

Опыт проектирования систем отопления и вентиляции на свиноводческих фермах и комплексах

Ильин И.В, генеральный директор ООО«АгроПроектИнвест».,

Игнаткин И.Ю., к.т.н., ведущий специалист ООО «АгроПроектИнвест», Курячий М.Г., к.с-х.н, ведущий специалист ООО «АгроПроектИнвест»

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

Так, при содержании свиней при температуре ниже оптимальной растущие -откармливаемые свиньи снижают **среднесуточные привесы в среднем на 22 г на каждый градус ниже оптимальной**. По данным исследований голландской генетической компании TOPIGS, **повышение максимальной температуры при осеменении свиноматок до 36°C вызывало снижение многоплодия у животных крупной белой породы (Z-линия) на 30%, а у животных породы ландрас (А-линия) – на 15%.**

Так при скорости 0,175 м/с при оптимальной температуре свиньи массой 60 кг затрачивают на 1 кг прироста 3,2 кг корма, а при скорости 1,5 м/с – в 2 раза больше. Такая закономерность отмечается при любой массе откармливаемых свиней

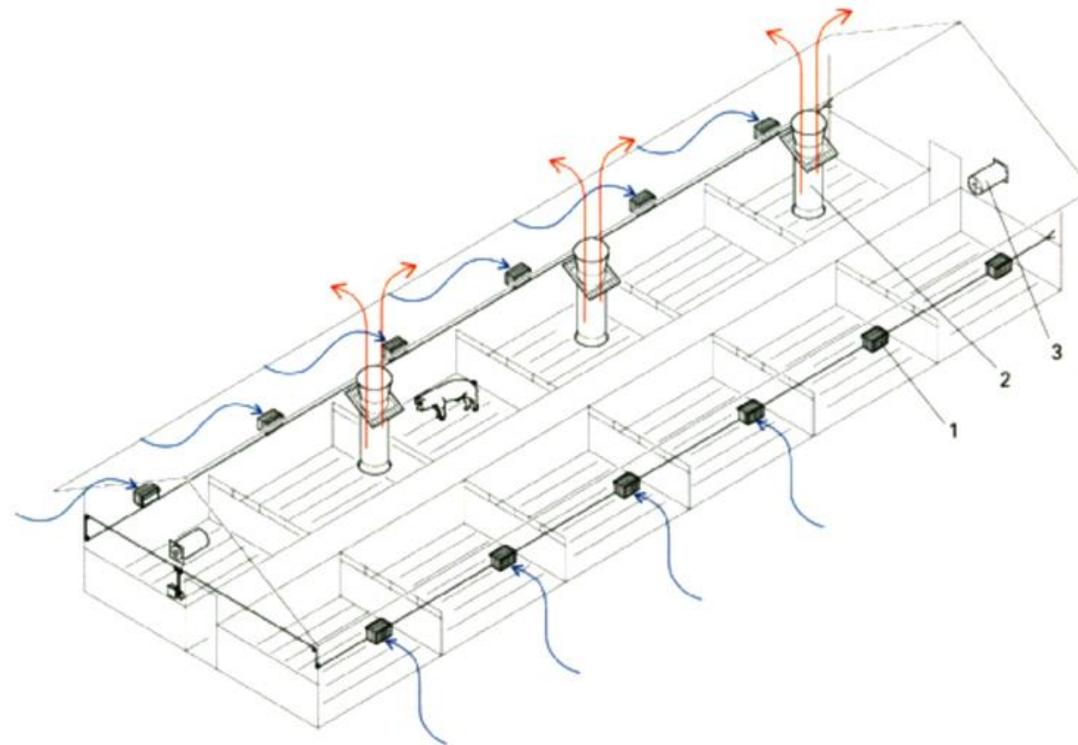
Изменение относительной влажности с 70 до 95% ведет к **повышению отхода свиней от 0,05 до 17,5%.**

ВИДЫ СИСТЕМ

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 о работоспособности системы в определенных климатических и экономических условиях, которые значительно варьируют на территории нашей необъятной Родины.

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



1 - приточные отверстия; 2 – механические вытяжные шахты; 3 – теплогенератор.

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°C), но не применима к центральным и северным регионам РФ.

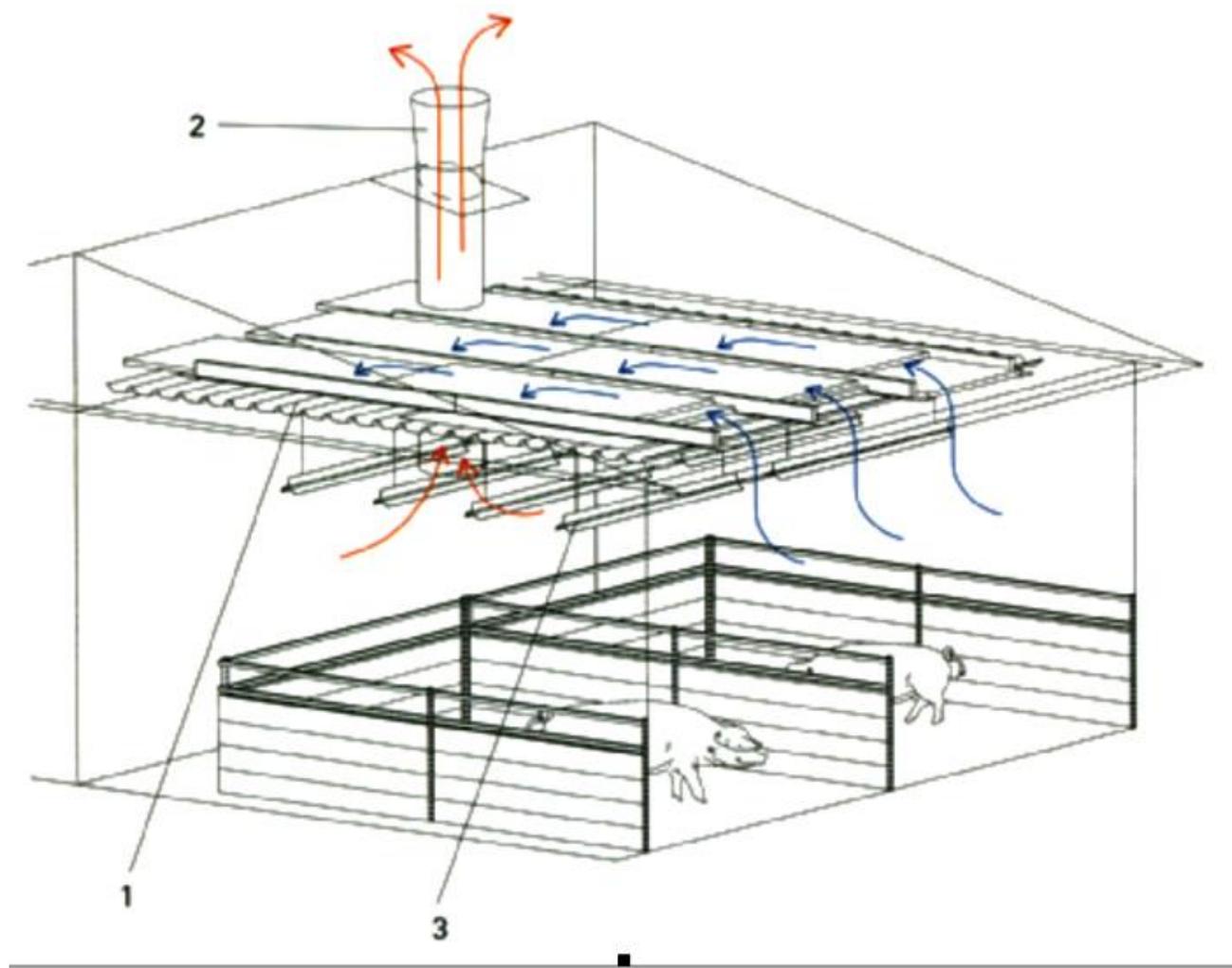




Главным ее недостатком является то, что в холодный период года воздух с отрицательной температурой ниже -15°C подаваемый через форточки в помещение с низкой скоростью, не успевая подогреть обледеневшие приточные клапаны.
Центральный регион.
Температура наружного воздуха -9°C .

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.



1 – подшивной потолок; 2 – вытяжная шахта; 3 – дельта-труба
отопления

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 1 – подшивной потолок; 2 – вытяжная шахта; 3 – дельта-труба отопления

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 дорастивании.



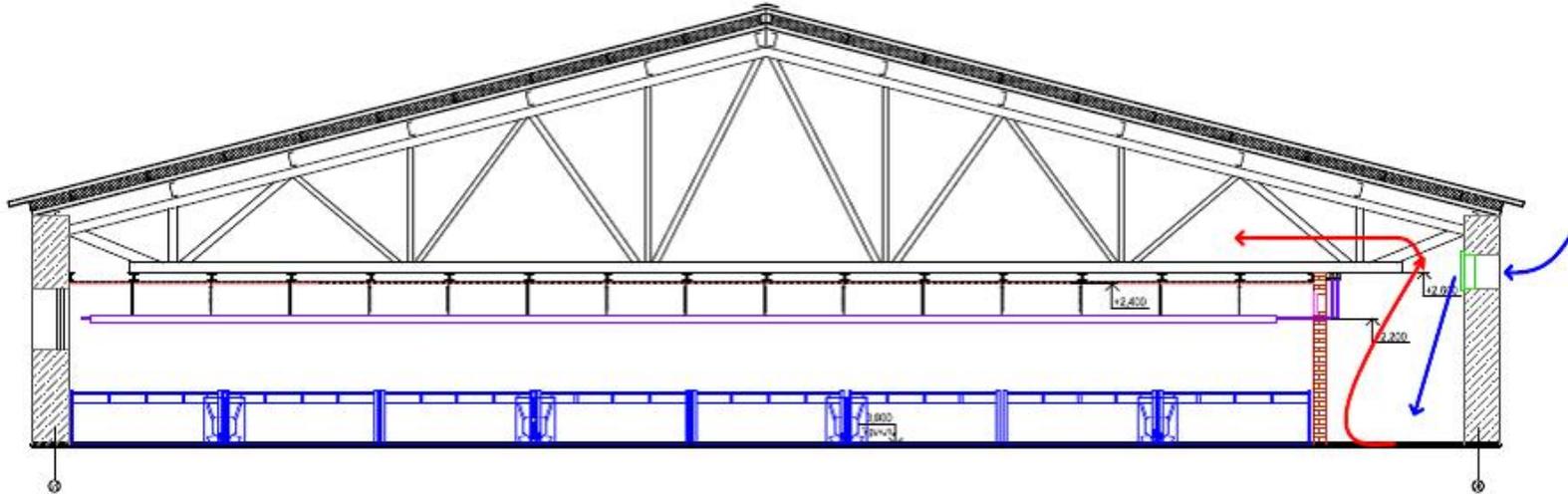
К недостаткам данной системы можно отнести:

- 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);

Конденсат на перфорированном потолке. Температура наружного воздуха $-8,3^{\circ}\text{C}$, температура в помещении $+22^{\circ}\text{C}$

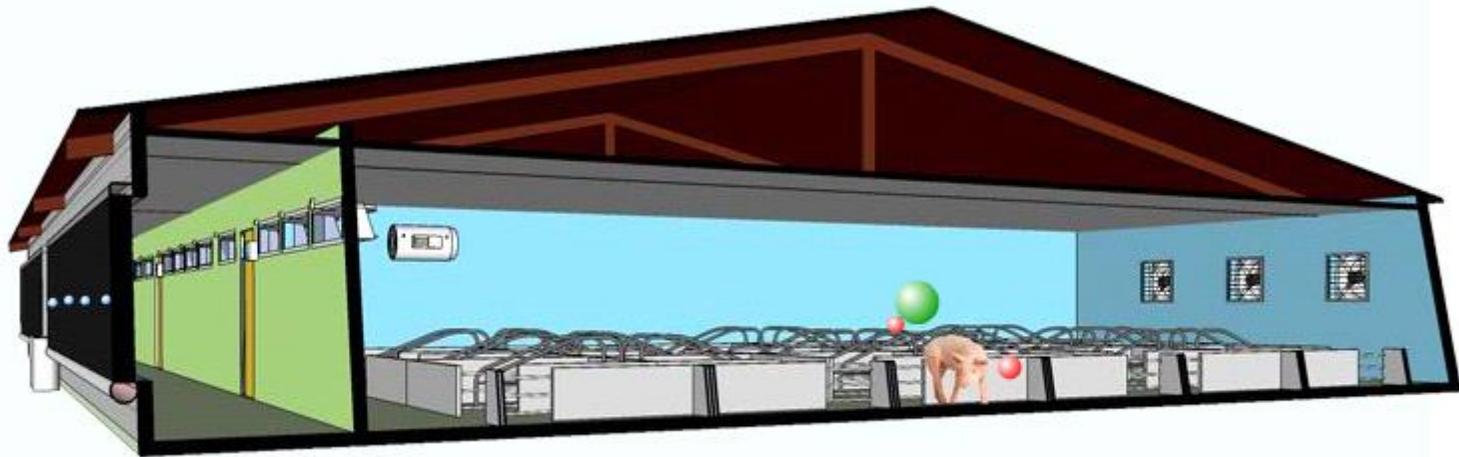
- на перфорированном потолке скапливается пыль, грязь и микроорганизмы, а его мытье и дезинфекция достаточно затруднены.

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



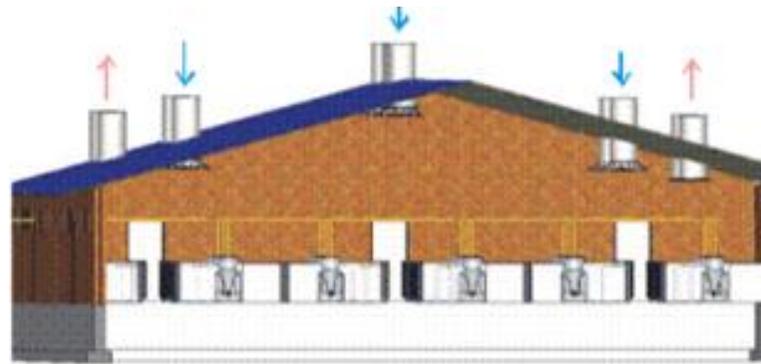
В коридоре воздух подогревается, после чего поступает в производственные помещения через перфорированный потолок.

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).

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.

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 сглаживает 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.

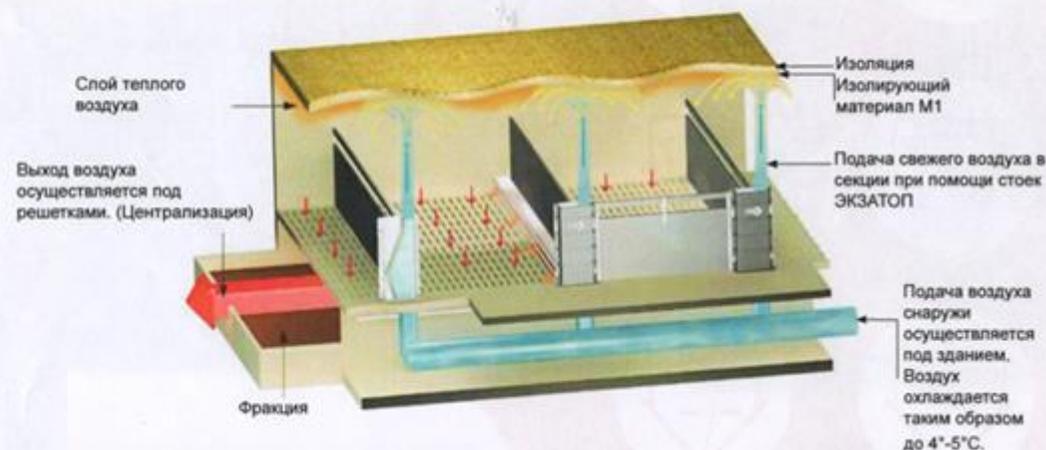


ЭКЗАТОП



● ● регулируемая вентиляционная стойка, испытанная временем

Воздух поступает в секцию через канал воздуховода, находящийся под проходом. Встроенный во внутрь колонны ЭКЗАТОП клапан регулирует объем воздушного потока в зависимости от расхода воздуха, замеряемого на выходе (вентилятор). Соединенные между собой колонны обеспечивают равномерное распределение свежего воздуха по всей секции. Вентиляционная колонна может использоваться в любых типах животноводческих зданий: маточник, супоросные свиноматки, доразивание, откорм.



Основным ее недостатком являются высокие капитальные затраты и повышенные требования к деформациям ж/б 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

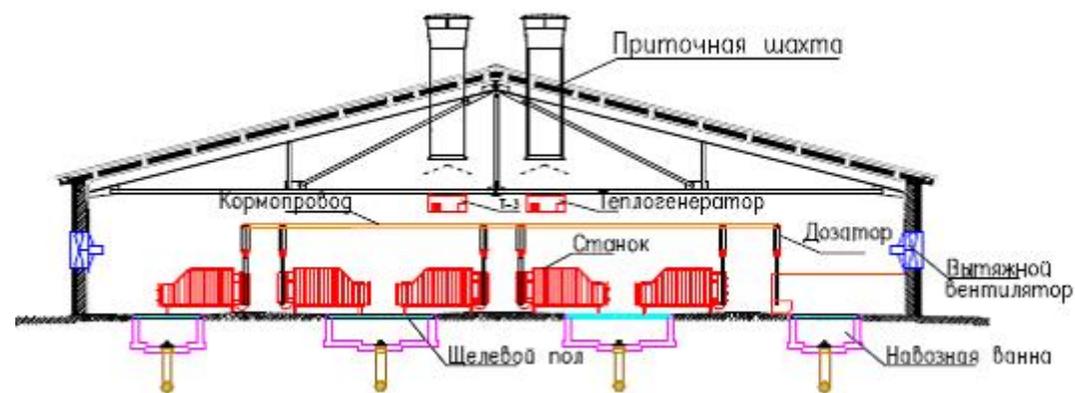
вытяжных вентиляторов и компьютера климат контроля. Такая система отлично показала себя в российских условиях практически во всех климатических поясах.

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°C 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 критического значения, то процесс борьбы с высокой влажностью прекращается, и вентиляция снижается до минимального уровня.

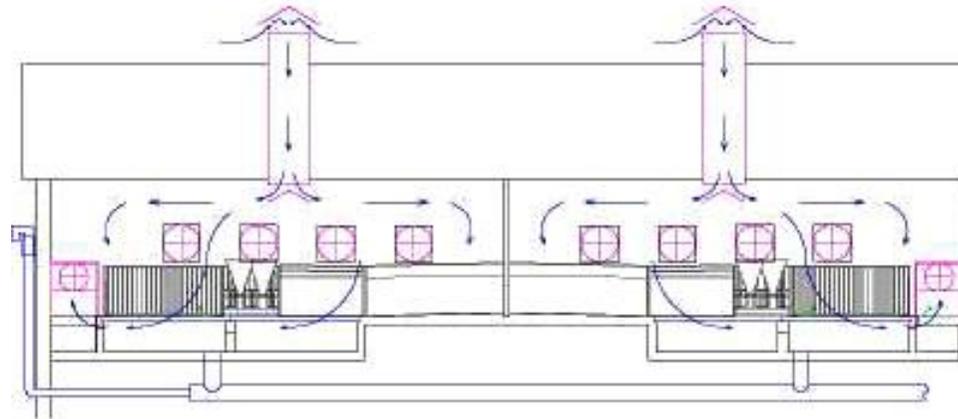
Также возможно регулирование в ручном режиме.





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.

**Схема системы вентиляции
с частично подпольной вытяжкой**



Система водоиспарительного охлаждения

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%.



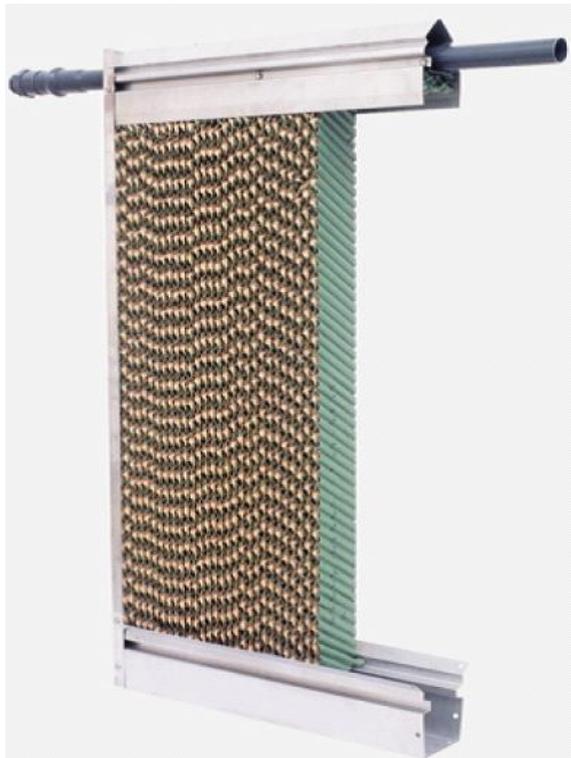
В настоящее время наиболее широко распространены два типа таких систем:

Система мелкодисперсного распыла воды в зоне щелевого пола. Она обеспечивает достаточно хорошее испарение и снижение температуры в помещении на 2-3 °С. Распыл в зоне дефекации предотвращает испражнения на участке сплошного пола.

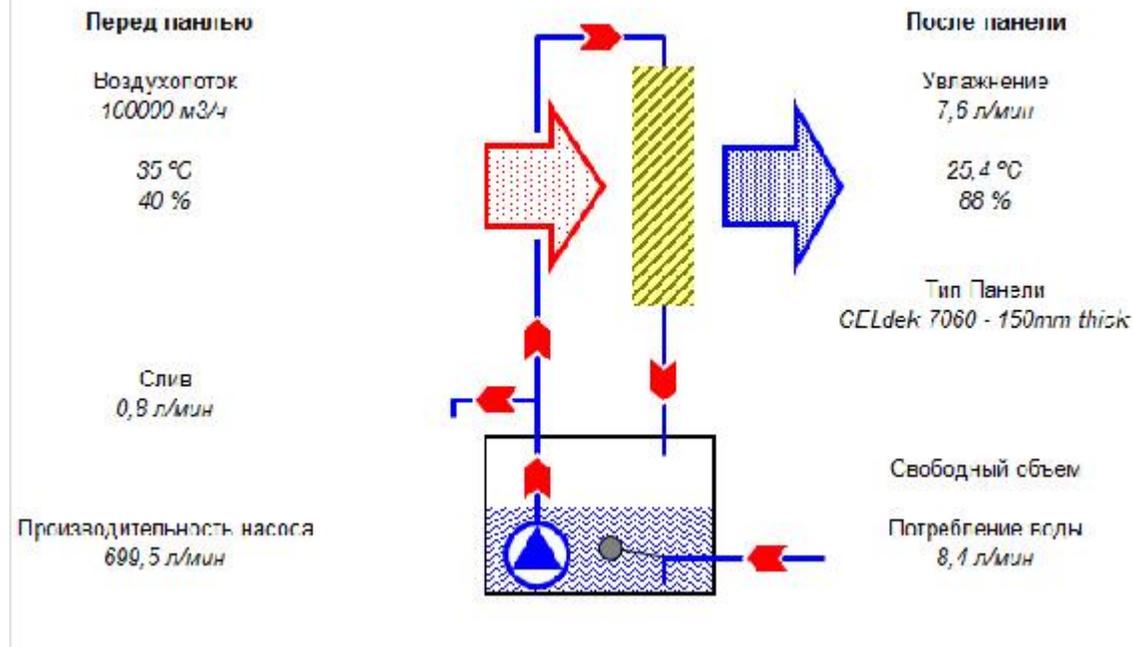
Вторая система – предполагает использование увлажняемых матов (кассет).

При этом приток воздуха осуществляется через маты смонтированные на стенах за счет разряжения, создаваемого вытяжными вентиляторами.

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



Поток воздуха через панель



Эффективность работы данной системы во многом зависит от параметров наружного воздуха, таких как относительная влажности и температура. Система способна, при низкой относительной влажности наружного воздуха, обеспечить падение температуры приточного воздуха до 12 °C.

В зонах с умеренным и холодным климатом эффективно использовать системы утилизации тепла с применением рекуператоров.

Рекуператор тепла вентиляционного воздуха — это устройство, имеющее 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 воздуховод, 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 воздуховодом.

По результатам проведенных нами испытаний данная система обеспечивает экономию топливно-энергетических ресурсов 60-70%, а срок ее окупаемости 1,5-2 года.

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 по водяным парам, 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 «Ведомственным 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.

Так например, 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.

Большинство европейских компаний при подборе вентиляционного оборудования закладывает максимальный воздухообмен 0,9-1,1 м³/кг живого веса, что не всегда обеспечивает эффективное удаление избытков тепла из помещения особенно в период экстремально высоких температур.

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, основанная на применении блочно-модульной концепции.

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.