной смеси. Система работает следующим образом. Воздух из помещения проходит через охлаждающий блок 9 утилизатора, где охлаждается, осушается и очищается от загрязнений стекающим конденсатом, затем частично выбрасывается наружным вентилятором 1, а частично через рециркуляционный канал 5 поступает в смешительную камеру, где смешивается с предварительно подогретым в нагревательном блоке 3 и очищенном в фильтре свежим воздухом.

Работа всех агрегатов автоматизирована так, что при повышении температуры воздуха в помещении выше установленного значения, часть приточного воздуха, минуя нагревательный блок 3, подается через обводной канал 6. При понижении температуры воздуха в помещении обводной канал закрывается, а рециркуляционный открывается. Система обеспечивает подачу воздуха в помещение с

положительной температурой, что уменьшает вероятность выпадения конденсата на внутренних поверхностях охлаждающих конструкций.

Система "Агровент" обеспечивает:

- автоматическое поддержание оптимального температурно-влажностного режима в животноводческих помещениях;
- современные требования по рациональному использованию энергии в производственных процессах;
- предотвращение неблагоприятного влияния на здоровье животных высокой влажности воздуха помещения зимой путем его осушки;
- повышение продуктивности животных за счет поддержания оптимального микроклимата.

Достоинство этой системы – возможность независимого размещения нагревательных и охлаждающих блоков по отношению друг к другу.

Основные технические характеристики системы "Агровент" приведены в табл.1.

Энергетическая эффективность использования системы "Агровент" видна из графика изменения тепловой мощности в зависимости от температуры наружного воздуха (рис.3). График показывает, что с понижением температуры наружного воздуха коэффициент эффективности утилизатора теплоты повышается. Соответственно повышается и тепловая мощность системы, которая при  $t_{\text{н}} = -9 \text{ } ^\circ\text{C}$  составляет 69 кВт для коровника на 200 гол. Для характеристики эффективности различных вариантов теплоснабжения животноводческих объектов введем показатель – коэффициент энергетической эффективности ( $K_3$ ).

$$K_3 = \frac{\mathcal{E}_n}{\mathcal{E}_0},$$

где:  $\mathcal{E}_n$  – энергия, использованная за отопительный период на подогрев приточного воздуха, т.е. полезной энергии, кВт;

$\mathcal{E}_0$  – общее количество тепловой энергии, затраченной для этих целей за то же время, кВт.

Полученные значения  $K_3$  для возможных вариантов теплоснабжения (см. табл.2), позволяют сделать вывод о существенных преимуществах

## 1. Техническая характеристика комплекса вентиляционных установок с утилизацией тепла системы "Агровент"

Наименование показателей	Значения
<b>По одной установке комплекта</b>	
1. Минимальная подача атмосферного воздуха по притоку, кг/ч.	3000
2. Подача воздуха установкой в помещение с учетом рециркуляции, кг/ч.	5400
3. Подача воздуха через теплоутилизатор по вытяжке, кг/ч.	5250
4. Подача рециркуляционного воздуха, не более, кг/ч.	2400
5. Установленная мощность электродвигателей, кВт.	2,22
<b>В целом по комплекту для МТФ на 400 голов</b>	
- Количество тепловентиляционных установок в комплекте, шт.	6
- Диапазон регулировочных установок средней температуры воздуха помещения, °С.	5...15
- Приток свежего воздуха в помещение, кг/ч.	17500
- Суммарная подача по вытяжке, кг/ч.	31500
- Суммарная подача рециркуляционного воздуха, кг/ч.	15000
- Габаритные размеры одной установки, мм.:	
1. Длина	2300
2. Ширина	1020
3. Высота	1570

## 2. Сравнительная оценка систем теплоснабжения

Показатели	Варианты		
	Система с электрокалориферами	Система «Агровент»	Изменение показателей
1. Производство продукции, ц.	6000	6000	0
2. Время работы установки, ч.	1693	1485	-208
3. Затраты труда, чел.ч/год.	178,7	360	+181,3
4. Производительность труда, кг/чел.ч.	3,4	16,6	+13,2
5. Коэффициент энергетической эффективности (К <sub>э</sub> )	0,28	2,2	+1,92
6. Капиталовложения, тыс.руб.	6690,6	14889,4	+8198,8
7. Ежегодные эксплуатационные издержки, руб/год.	6018,8	3957,4	-2061,4

Q, кВт

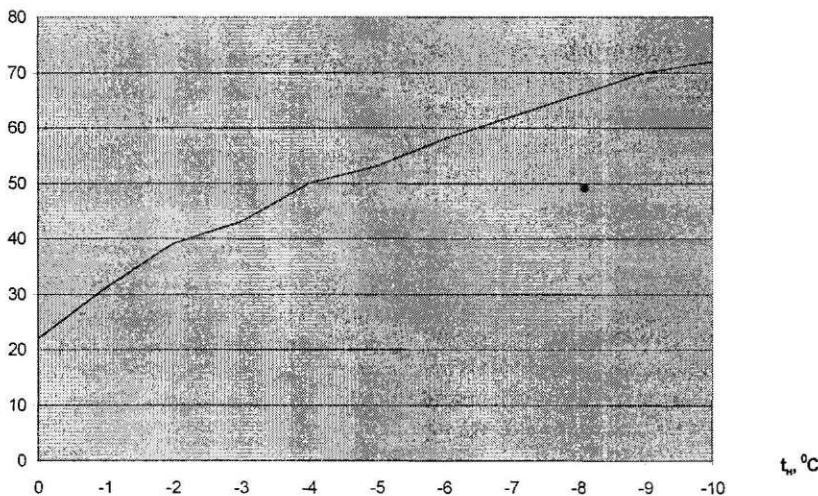


Рис. 3. Изменение тепловой мощности системы "Агровент" в зависимости от наружной температуры воздуха.

и высокой энергетической эффективности системы "Агровент" при применении ее для создания микроклимата в животноводческих помещениях. По сравнению с топливной котельной и электрокалориферами система "Агровент" позволяет значительно снизить расход топлива.

Кроме того, применение данной системы на объектах животноводства ведет к росту производительности труда, к уменьшению затрат труда, приведенных затрат, ежегодных эксплуатационных издержек. Результаты технико-экономического расчета для МТФ на 400 голов приведены в табл.2.

### Выводы.

1. Теплоутилизационная установка типа "Агровент", позволяющая использовать "даровую" теплоту, обычно выбрасываемую из животноводческого помещения с вентилируемым воздухом и обеспечивает поддержание заданного воздухообмена и температурно-влажностного режима в животноводческом помещении.

2. Использование системы "Агровент" позволяет снизить в 9 раз годовое потребление электроэнергии по сравнению с электрокалориферными вариантами.

3. Эта система позволяет экономить топливо по сравнению с топливной котельной в 4,5 раза, а по сравнению с электрокалорифером в 8 раз.

4. Применение данной системы на молочнотоварной ферме позволит увеличить производительность труда в 4,9 раза.

### Литература

1. Юрков М.В. Микроклимат животноводческих ферм и комплексов. М.:Россельхозиздат, 1985.
2. Бабаханов Ю.М., Степанова И.А. Оборудование и пути снижения энергопотребления систем микроклимата. М.:Россельхозиздат, 1986.
3. Рекомендации по применению теплообменных систем вентиляции в животноводческих помещениях. ЦНИПТИМЭЖ. Запорожье, 1986.