



УДК 631.227:628.8/9:636.03.597

Э.С. МАМЕДОВ, доктор философии по технике, доцент*Азербайджанский государственный аграрный университет*

Az2000, Азербайджанская Республика, г. Гянджа, просп. Ататюрка, 262

e-mail: ml_mammadov@mail.ru

**ОБЕСПЕЧЕНИЕ ТЕМПЕРАТУРНО-ВЛАЖНОСТНОГО РЕЖИМА
В ЖИВОТНОВОДЧЕСКИХ ПОМЕЩЕНИЯХ ГОРНОЙ ЗОНЫ
АЗЕРБАЙДЖАНА**

Изложены материалы изучения ресурсосберегающих вариантов вентиляционно-отопительных установок применительно для зимних, переходных и летних условий в птичниках и животноводческих помещениях. Эксперимент проведен в условиях горной зоны Азербайджанской Республики, аналитические исследования в – Азербайджанском государственном аграрном университете. Изучение температурного поля в зоне животных показали, что при подаче свежего воздуха с температурой зимой -5°C за счет смешивания его с теплым внутренним воздухом температура смеси на выходе из воздухораспределителя достигает 6°C , на расстоянии 3 м по оси воздухораспределителя достигает 13°C . В зоне нахождения животных температура внутреннего воздуха колебалась в пределах $11-12^{\circ}\text{C}$, что удовлетворяет зоотехническим нормам для крупного рогатого скота. Относительная влажность воздуха в зоне животных при подаче неподогретого наружного воздуха зимой с температурой -5°C не превышала допустимой нормы и составляла в среднем 80 %. После включения в работу децентрализованных установок относительная влажность воздуха через 2 ч стабилизировалась на уровне 74 %. На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также типовых проектов животноводческих и птицеводческих помещений разработаны конструктивные решения вентиляционных систем, которые позволяют использовать теплоту внутреннего воздуха в комбинации с калорифером.

Ключевые слова: Азербайджан, птичник, животноводческое помещение, приток воздуха, рециркуляция воздуха, микроклимат.

Один из вариантов совершенствования отопительно-вентиляционной системы микроклимата в птицеводческих и животноводческих помещениях – использование внутреннего тепла помещения для частичного обогрева приточного свежего воздуха в холодный период [1]. Поскольку приточный вентиляционный воздух подается в помещение при низких температурах (а при интенсивном воздухообмене довольно трудно получить нужную равномерность температурного поля в зоне нахождения птиц или животных), в некоторых хозяйствах подогревают приточный воздух [2–4]. Это приводит к необоснованному завышению установленной мощности нагревательных устройств и значительным увеличениям общего расхода тепла. В этих условиях возможно применение рециркуляционных или децентрализованных вентиляционно-отопительных установок с местным обогревом.

Цель работы – обосновать оптимальный режим работы вентиляционно-отопительных установок, при котором в животноводческом поме-

щении обеспечиваются равномерная температура и воздушные потоки, удовлетворяющие нормам технологического проектирования [5, 6].

УСЛОВИЯ, МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Для обоснования рациональных режимов работы указанных выше вентиляционно-отопительных установок проведены аналитические и экспериментальные исследования параметров микроклимата при различных режимах.

Вентиляционно-отопительная установка состоит из калорифера, теплообменной воздухосмесительной камеры и воздухораспределительно-нагнетающего устройства. Последнее состоит из воздухораспределителя и осевого электровентилятора. Электрокалорифер установки работает на ступенях 100, 70 и 30 % от установленной мощности. Установка обеспечивает три режима работы: зимний, переходный, летний. Рециркуляционная установка (см. рисунок) состоит из вытяжной шахты, регулятора воздушного потока, приточного вентилятора, воздухозаборной шахты, приточного канала, канала для циркуляции внутреннего воздуха, удлинения приточного канала, поверхности теплопередачи, распределителя воздуха, конденсатоотводчика, устройства для ввода воздуха и вытяжного вентилятора.

Вытяжная шахта размещена в центре коровника таким образом, что один ее конец находится у потолка, другой, проходя через кровлю, сообщается с атмосферой. Внутри вытяжной шахты размещен регулятор воз-

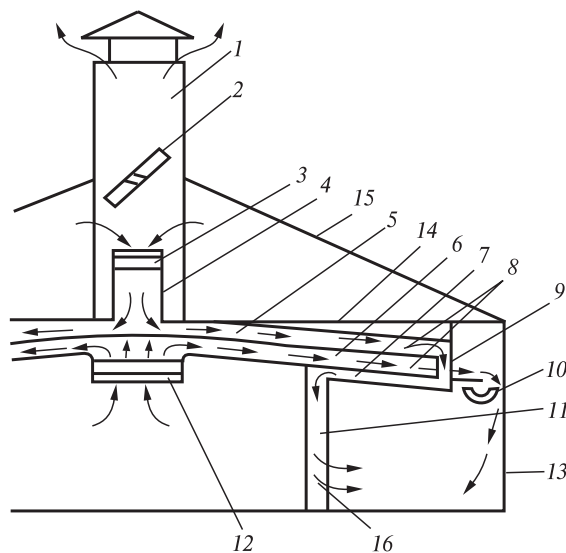


Схема рециркуляционной системы вентиляции:

1 – вытяжная шахта; 2 – регулятор воздушного потока; 3 – приточный вентилятор; 4 – воздухозаборная шахта; 5 – приточный канал; 6 – канал для циркуляции внутреннего воздуха; 7 – удлинение приточного канала; 8 – поверхность теплопередачи; 9 – распределитель воздуха; 10 – конденсатоотводчик; 11 – устройство для ввода воздуха; 12 – вытяжной вентилятор; 13 – коровник; 14 – потолок; 15 – кровля; 16 – отверстия

душного потока. Приточный вентилятор и воздухозаборная шахта размещены на потолке под кровлей параллельно вытяжной шахте. Воздухозаборная шахта сверху снабжена приточным вентилятором, снизу связана с приточным каналом. Канал для циркуляции внутреннего воздуха также имеет связь с вытяжной шахтой, с одной стороны в верхней части разделен общей стенкой-поверхностью теплопередачи с приточным каналом, с другой – в нижней части разделен общей стенкой, поверхностью с удлинением приточного канала. Приточный канал со своим удлинением соединен с распределителем воздуха. Распределитель воздуха состоит из патрубков, расположенных на расстоянии друг от друга. Канал для циркуляции внутреннего воздуха, проходя между ними, доходит до конденсатоотводчика. Удлинение приточного канала соединено с каналом для ввода воздуха на его верхней части. Устройство для ввода воздуха состоит из вертикальной трубы, имеющей отверстия на уровне зоны нахождения головы животного. В горных регионах для зимнего периода предусматривается отопительная установка у приточного вентилятора.

Система работает следующим образом. Вытяжной вентилятор и приточный вентилятор приводят в работу. Регулятор воздушного потока в зависимости от внешней температуры ставят в полное открытое или частично открытое положение. При слишком холодной погоде для максимальной утилизации тепла внутреннего воздуха регулятор воздушного потока ставят в частично открытое положение, при небольших холодах и необходимости частичного использования тепла внутреннего воздуха регулятор воздушного потока приводят в более открытое положение. Внутренний воздух помещения с помощью вытяжного вентилятора через вытяжную шахту выводится в атмосферу, а в зависимости от положения регулятора воздушного потока большая или малая часть этого воздуха передается в канал для циркуляции внутреннего воздуха. По каналу для циркуляции внутреннего воздуха воздух движется в сторону боковой стены коровника. С этой позиции воздух, двигаясь к центру, всасывается в вытяжную шахту, частично выбрасывается в атмосферу и частично циркулируется. Приточный вентилятор находится над воздухозаборной шахтой и размещен под кровлей в центре коровника параллельно вытяжной шахте. Нахождение воздухозаборной шахты под кровлей защищает ее от дождя и снега. Чистый атмосферный воздух, подаваемый приточным вентилятором, проходит в приточный канал. Свежий воздух через приточный канал, распределитель воздуха, устройство для ввода воздуха и отверстия поступает в зону вблизи головы животного. Ввиду того что приточный канал и удлинение приточного канала отделены от канала для циркуляции внутреннего воздуха поверхностью теплопередачи из-за процесса теплообмена, свежий воздух, получая часть тепла внутреннего воздуха, поступает в зону вблизи головы животного теплым. Одновременно предотвращается снижение температуры воздуха в коровнике ниже нормы. Кроме этого в канале для циркуляции внутреннего воздуха отработанный воздух, отдавая свое тепло приточному воздуху, охлаждается. При этом от него отделяется конденсат, который, поглощая пыль и вредные газы, способствует очищению циркуляционного воздуха и по каналу рециркуляции внутреннего воздуха проходит в конденсатоотводчик, с помощью его удаляется из помещения.

Исследования параметров вентиляционно-отопительной установки (расход воздуха, теплоты, скорость движения воздуха и др.) проводили по типовым методикам [7–10].

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Рециркуляционным считается количество внутреннего воздуха (M_R), смешиваемого с приточным наружным воздухом. Для расчета его параметров необходимо определить дефицит тепла (G_D) и требуемое для воздухообмена количество (M) приточного воздуха в помещении. При комбинированном обогреве и общем отоплении величина (G_D) составит

$$G_D = (G_{div} + G_{hav} + G_{bux}) - (G_h + G_{qz} + G_{in}), \quad (1)$$

где G_{div} – потери тепла через ограждающие конструкции; G_{hav} – потери тепла при вентиляции, кВт/ч; G_{bux} – расход тепла на испарение влаги с пола и других поверхностей, кВт/ч; G_h – тепло, выделяемое животными (птицами), кВт/ч; G_{qz} – тепло, поступающее от нагревателей, кВт/ч; G_{in} – тепло от инфракрасных ламп, кВт/ч.

По известным G_D и M находим температуру приточного воздуха

$$t_{ver} = G_D / \rho C + t_{xar}, \quad (2)$$

где ρ – плотность наружного воздуха, кг/м³; C – теплоемкость воздуха, кВт/кг · град; t_{xar} – температура наружного воздуха, °С.

Из уравнения баланса тепла в помещении

$$M_R = M(t_{vr} - t_{ver}) / (t_{i3} - t_{vr}), \quad (3)$$

где t_{vr} – температура приточного воздуха после смешивания с рециркуляционным, °С; t_{ic} – температура воздуха внутри помещения, °С.

Из формулы (3) видно, что $t_{ver} \neq t_{vr}$, так как при $t_{i3} = t_{vr}$ величина $M \rightarrow \infty$. Температура t_{vr} будет всегда ниже t_{ic} при $t_{ver} < t_{i3}$ и $t_{vr} > t_{i3}$ при $t_{ver} > t_{i3}$.

Подачу M_e нужно знать для расчета производительности приточной вентиляционной установки в зимний, переходный и летний периоды. Однако с повышением t_{xar} даже при отключенных системах отопления и местного обогрева температура внутреннего воздуха может быть больше допустимой. В этом случае, чтобы поддерживать t_{ic} в пределах нормы, надо увеличивать воздухообмен в помещении. Это необходимо учитывать при вычислении производительности рециркуляционной установки, если M_R меньше подачи воздуха, потребной для снятия тепла G_{art} в помещении

$$M_{ari} = G_{ari} / \rho C(t_{i3} - t_{xar}). \quad (4)$$

Рассмотрим децентрализованную систему вентиляции. С учетом практики эксплуатации необходимая равномерность подачи свежего воздуха может быть достигнута при определенном расстоянии между соседними рециркуляционными вентиляционно-отопительными установками (S_m). По известной длине помещения S_B находим потребное число рециркуляционных установок

$$N_R = S_B / S_m. \quad (5)$$

Зная дефицит тепла для помещения, наибольшую подачу воздуха и число установок, можно подсчитать производительность каждой установки по подаче воздуха

$$M_R = (M_{\max} + M_{R \max}) / N_R, \quad (6)$$

где $M_{\max}$ – максимальное количество приточного воздуха, соответствующее воздухообмену помещения определенного этапа выращивания молодняка (содержания группы птиц или животных), м³/ч; $M_{R \max}$ – максимальное количество рециркуляционного воздуха, м³/ч.

Экспериментальные исследования температурного поля в зоне животных показали, что при подаче свежего воздуха с температурой зимой –5 °С за счет смешивания его с теплым внутренним воздухом температура смеси на выходе из воздухораспределителя достигает 6 °С, на расстоянии 3 м по оси воздухораспределителя – 13 °С. Следует отметить, что в зоне нахождения животных температура внутреннего воздуха колебалась в пределах 11–12 °С, что удовлетворяет зоотехническим нормам для крупного рогатого скота.

Установлено, что скорость движения воздуха на уровне воздухораспределителя (на высоте от пола 2,5 м) в радиусе действия 4 м изменяется от 10 до 1 м/с, что указывает на интенсивное смешивание свежего приточного воздуха с внутренним. В зоне размещения животных (на высоте 1 м от пола) скорость воздуха не превышала 0,5 м/с.

Относительная влажность воздуха в зоне животных при подаче неподогретого наружного воздуха зимой с температурой –5 °С не превышала допустимой нормы и составляла в среднем 80 %. После включения в работу децентрализованных установок относительная влажность воздуха через 2 ч стабилизировалась на уровне 74 %.

На основе проведенных теоретических и экспериментальных исследований, а также типовых проектов животноводческих и птицеводческих помещений разработаны конструктивные решения вентиляционных систем.

В низменных районах Азербайджанской Республики, где трудности возникают в летний период при удалении избытков тепла из птичников, следует комплектовать вентиляционные установки с оросительными устройствами. Экспериментальные исследования показали, что применение оросительного устройства в летний период позволяет на 7 °С снизить температуру приточного воздуха – от 28 до 21 °С. Каждая децентрализованная установка способна отбирать 23–25 кВт теплоты, что крайне важно для создания нормальных условий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Результаты проведенных исследований показали, что применение децентрализованных установок с использованием тепла внутреннего воздуха для подогрева свежего приточного позволяет в зимний период обеспечивать нормальный микроклимат в помещениях со значительной экономией энергозатрат.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Мамедов Э.С. Совершенствование системы вентиляции коровника // Аграр. наука. – 2014. – № 5. – С. 29–31.
2. Холщевников В.В. Климат местности и микроклимат помещений: учеб. пособие. – М.: Изд-во АСВ, 2001. – 199 с.
3. Ананьев В.А., Балуева Л.Н., Гальперин А.Д. и др. Системы вентиляции и кондиционирования. Теория и практика. – М.: Евроклимат, 2003. – 416 с.
4. Мамедов Э.С. Оценка теплообеспечения для содержания животных // Аграр. наука. – 2014. – № 4. – С. 30–32.
5. Нормы технологического проектирования предприятий крупного рогатого скота НТП1-99. – [Электронный ресурс]: http://www.stroyoffis.ru/ntp_normi_tehn/ntp_1_99/ntp_1_99.php.
6. Нормы технологического проектирования птицеводческих предприятий НТП-АПК1. 10.05.001–01. – [Электронный ресурс]: http://www.infosait.ru/norma_doc/10/10094/index.htm
7. Орулько В.Г. Исследование параметров микроклимата в животноводческих помещениях // Механизация и электрификация сел. хоз-ва. – 2007. – № 11. – С. 41–42.
8. Позин Г.М., Самсонов А.Н. Исследование приточного устройства системы естественной вентиляции животноводческого помещения // Техника в сел. хоз-ве. – 2007. – № 5. – С. 12–15.
9. Рекомендации по выбору и расчету системы воздухораспределения животноводческих зданий. – М.: Гипроиниисельхоз, 1983. – 96 с.
10. Лебедев П.Т. Микроклимат помещений для животных и методы его исследования. – М.: Россельхозиздат, 1973. – 128 с.

Поступила в редакцию 17.06.2015

E.S. MAMMADOV, PhD in Engineering, Associate Professor

Azerbaijan State Agrarian University

262, Atatyurk Ave, Gyandzha, Azerbaijan

e-mail: ml_mammadov@mail.ru

MAINTENANCE OF TEMPERATURE AND HUMIDITY CONDITIONS IN ANIMAL BUILDINGS IN THE MOUNTAIN ZONE OF AZERBAIJAN

Material is given from a research into the resource-saving options of ventilation and heating systems applied for winter, summer and transient conditions in poultry and stock buildings. The research was carried out under conditions of the mountain zone of Azerbaijan, the analytical studies at the Azerbaijan State Agrarian University. Experimental studies of the temperature field in the animal zone have shown that when atmospheric air with the temperature of -5°C in winter enters the building and mixes with warm indoor air, the temperature of air mixture at the outlet of diffuser reaches 6°C , and 13°C at the distance of 3 m on the axis of diffuser. In the animal area, the temperature of indoor air ranged from 11 to 12°C that meets the requirements of zootechnic standards for cattle. Relative air humidity in the animal area, when supplied unheated indoor air with the temperature of -5°C in winter, did not exceed the permissible normal values, and made up 80% on the average. After operating the decentralized units, relative air humidity was stabilized in 2 hours at the level of 74%. Based on theoretical and experimental studies conducted as well as on model projects of poultry and stock premises, design solutions of ventilation systems have been developed that allow using the warmth of indoor air in combination with the heater.

Keywords: Azerbaijan, poultry house, stock building, air flow, air recirculation, microclimate.