

СИСТЕМЫ ВЕНТИЛЯЦИИ И ВЛИЯНИЕ ПАРАМЕТРОВ МИКРОКЛИМАТА НА ПРОДУКТИВНОСТЬ СВИНЕЙ

Ключевые слова: микроклимат, свиноводство, ресурсосбережение, рекуперация, водоиспарительное охлаждение.

Аннотация. Оптимальные параметры микроклимата поддерживаются в помещениях при помощи систем отопления и вентиляции, затраты на которые превышают 60% от всех энергетических затрат комплекса.

Известно, что доля влияния микроклимата на продуктивность животных составляет около 25–30 %. В процессе жизнедеятельности животные выделяют большое количество тепла, влаги, вредных газов, в том числе углекислый газ, аммиак и сероводород. При неудовлетворительной работе системы вентиляции концентрация водяных паров и вредных газов может превышать нормативы, в результате чего животные резко снижают продуктивность и могут погибнуть.

В настоящее время при создании свиноводческих предприятий приходится решать вопросы, связанные с сокращением инвестиций, 40 % которых составляет оборудование. 20–25 % от стоимости оборудования приходится на систему отопления, вентиляции; именно на ней чаще всего пытаются сэкономить, принимая во внимание аргументы зарубежных специалистов в пользу снижения ее производительности. Поставщики заинтересованы продать «пакет» оборудования по конкурентной цене, в котором позиции по поддержанию микроклимата являются одними из самых дорогостоящих.

Между специалистами часто возникают разногласия о влиянии отклонений параметров микроклимата от оптимальных значений на продуктивные качества свиней. При этом к настоящему времени накоплен огромный объем эмпирического материала о влиянии параметров микроклимата на продуктивность животных. В этой статье мы постараемся сделать краткий обзор отечественных и зарубежных исследований.

Под микроклиматом понимают совокупность физических свойств и химического состава воздушной среды помещений, в особенности температуру, влажность, содержание вредных газов, скорость движения воздуха, освещенность, запыленность, микробную загрязненность.

Температура воздуха – это самый значительный параметр микроклимата. Тело свиньи покрыто очень редким шерстным покровом. Он фактически не защищает от внешнего температурного воздействия. Стабильная температура тела поддерживается системой терморегуляции. Для поддержания постоянной температуры тела организм затрачивает определенное количество энергии. При оптимальной температуре эти затраты минимальны.

Отечественными исследователями установлено, что снижение температуры окружающей среды ниже оптимума повышает потребность свиней в обменной энергии: у поросят от 20 до 45 кг живой массы в среднем на 17 кДж/кг/ на 1 °С, растущих и откармливаемых свиней – от 45 до 85 кг – на 15 кДж/кг/ на 1 °С, от 85 до 120 кг – на 13 кДж/кг/ на 1 °С, хряков и свиноматок – на 10 кДж/кг/ на 1 °С. При содержании свиней при температуре ниже оптимальной растущие, откармливаемые свиньи снижают среднесуточные привесы в среднем на 22 г на каждый градус. Другими словами, при снижении температуры на 3 °С ниже нормы, перерасход корма составляет около 9 %.

По данным Л. И. Бروفмана, в двух группах по откорму свиней массой от 25 до 90 кг при одном и том же рационе кормления, но при разных температурах (+3 и +19), результаты оказались неодинаковыми. В первой группе среднесуточный прирост составил 580 г при расходе 3,7 к.ед. на 1 кг прироста, а во второй (при +19 °С) эти показатели составили 720 г и 3,1 к.ед. соответственно (рис. 1).

По результатам исследований датских ученых (рис. 2) также видно, что при температуре воздуха выше 25 °С снижается поедаемость корма, а как следствие, и среднесуточные приросты.

При температуре +32...+37 °С на единицу продукции затрачивается вдвое больше корма, чем при оптимальной температуре. Кроме того, из-за жары животные предпочитают отдыхать на более прохладном щелевом полу, испражняясь на сплошном. В результате повышается выделение водяных паров и вредных газов от экскрементов и резко ухудшается качество воздуха в помещении (табл. 1). Это особенно ярко выражено в летний период при отсутствии отлаженной системы регулирования микроклимата.

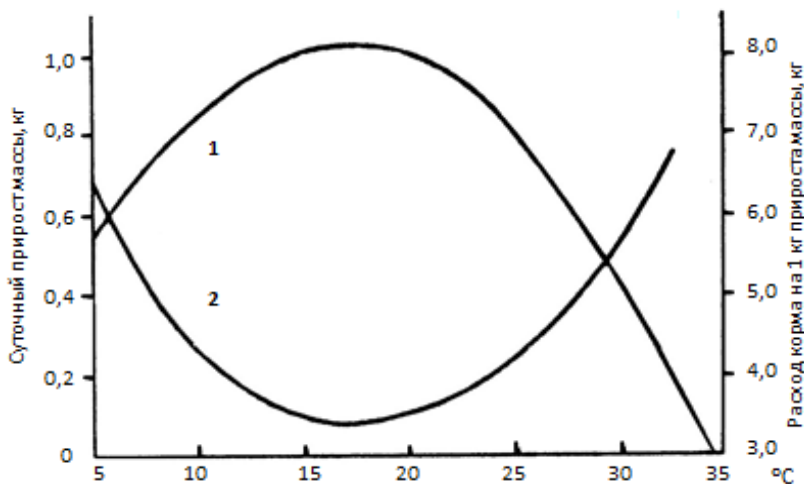


Рисунок 1 – Влияние температуры окружающего воздуха на продуктивность свиней (1) и потребление кормов (2)

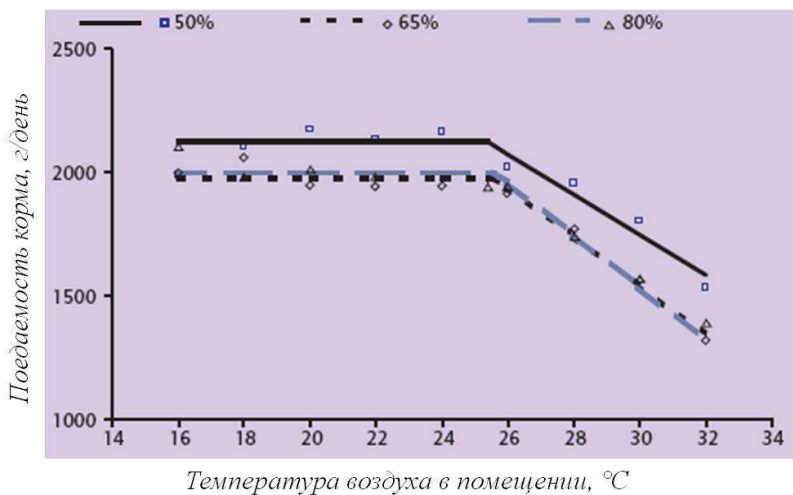


Рисунок 2 – Влияние относительной влажности и температуры воздуха в помещении на поедаемость корма при повышении температуры

Таблица 1 - Влияние температуры в помещении на поведение свиней на участке откорма

Температура воздуха в помещении	Изменения в поведении
<16 °С	Животные скучиваются в группы, увеличивается толщина шпика, увеличивается расход кормов на терморегуляцию, снижается прирост живой массы
>16 °С	Снижается скучивание животных
>18 °С	Свиньи лежат на щелевом, а испражняются на сплошном полу
>19 °С	Повышается испарение влаги с поверхности тела животных
>20 °С	Учащается дыхание животных, начинается тепловой стресс
>25 °С	Снижается конверсия корма и прирост живой массы

По данным исследований голландской генетической компании TOPIGS повышение максимальной температуры при осеменении свиноматок до 36 °С вызывало снижение многоплодия у животных крупной белой породы (Z-линия) на 30 %, а у животных породы ландрас (А-линия) – на 15%.

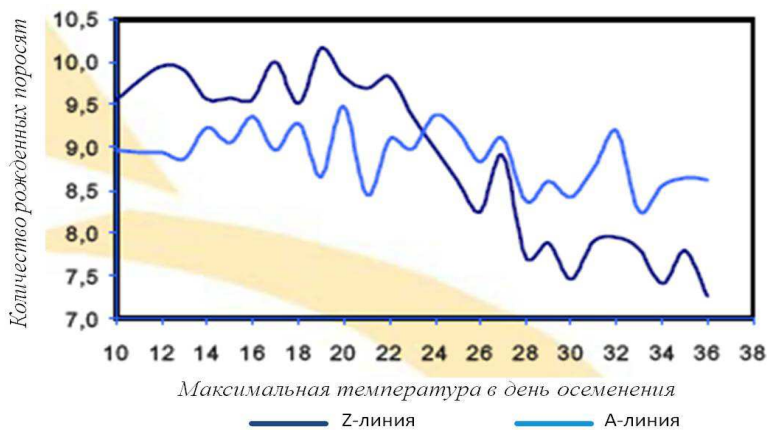


Рисунок 3 – Влияние температуры в помещении при осеменении свиноматок на их многоплодие

Исследователи штата Огайо проверили оплодотворяющую способность семени хряков после того, как они были подвергнуты в течение 72 часов пребыванию при температуре 33,3 °С. При этом их способность к осеменению снизилась на 40% и сохранялась такой в течение последующих 45 дней.

Исследование воздействия высокой температуры на опоросных свиноматок показало, что пять дней воздействия температуры в 36,7° С привели к падежу 8 свиноматок из 22.

Исследования румынских исследователей (табл. 2, 3) показали, что подсосные свиноматки очень чувствительны к высоким температурам по сравнению с другими половозрастными группами свиней.

Таблица 2 – Влияние температуры на подсосных свиноматок

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3
	t = 15-20 °С отн. влажность = 60-67%	t = 25-30 °С отн. влажность = 72-84%	t = 30-35 °С отн. влажность = 82-94%
Количество животных в группе, гол	20	20	12
Вес свиноматок после рождения, кг	180	190	170
Потери веса за период лактации			
кг	20	39***	46***
%	13	25,1	38
Потребление корма в день, кг/гол	5	4,12**	3,8***
Подсосный период, дней	35	35	32
Кол-во рожденных поросят, голов	244	230	116
Сохранность поросят за подсосный период, %	90,2	79,1***	71,1***
Интервал между отъемом и плодотворным осеменением, дней	6,25	13,5***	18,2***
Частота дыхания, раз/мин	25-40	80-120***	120-150***
Температура тела (ректальная), °С	38-38,5	38,5-39,4	39-40,6**

Уровень достоверности: **P≤0,01; ***P≤0,001

Таблица 3 – Влияние температуры на репродуктивные качества свиноматок

Показатель	Группа 1	Группа 2	Группа 3
	-5...+20°C	25...30 °C	выше 30°C
Количество осемененных свиноматок и свинок, гол	60	20	12
Количество супоросных свиноматок и свинок, гол	53	12	6
Коэффициент плодотворных осеменений, %	89	60***	50***
Количество рожденных поросят на свиноматку, гол	10,6	6,4***	5,8***
Интервал между отъемом и плодотворным осеменением, дней	4-12	14-21	14-28

Уровень достоверности: *** $P \leq 0,001$

Температура выше 25 °C вызывает дискомфорт, снижение потребление корма (160 г/день/°C при температуре 25-30 °C; и 460 г/день/°C при температуре 30-35 °C; $P \leq 0,001$), снижение репродуктивных качеств, увеличение интервала между отъемом и плодотворным осеменением (сервис-период), снижение физиологической адаптации (повышение температуры тела и ухудшение охлаждения за счет дыхательных путей).

Относительная влажность воздуха оказывает на свиней большое влияние. Изменение относительной влажности с 70 до 95 % ведет к повышению отхода свиней от 0,05 до 17,5 %. Высокая относительная влажность в помещениях снижает переваримость питательных веществ. Среднесуточный прирост подсвинков при относительной влажности 85 % составляет 653 г, а при 91,8 % – только 553 г.

Влажность воздуха и температура взаимосвязаны и совместно воздействуют на теплорегуляцию и обмен веществ в организме животного. Результаты отечественных исследований, опубликованные в 2010 г на сайте <http://www.piginfo.ru>, еще раз свидетельствуют о том, что снижение температуры воздуха в помещении приводит к повышению энергетических поддерживающих затрат и к снижению темпов роста животных. Относительная влажность воздуха должна находиться в пределах 60-80 %, а предельно допустимая – 85 % (табл. 4).

Таблица 4 – Влияние температуры и относительной влажности на продуктивность свиней

Температура воздуха, °С	Относительная влажность воздуха, %	Среднесуточный прирост, г
24	90	700
23	50	870
15	70	780
8	70	710

Сухой воздух (относительная влажность ниже 50%) также оказывает негативное влияние на организм животного, вызывая раздражение слизистых оболочек глаз, дыхательных путей, усиленную жажду, и, как следствие, ухудшение аппетита и усвоение питательных веществ.

Результаты исследований наглядно свидетельствуют о необходимости борьбы за каждый градус температуры и влажности в зоне критических значений. Возможные потери в продуктивности животных несоизмеримо больше первоначальных капитальных и эксплуатационных затрат.

При проектировании систем обеспечения параметров микроклимата не допустимо применение шаблонных решений, которые часто являются «бесплатной» опцией к оборудованию зарубежных поставщиков.

Результаты мировых исследований о влиянии параметров микроклимата на показатели продуктивности свиней демонстрируют их значительное влияние на экономическую эффективность производства.

В настоящее время в современном отечественном свиноводстве используются различные системы обеспечения параметров микроклимата. Все эти системы обладают достоинствами и недостатками и имеют право на существование. И в каждом случае при проектировании нового или реконструируемого комплекса у специалистов возникают затруднения с выбором той или иной системы. Зачастую данный выбор основывается на сложившихся предпочтениях в оборудовании, налаженных деловых контактах, ценовой политике поставщика оборудования, стремлении к тиражированию готовых проектных решений. При этом в тени остается главный вопрос – работоспособность системы в определенных климатических и экономических условиях.

В проектах «АгроПроектИнвест» разрабатываются различные системы отопления, вентиляции и кондиционирования с учетом географического расположения объекта, обеспеченности энергетическими ресурсами, производственной мощности предприятия, максимальной экономической эффективности.

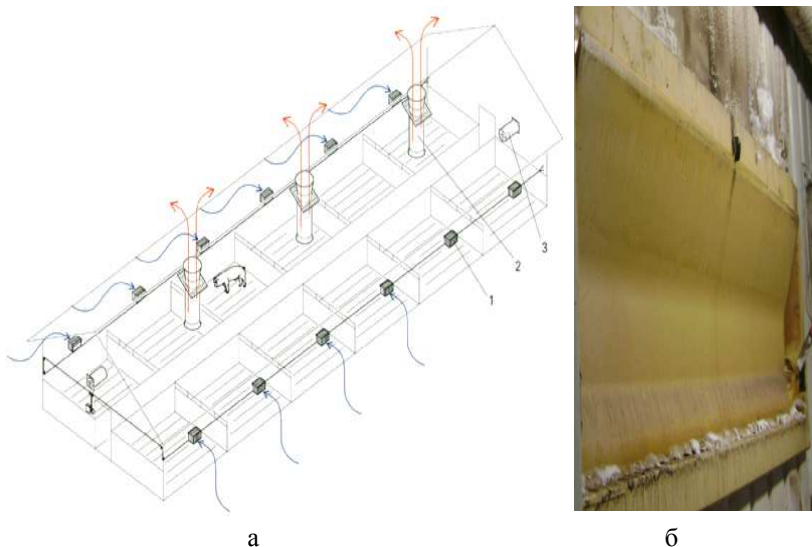
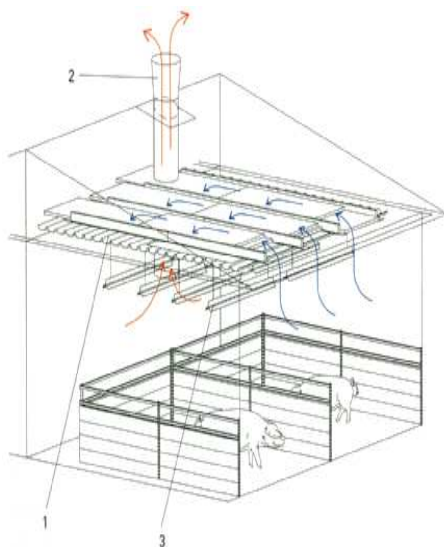


Рисунок 4 – Система вентиляции с приточными клапанами в стенах:
а – общий вид системы; б – обмерзший приточный клапан – 9 °С

Система вентиляции с приточными клапанами в стенах является «шаблонным» решением многих западных компаний, т.к. неплохо зарекомендовала себя в Европе. Она удовлетворительно работает в умеренном климате (от -15 до $+22^{\circ}\text{C}$), но не применима к центральным и северным регионам РФ.

Главным ее недостатком является то, что в холодный период года воздух с отрицательной температурой ниже -15°C , подаваемый через форточки в помещение с низкой скоростью, не успевая подогреться, попадает в зону обитания животных. В жаркий период года подача воздуха возрастает, и его поток движется по направлению к вытяжным шахтам высоко (более 2 м) над клетками с животными. В результате, зимой животные могут простудиться, а летом перегреться.

Кроме того, при низких отрицательных температурах приточные клапаны обмерзают, что приводит к выходу из строя сервоприводов.



а

б

Рисунок 5 – Диффузионная система вентиляции:

а – общий вид диффузионной системы (1 – подшивной потолок;
2 – вытяжная шахта; 3 – дельта-труба отопления);

б – конденсат на поверхности перфорированного потолка при температуре наружного воздуха $-8,3^{\circ}\text{C}$, температура в помещении $+22^{\circ}\text{C}$

Вторая схема вентиляции предусматривает наличие в помещениях перфорированного потолочного перекрытия, так называемая диффузионная вентиляция. Отрицательное давление, создаваемое вытяжными вентиляторами внутри помещений, вызывает приток наружного воздуха в чердачное пространство через отверстия под стрехой крыши. Поступающий холодный воздух попадает в помещение через перфорацию потолочного перекрытия, которые изготовлены из пористого древесно-стружечного материала или перфорированного пенопласта, смешивается с теплым воздухом и опускается в зону обитания

животных равномерно, не создавая сквозняков, что очень важно для маленьких поросят в подсосном периоде и на доразивании.

К недостаткам данной системы можно отнести:

- возможность образования конденсата или инея в перфорированном потолке, что может снизить приток свежего воздуха при резком понижении температуры;

- образование конденсата способствует повышению влажности в помещении;

- недостаточный воздухообмен для борьбы с избытками тепла в теплый период года (требуется дополнительная установка приточных клапанов для летнего периода);

- на перфорированном потолке скапливается пыль, грязь и микроорганизмы, а его мытье и дезинфекция достаточно затруднены.

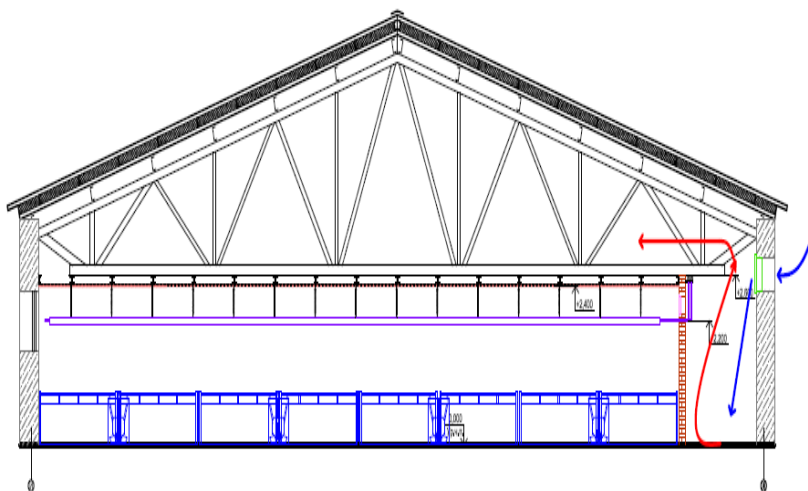


Рисунок 6 – Диффузионная система вентиляции с подшивным перфорированным потолком и вентиляционной камерой в коридоре

Изображенная на рисунке 6 система с подшивным перфорированным потолком и коридором, образованным внешней стеной и внутренней перегородкой, является разновидностью диффузионной системы. Форточки в наружной стене обеспечивают приток воздуха в коридор. Степень открытия форточек регулируется автоматически.

В коридоре воздух подогревается, после чего поступает в производственные помещения через перфорированный потолок.

К преимуществам данной системы относится предотвращение образования конденсата на перфорированном потолке за счет предварительного подогрева воздуха в коридоре. Однако это связано с увеличением площади в среднем на 10 % и соответствующими дополнительными капитальными затратами на строительство.

Из коридора воздух может подаваться через приточные клапаны, расположенные в перегородке. Однако использование такой схемы вентиляции приводит к увеличению затрат на оборудование (дополнительные клапаны и сервоприводы).

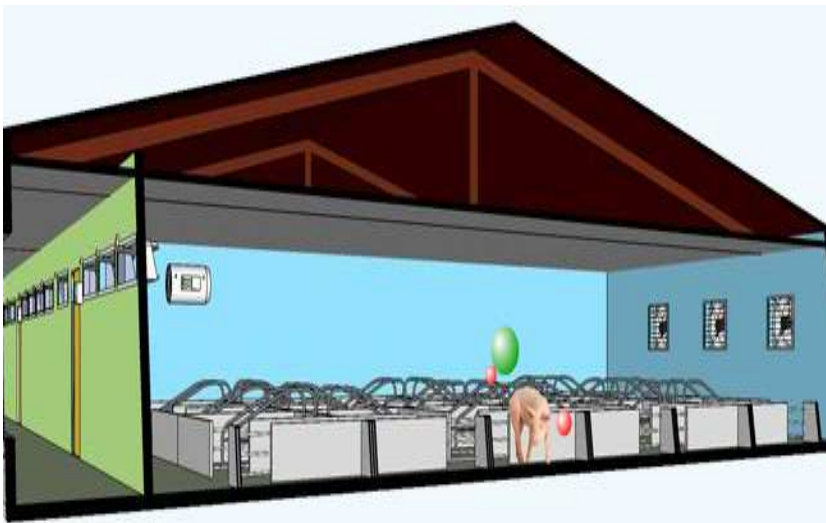


Рисунок 7 – Система вентиляции отрицательного давления с подшивным потолком и притоком через клапана в коридоре

Наряду с системами вентиляции отрицательного давления применяются и системы равного давления, когда и приток и вытяжка воздуха принудительные.

В помещениях для содержания животных приток наружного воздуха может осуществляться активными приточными рециркуляционными шахтами, установленными в покрытии. Из помещения воздух удаляется через активные вытяжные шахты.

Главное преимущество данной системы заключается в том, что наружный холодный воздух, поступающий в приточную шахту,

смешивается в ней с воздухом помещения, при этом повышается температура приточной веерной струи на выходе из воздухораспределителя шахты.

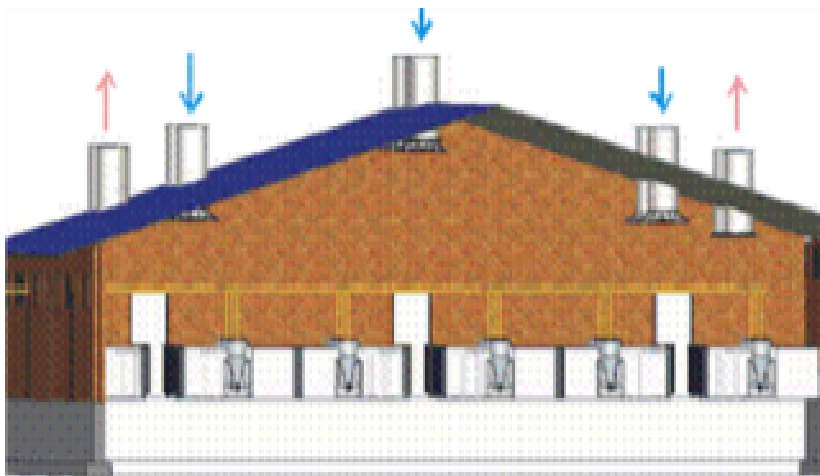


Рисунок 8 – Система вентиляции равного давления с притоком и вытяжкой через активные крышные каминьы

Недостатком является возможность образования капельной влаги при смешивании холодного и теплого потоков воздуха и понижении температуры смеси ниже точки росы.

В районах с высокими температурами указанные выше системы вентиляции не всегда справляются с избытками тепла в помещениях. Естественно, это сказывается и на продуктивности животных. При использовании данной системы в условиях низких температур возможно обмерзание приточных шахт. Зоны притока и вытяжки не разграничены, вследствие чего часть удаляемого воздуха может попадать в приточный.

Стоимость активной шахты, при прочих равных условиях, примерно в два раза выше стоимости оконного осевого вентилятора. Некоторые проектные организации и поставщики вентиляционного оборудования предлагают систему вентиляции туннельного типа, при организации которой используется строительная часть зданий. В этом случае приток воздуха осуществляется с одной стороны, а вытяжка – с противоположной. При этом воздушный поток движется по зданию, как по туннелю.

Эта система больше пригодна для птичников, т.к. рассчитана на повышенный воздухообмен и характеризуется высокой скоростью движения воздуха для борьбы с избытками тепла, которое птицы выделяют значительно больше, чем свиньи. В свинарниках в зимний период она работает неудовлетворительно, т.к. из-за пониженного воздухообмена в зоне вытяжных вентиляторов концентрация вредных газов в несколько раз превышает нормативные значения.

Еще одной разновидностью систем отопления и вентиляции является система централизованной вентиляции с организацией приточных и вытяжных каналов в подвальном пространстве – так называемая система подпольной вентиляции.

Подпольная система вентиляции предполагает организацию притока свежего воздуха и вытяжку отработанного через бетонные воздушные каналы, расположенные в подпольном пространстве. Вытяжка в таком случае осуществляется через щелевой пол по навозным каналам. Приточные каналы расположены между навозными ваннами, из которых воздух подаётся в помещение с животными через вертикальные воздуховоды. За счет небольшого поперечного сечения и значительной мощности приточных вентиляторов, вынесенных за пределы здания, скорость воздушного потока на выходе из воздуховодов составляет 5–6 м/с. Приточная струя поднимается вверх и разбивается о подшивной потолок, что обеспечивает хорошее смешивание приточного воздуха с воздухом помещения.

Такая система предполагает низкие значения воздухообменов (до 0,6 м³/кг живого веса). Массивная подпольная система бетонных каналов играет роль аккумулятора тепла, тем самым сглаживаются суточные колебания температуры.

Сама по себе подземная система вентиляции имеет ряд преимуществ: хорошее смешивание воздуха, удаление выбросного воздуха через щелевые полы, что предотвращает попадание в зону обитания животных вредных веществ (аммиака, сероводорода и др.), эффективно удаляет запахи.

Основным ее недостатком являются высокие капитальные затраты и повышенные требования к деформациям железобетонных конструкций.

На сегодняшний день самой экономичной и достаточно эффективной является система вентиляции отрицательного давления внутри помещения с применением подачи холодного воздуха сверху-вниз при помощи вытяжных вентиляторов и компьютера климат контроля. Такая система отлично показала себя практически во всех климатических поясах РФ.

В холодный период года функционирует система отрицательного давления. Приток воздуха пассивный через вентиляционные шахты, расположенные в покрытии. Вытяжка при этом обеспечивается осевыми вентиляторами, расположенными во внешних стенах помещения. Это обеспечивает удаление излишков влаги и вредных газов из нижней зоны помещения. Производительность данных вентиляторов и приточных шахт соответствует максимальному воздухообмену в летний период года. Регулирование подачи воздуха осуществляется автоматически, за счёт изменения частоты вращения вентиляторов и степени открытия заслонок приточных шахт.

В зимний период холодный воздух направляется заслонками в верхнюю зону помещения, где смешивается с теплым воздухом. При этом под кровлей поддерживается температура на 3–7 °С ниже, чем в зоне обитания животных. В свою очередь меньшая разница между наружной и внутренней температурами в зоне кровли снижает тепловые потери. Такое решение обеспечивает экономию затрат на топливно-энергетические ресурсы около 3–6 % в год.

При необходимости приточный воздух дополнительно подогревается теплогенераторами и подается в зону обитания животных. Теплогенераторы устанавливаются ниже приточных шахт и обеспечивают эффективное перемешивание холодного и теплого воздуха.

В летний период заслонки в шахтах открываются полностью, поэтому воздух направляется вниз для обеспечения максимальной вентиляции зоны обитания животных. Так как забор воздуха осуществляется сверху, а не из пространства между соседними зданиями, всегда гарантировано поступление в помещение чистого воздуха.

По капитальным затратам приведенная схема вентиляции «сверху-вниз» является менее затратной по сравнению со всеми другими рассмотренными вариантами.

В автоматическом режиме станция контроля климата поддерживает заданные параметры воздуха в помещении одновременно по температуре и относительной влажности. При повышении температуры воздухообмен плавно возрастает для отвода лишнего тепла от животных. При снижении температуры ниже заданного значения воздухообмен уменьшается до заданного минимального уровня, и включаются устройства обогрева.

При увеличении влажности воздуха в помещении плавно увеличивается воздухообмен до максимального значения. Если при процессе борьбы с высокой влажностью температура в помещении становится ниже нормативного значения, включаются устройства обогрева. Если температура продолжает падать и достигает заданного критиче-

ского значения, то процесс борьбы с высокой влажностью прекращается, и вентиляция снижается до минимального уровня. Также возможно регулирование в ручном режиме.

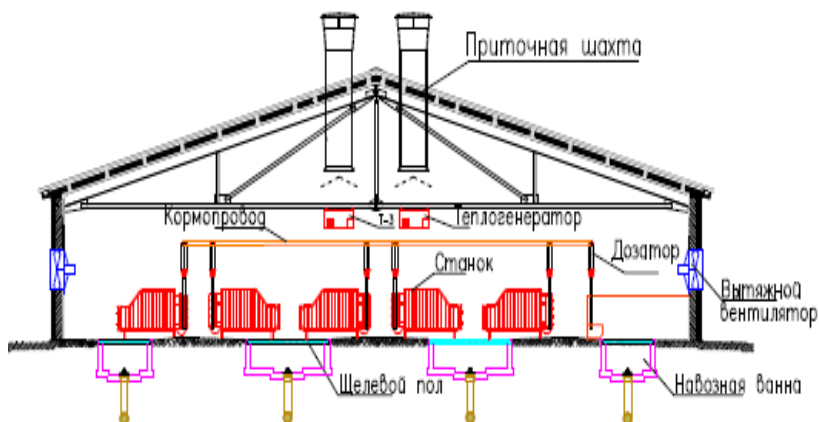


Рисунок 9 – Система вентиляции отрицательного давления с вытяжкой, стеновыми вентиляторами и притоком через пассивные регулируемые крышные каминь

Для снижения эмиссии вредных газов из каналов навозоудаления в зону обитания животных целесообразно использовать схему вентиляции с частичной подпольной вытяжкой, объем которой не должен превышать

20 % от общего объема вытяжки. Подпольная вытяжка позволяет удалять аммиак, сероводород и меркаптаны из мест их образования (каналы навозоудаления), не допускается их попадание через щелевой пол в зону обитания животных. Углекислый газ, выделяемый животными, является более тяжелым, чем воздух, поэтому скапливается над сплошным полом в зоне отдыха животных. Такая система обеспечивает его эффективное удаление через щелевой пол.

Наиболее ответственным является летний период, т.к. температура воздуха может подниматься до предельных значений, при которых система вентиляции не способна справиться с удалением избытка тепла из помещения без дополнительных мероприятий по охлаждению.

В практике животноводства чаще всего используются системы водоиспарительного охлаждения ввиду их простоты в эксплуатации, энергоэффективности и относительно низкой стоимости оборудования. Энергоэффективность обусловлена тем, что затраты энергии направлены лишь на подачу воды в зону испарения, а охлаждение осуществляется за счет поглощения водой теплоты парообразования.

Расчёт воздухоподачи и водоиспарительного охлаждения выполняется из условий баланса удаления излишнего тепла и влаги при условии максимально допустимой относительной влажности воздуха 75–80 %.

В настоящее время наиболее широко распространены два типа таких систем. Система мелкодисперсного распыла воды в зоне щелевого пола. Она обеспечивает достаточно хорошее испарение и снижение температуры в помещении на 2–3 °С. Вторая система предполагает использование увлажняемых матов (кассет). При этом приток воздуха осуществляется через маты, смонтированные на стенах, за счет разряжения, создаваемого вытяжными вентиляторами.

Маты, изготовленные из специально обработанной целлюлозы, имеют строение подобное пчелиным сотам, что обеспечивает максимальную площадь испарения воды при низком сопротивлении движению воздуха.

Эффективность работы данной системы во многом зависит от параметров наружного воздуха, таких как относительная влажность и температура. Система способна при низкой относительной влажности наружного воздуха, обеспечить падение температуры приточного воздуха до 12 °С [3, с. 31].

В зонах с умеренным и холодным климатом эффективно использовать системы утилизации тепла с применением рекуператоров. Рекуператор тепла вентиляционного воздуха – это устройство, имею-

щее в своем составе теплообменный элемент, два вентилятора для побуждения воздушных потоков вытяжного, удаляемого из помещения, и свежего, подаваемого в помещение воздуха. В устройстве тепло от воздуха, который должен быть удален из помещения, отдается воздуху, поступающему в помещение.

Производительность рекуператоров обеспечивает потребность в воздухообмене в диапазоне от зимнего до переходного периодов. Приток наружного воздуха в рекуператор осуществляется через воздухопровод, проходящий от проема в наружной продольной стене здания до рекуператора. Вытяжка воздуха принудительная, осуществляется вытяжной шахтой, смонтированной в кровле над выпускным отверстием рекуператора. Шахта и выпускное отверстие соединены воздухопроводом.

По результатам проведенных нами испытаний данная система обеспечивает экономии топливно-энергетических ресурсов до 80%, а срок ее окупаемости 1,5–2 года [4, с. 17].

При разработке системы вентиляции большое значение имеет правильный расчет потребности в воздухообмене, который обеспечит удаление избытка водяных паров, углекислого газа, аммиака, сероводорода и других вредных веществ. Как правило, в зимний период его рассчитывают по избыткам углекислого газа или водяных паров, а в летний период – по избытку теплоты, который обусловлен теплом, выделяемым животными, и повышенной температурой наружного воздуха. Летний воздухообмен является максимальным и, зачастую, превосходит зимний в десять и более раз.

Согласно «Ведомственных норм технологического проектирования ВНТП 2-96», минимальный воздухообмен для холодного, переходного и теплого периода года должен быть не менее 30, 45, 60 м³ на 1 ц живой массы соответственно. Однако результаты проведенных исследований показывают, что это усредненные значения, которыми пользоваться при определении необходимой производительности оборудования нельзя.

На участке холостых и супоросных свиноматок расчетная потребность в воздухообмене в холодный и переходный период года ниже рекомендаций ВНТП 2-96. Однако в летний период потребность в воздухообмене резко повышается. Минимальный воздухообмен 0,6 м³/кг по ВНТП 2-96 обеспечивает нормативную температуру в помещении лишь до 18 °С наружного воздуха. Последующий рост температуры наружного воздуха приводит к стремительному увеличению потребности в воздухообмене. Применение системы водоиспарительного охлаждения с использованием форсунок низкого давления позволяет снизить температуру в помещении на 2–4 °С, а следовательно и потребность в воздухообмене.

Однако при температуре наружного воздуха выше 26 °С, система вентиляции практически не способна справиться с таким избытком тепла без дополнительного охлаждения.

В проектах «АгроПроектИнвест» использует различные системы отопления и вентиляции, в зависимости от климатических условий и производительности свиноводческого предприятия. При этом в летний период, в зависимости от климатической зоны летний воздухообмен принимается по расчёту 1,2 – 2,5 м³/кг живого веса.

Наряду с созданием и технически грамотным использованием отопительно-вентиляционного оборудования, отвечающего таким требованиям, как низкая материалоемкость, высокие теплотехнические и аэродинамические характеристики и надёжность, не меньшую роль следует отводить системам автоматизации, обеспечивающим требуемые параметры микроклимата с экономичным использованием ресурсов на протяжении всех периодов и режимов работы систем микроклимата.

Специалистами ООО «АгроПроектИнвест» разработана уникальная система регулирования параметров микроклимата. Данная система совместима со всеми выше рассмотренными схемами вентиляции, отопления, кондиционирования и утилизации тепла. Она обеспечивает эффективную и согласованную работу всех элементов системы поддержания микроклимата в полностью автоматическом режиме.

ЛИТЕРАТУРА

1. Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней // Эффективное животноводство. г. Краснодар: ООО ИД «Агрофорум» 2011, №5. С. 67–68.
2. Дашков В. Н. Возобновляемые источники энергии в ресурсосберегающих технологиях АПК: Монография / В. Н. Дашков. – Барановичи: РУПП «Баранов. укрупн. тип.», 2003. 184 с.
3. Дроганов Б. Х. и др. Применение теплоты в сельском хозяйстве: Учеб. Пособие/ Б. Х. Дроганов, В. В. Есин, В. П. Зуев; Под ред. Б. Х. Дроганова. – 2-е изд., перераб. и доп. – К.: Высш. шк. 1990. 319 с.
4. Опыт проектирования систем отопления и вентиляции на свиноводческих фермах и комплексах // Эффективное животноводство. г. Краснодар: ООО ИД «Агрофорум», 2011, №6. С. 30–31.
5. Ресурсосберегающая система отопления и вентиляции // Агрорынок. – 2011, №9. С. 2–4.

6. Энергосберегающая система отопления и вентиляции // Эффективное животноводство. г. Краснодар: ООО ИД «Агрофорум» – 2011, №10. С. 80–82.

**VENTILATION SYSTEMS AND EFFECT CLIMATE
PARAMETERS ON THE PRODUCTIVITY OF PIGS**

Keywords: microclimate, pigs, resource conservation, recovery, water evaporation cooling.

Annotation. The optimal parameters of the microclimate in the premises maintained by heating and ventilation systems, the cost of which exceeds 60 % of the energy cost of the complex.

ИГНАТКИН ИВАН ЮРЬЕВИЧ – кандидат технических наук, доцент кафедры сопротивления материалов и деталей машин, Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина, руководитель отдела микроклимата и энергосберегающих технологий ООО «АгроПроектИнвест» г. Москва, (ignatkinivan@gmail.com).

КУРЯЧИЙ МАКСИМ ГЕННАДЬЕВИЧ – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент кафедры технологии и механизации животноводства, Московский государственный агроинженерный университет им. В. П. Горячкина, руководитель технологического отдела ООО «АгроПроектИнвест» г. Москва, (ignatkinivan@gmail.com).

IGNATKIN IVAN YURIEVICH – the candidate of the technical sciences of the strength of materials and components of machinery, the Moscow State Agro University by VP Goryachkin, the head of the department of climate and energy-efficient technologies, LLC «Agro-ProektInvest» Moscow, (ignatkinivan@gmail.com).

KURYACHIIY MAXIM GENNADIEVICH – the candidate of agricultural sciences, the docent of the chair of technology and mechanization livestock, , the Moscow State Agro University by VP Goryachkin, the head of the department of climate and energy-efficient technologies, LLC «AgroProektInvest» Moscow, (ignatkinivan@gmail.com).
