

## ЭНЕРГОЗАТРАТЫ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ КРС

В.И. Бочаров

*В статье приведены данные о величине энергозатрат на обеспечение температурно-влажностного режима животноводческих помещений для нескольких вариантов системы микроклимата.*

*Ключевые слова: теплообмен, микроклимат, энергозатраты.*

Современные технологии содержания животных предъявляют высокие требования к микроклимату в животноводческих помещениях. По мнению ученых, специалистов животноводства и технологов, продуктивность животных на 50–60 % определяется кормами, на 15–20 % – уходом и на 10–30 % – микроклиматом в животноводческом помещении. Отклонение параметров микроклимата от установленных пределов приводит к сокращению удоев молока на 10–20 %, прироста живой массы – на 20–33 %, увеличению отхода молодняка до 5–40 %, уменьшению яйценоскости кур – на 30–35 %, расходу дополнительного количества кормов, сокращению срока службы оборудования, машин и самих зданий, снижению устойчивости животных к заболеваниям.

Создание оптимального микроклимата в животноводческих помещениях приобретает решающее значение. Без поддержания заданных параметров внутренней среды помещения невозможно получить высокую продуктивность животных. Осуществление этих процессов требует значительных затрат энергии. При этом огромное количество тепла, удаляемого из помещения с отработанным воздухом, практически не используется. Для снижения энергозатрат на обеспечение микроклимата необходимы надежные в эксплуатации технические средства, позволяющие использовать биологическое тепло животных на подогрев приточного воздуха.

В настоящее время отечественными специалистами разработано достаточное количество рекуперативных теплоутилизаторов для животноводческих помещений, в которых теплообмен между удаляемым теплым воздухом и холодным приточным происходит без их непосредственного контакта – через разделительную стенку или с использованием промежуточного теплоносителя. Конструктивное исполнение рекуперативных теплообменников самое разнообразное.

Произведем расчет энергозатрат для трех вариантов системы обеспечения микроклимата коровника на 200 голов с средним термическим сопротивлением ограждающих конструкций равным  $1,5 \text{ м}^2 \cdot \text{ч} \cdot \text{°C} / \text{ккал}$ , для климатической зоны с расчетной температурой наружного воздуха – 39 °С. Базовый вариант системы микроклимата выполнен на базе электрокалориферных установок СФОА. Экспериментальные варианты – разработанные в ГНУ СибИМЭ [1, 2] энергосберегающая автоматизированная система микроклимата (ЭАСМ) (рисунок 1) и система микроклимата с теплообменником – осушителем (СОМБТО). В состав (ЭАСМ) входят: калорифер 1, регулирующая расход приточного воздуха вентиляционная заслонка 2, приточный вентилятор 3, приточной воздуховод 4, вытяжной воздуховод 5, вытяжной вентилятор 6, регулирующая расход вытяжного воздуха вентиляционная заслонка 7, осушающие воздуховоды из полимерной пленки 8, раздающие воздуховоды из полимерной пленки 9, соединительный воздуховод 10. Кроме этого в ЭАСМ имеется блок автоматического управления (на рисунке 1 не показан).

Для управления режимами работы ЭАСМ предусмотрены четыре датчика температуры и один датчик влажности, которые устанавливаются в следующих местах:

- датчик температуры воздуха в помещении в зоне нахождения животных;
- датчик влажности воздуха в помещении в зоне нахождения животных;
- датчик температуры приточного воздуха на входе в каналы осушителя;
- датчик температуры поверхности осушителя на внешней поверхности одного из каналов;
- датчик температуры поверхности канала удаляемого воздуха на внутренней поверхности в конце канала.

В варианте СОМБТО отсутствует утилизатор тепла вентиляционных выбросов и все

## ЭНЕРГОЗАТРАТЫ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ КРС

связанное с ним оборудование. Эффект энергосбережения достигается за счет снижения воздухообмена и тепла фазового пе-

рехода при конденсации паров влаги на поверхности теплообменника – осушителя.

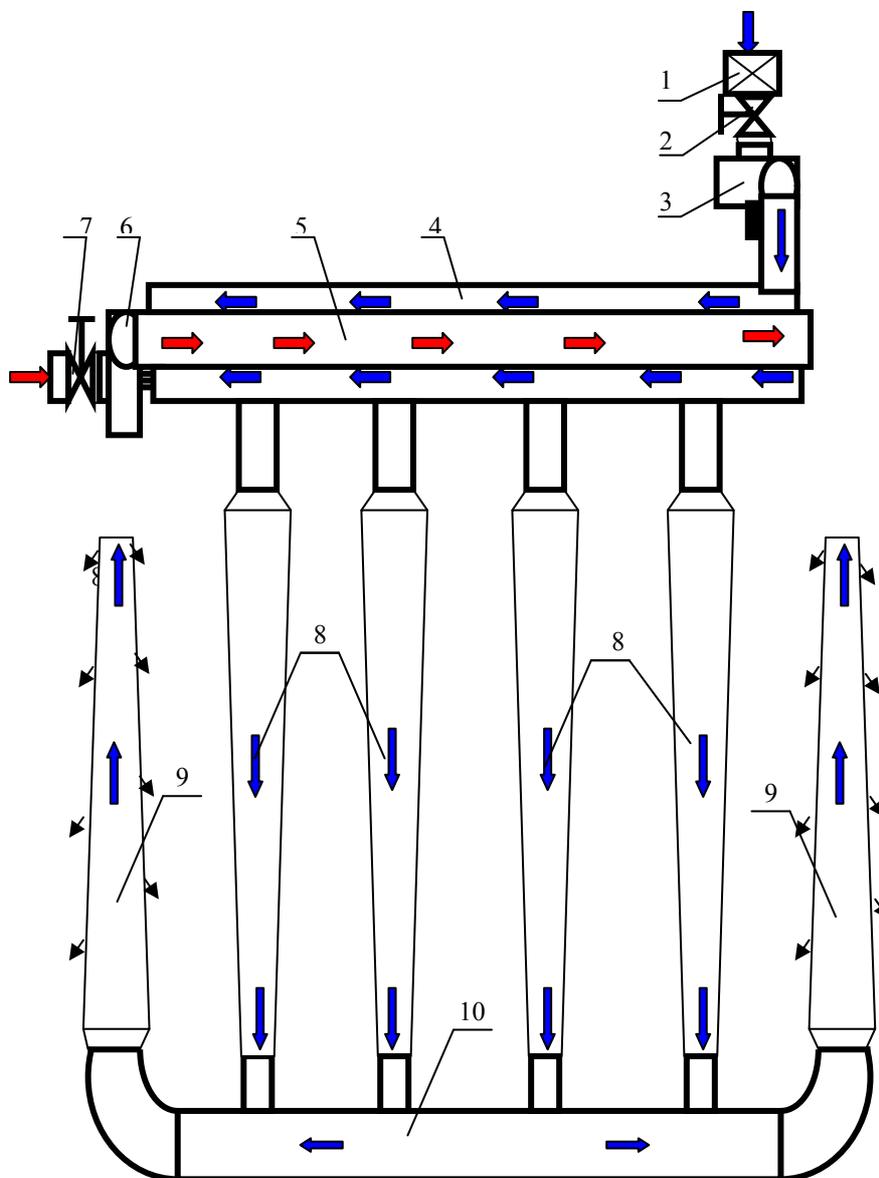


Рисунок 1 – Схема энергосберегающей автоматизированной системы обеспечения микроклимата в животноводческих помещениях

Расчет теплового баланса животноводческого помещения произведен по стандартной методике [3] и представлен в таблице 1. Для обеспечения параметров микроклимата во всем диапазоне значений наружной температуры в первом варианте требуется два калорифера мощностью 60 кВт, во втором и третьем вариантах по два калорифера мощностью 45 кВт. Регулирование мощности калориферов осуществля-

ется по секциям в зависимости от температуры наружного воздуха. Мощность секции калорифера в первом варианте равна 20 кВт, во втором и третьем 15 кВт.

Диапазон изменения наружной температуры, в котором микроклимат в помещении обеспечивается включением одной секции калорифера, определяем по следующей зависимости:

$$\Delta t = P_{\text{сек}} / \sum kF + c * G,$$

БОЧАРОВ В.И.

где  $P_{сек}$  – мощность секции калорифера, Вт;

$\Sigma kF$  – удельные теплотери помещения через ограждающие конструкции в расчете на один градус разности внутренней и наружной температуры, Вт/°C;

$c$  – теплоемкость воздуха, Вт/кг\*°C;

$G$  – расход приточного воздуха, кг/ч.

В соответствии с результатами расчета, в первом варианте в диапазоне наружных температур от –11 до –16 °C будет работать одна секция калорифера, от –16 до –21 °C две и т. д., во втором варианте первая секция включится при температуре наружного воздуха ниже –18 °C, в третьем – ниже –22 °C.

Таблица 1 – Результаты расчета теплового баланса коровника на 200 голов для трех вариантов системы обеспечения микроклимата

Показатель	Варианты системы микроклимата		
	СФОА	СОМБТО	ЭАСМ
Тепловыделения животных, Вт	99200	99200	99200
Влаговыделения животных, г/ч	54600	54600	54600
Расход приточного воздуха, кг/ч	10880	8190	8190
Потери тепла через ограждения, Вт	70220	70220	70220
Потери тепла на испарение со смоченных поверхностей, Вт	3780	3780	3780
Количество влаги сконденсированной на поверхности осушителя, г/ч	-	14830	14830
Тепловыделения от конденсации, Вт	-	10380	10380
Возврат тепла от удаляемого воздуха, Вт	-	-	16100
Потери тепла на подогрев приточного воздуха, Вт	149200	112380	112380
Дефицит тепла, Вт	124000	82450	66350
Критическая температура, °C *	-11	-18	-22

\*Критическая температура - это значение температуры наружного воздуха, до которого микроклимат помещения обеспечивается внутренними тепловыделениями

Длительность работы каждой секции калориферов определяем по зависимости полученной для метеоусловий Алтайского края:

$$\Delta Z = 173.59 \int_{t_{ни}}^{t_p} \exp((t_{ни} + 12)^2 / 197.61) d_{t_{ни}},$$

где  $\Delta Z$  – длительность стояния температуры наружного воздуха в диапазоне от  $t_{ни}$  до  $t_p$ , ч;

$t_p$  – расчетная температура наружного воздуха, °C;

$t_{ни}$  – текущее значение температуры наружного воздуха, °C.

Результаты расчета представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Время работы секций калориферов

№ секции	СФОА		СОМБТО		ЭАСМ	
	$\Delta t, ^\circ C$	Время, ч	$\Delta t, ^\circ C$	Время, ч	$\Delta t, ^\circ C$	Время, ч
№ 1	-11...-39	2405	-18...-39	1237	-22...-39	716
№2	-16...-39	1550	-22...-39	716	-26...-39	360
№3	-21...-39	831	-26...-39	360	-30...-39	152
№4	-26...-39	360	-30...-39	152	-34...-39	49
№5	-31...-39	119	-34...-39	49	-38...-39	5
№6	-36...-39	22	-38...-39	5	-	-
$\Sigma \Delta Z, ч$		5287		2519		1282

В результате расчета получено суммарное количество часов работы секций калориферов в течении стойлового периода. Полные затраты энергии на обеспечение микроклимата в коровнике на 200 голов, с учетом энергозатрат на привод вентиляторов, приведены в таблице 3.

Использование энергосберегающих систем обеспечения микроклимата позволило

снизить энергозатраты по сравнению с базовым вариантом в два раза – второй вариант и в три раза – третий вариант.

Рассмотрим целесообразность обеспечения нормативных параметров внутренней среды животноводческого помещения с позиций экономики. Как ранее было изложено, продуктивность животных на 10–30 % зависит от условий содержания. Сравним соотноше-

## ЭНЕРГОЗАТРАТЫ НА ОБЕСПЕЧЕНИЕ МИКРОКЛИМАТА ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЙ КРС

ние величин выручки от получения дополнительной продукции и затрат на обеспечение микроклимата для различных уровней тари-

фа на электроэнергию и уровней закупочных цен на молоко.

*Таблица 3 – Суммарные энергозатраты*

Показатель	СФОА	СОМБТО	ЭАСМ
Время работы всех секций калорифера, ч	5287	2519	1282
Годовой расход тепловой энергии, кВт*ч	105740	37785	19230
Энергозатраты на привод вент-ра, кВт*ч	21600	21600	24120
Суммарные энергозатраты, кВт*ч	127340	59385	43350

*Таблица 4 – Экономическая эффективность*

Показатель	СФОА	СОМБТО	ЭАСМ
Капитальные затраты, руб.	390000	250000	480000
Полученная в стойловый период дополнит. продукция при уровне лактации 3500 кг/ф.к. (рост продуктивности 10 %), кг.			
	35000	35000	35000
Стоимость эл. энерг. (тариф 3 руб/кВт*ч), руб	382020	178155	130050
Стоимость доп. продукции (цена 10 руб/кг)	350000	350000	350000
Дополнительный доход, (убыток)	-32020	171845	219950
Стоимость эл. эн.(тариф 2,5 руб/кВт*ч), руб	318835	148462	108375
Стоимость доп. продукции (цена 12 руб/кг)	420000	420000	420000
Дополнительный доход, (убыток)	101165	271538	311625

Анализируя данные, приведенные в таблице 4, следует отметить, что второй и третий варианты системы обеспечения микроклимата имеют право на существование. Вариант с СОМБТО окупается за 1–1,5 сезона, а вариант с ЭАСМ – за 1,5–2 сезона.

### Выводы

Организация нормируемого температурно-влажностного режима животноводческого помещения, при существующем соотношении тарифов на потребляемую электроэнергию и закупочными ценами на молоко, традиционными способами сопряжена со значительными экономическими потерями для товаропроизводителей.

Экономический эффект от организации нормируемого температурно-влажностного режима помещений для условий сельскохозяйственной зоны Сибири, при принятой модели расчета, достигается при существенном – в 2–3 раза – сокращении объемов потребления электрической энергии для систем обеспечения температурно-влажностного режима животноводческих помещений.

Одним из наиболее эффективных технических решений по организации требуемого температурно-влажностного режима животноводческих помещений является использование тепла фазового перехода при конденсации паров влаги на поверхности теплообменника – осушителя.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Система обеспечения микроклимата животноводческих помещений на базе теплообменника-осушителя: метод. рекомендации/ ВАСХНИЛ. Сиб. отд-ние. СибИМЭ; разработ. В.И. Бочаров. – Новосибирск, 1990. – 32 с.
2. А.с. СССР, F24F7/06,3/147. Устройство для вентиляции животноводческого помещения / В.И.Бочаров, В.Н.Соловьев, Г.И. Шаповалов (СССР). – № 1681148; заявл. 08.08.88; опубл. 30.09.91, Бюл.№36.-2с.
3. Ануфриев Л.Н. и др. Теплофизические расчеты сельскохозяйственных производственных зданий / Ануфриев Л.Н., Кожин И.А., Позин Г.М. – М., Стройиздат. – 1974. – 215 с.

**Бочаров В.И.**, ст. науч. сотрудник ГНУ СибИМЭ, тел. 8(3832)348-56-45.