

ЭНЕРГОЭФФЕКТИВНАЯ СИСТЕМА МИКРОКЛИМАТА В СВИНОВОДСТВЕ С ПРИМЕНЕНИЕМ ОХЛАДИТЕЛЯ НОВОЙ КОНСТРУКЦИИ

Ген. директор ООО «АгроПроектИнвест» Ильин И.В., к.т.н. Игнаткин И.Ю., к.с.-х.н. Курячий М.Г.

Аннотация

Компания «АгроПроектИнвест» имеет большой опыт в области проектирования, производства и эксплуатации различных систем отопления, вентиляции и кондиционирования, применяемых на современных свиноводческих комплексах. В статье представлена новая эффективная ресурсосберегающая система водоиспарительного охлаждения, которая может использоваться как в проектируемых, так и в модернизируемых животноводческих помещениях. Разработанная система испытана и внедрена на крупных свиноводческих предприятиях и показала отличные результаты: снижение температуры приточного воздуха на 15 0С при соблюдении нормативной влажности воздуха в помещении. Приведен сравнительный анализ различных систем охлаждения в разрезе технологической и энергетической эффективности.

Влияние параметров микроклимата на продуктивность свиней

Реализация генетического потенциала животных возможна только при соблюдении оптимальных условий содержания, кормления и высокого уровня менеджмента на предприятии.

Продуктивность животных на 25-30% зависят именно от параметров микроклимата в помещении. Незначительные колебания естественно возможны и при этом не происходит нарушений функций организма. Однако для каждого вида животных имеются допустимые пределы отклонения температуры, выход за границы которых отрицательно отражается на их жизнедеятельности.

Рис.1. Влияние температуры окружающего воздуха на продуктивность свиней на откорме (1) и потребление кормов (2).

Отечественными исследователями установлено, что при повышении температуры в помещении для откорма свиней до 300С у животных наблюдается снижение среднесуточных приростов с 930 до 550 г (рис. 1).

По результатам датских исследований (рис.2) также видно, что при температуре воздуха выше 30°С снижается поедаемость корма, а как следствие и среднесуточные приросты.

Рис.2. Влияние температуры в помещении на поедаемость корма

Репродуктивная функция животных в значительной степени подвержена негативному влиянию повышенной температуры. 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%.(рис. 3)

Рис.3. Влияние температуры в помещении при осеменении свиноматок на их многоплодие

Не сложно подсчитать, что для свиноводческого комплекса с постановочным поголовьем на откорме 35 000 голов ежемесячные убытки от потери привесов свиней из-за повышенной температуры составят: $35\ 000 \times (930-550) \times 30 \times 90 / 1000 = 35\ 910\ 000$ руб./мес, где 35000 – единовременная постанова, голов;

930 – генетически возможный среднесуточный прирост свиней на откорме, г. 550 – среднесуточный прирост свиней на откорме при температуре 30°C, г;

30 – количество дней в месяце;

90 – стоимость 1 кг свинины в живом весе, руб.

Стоимость оборудования и монтажных работ по установке системы охлаждения с использованием подвесных охладителей обойдется приблизительно в 20 млн. руб., таким образом, **срок окупаемости системы составит: $20/35,91=0,56$ месяца**

Ежемесячные убытки от потери многоплодия свиноматок из-за повышенной температуры приведут к снижению валового выхода продукции на 15-30%.

Таким образом, обеспечение оптимальных параметров микроклимата является обязательным условием успешного животноводства

Системы охлаждения воздуха, применяемые в свиноводстве

В настоящее время в свиноводстве используют различные методы охлаждения, которые можно разделить на два принципиальных типа: парокомпрессионные охладительные установки, так называемые сплит-системы и системы водоиспарительного охлаждения. Последние в свою очередь делятся на системы распыления воды с использованием форсунок (низкого или высокого давления) и системы с увлажняемыми матами.

Сплит-системы получили широкое распространение в системах гражданского кондиционирования воздуха производят «сухой» холод и могут обеспечить требуемую степень охлаждения, которая ограничена лишь мощностью установки, в зимний период установка может быть использована для отопления в режиме теплового насоса. Из недостатков следует выделить следующие: сплит-системы энергоемки, металлоемки, относительно дороги, сложны по конструкции и в эксплуатации, мало приспособлены к агрессивным условиям свинокомплексов. При этом система имеет право на существование и находит применение на наиболее ответственных участках свинокомплексов южных климатических зон РФ. Так хрячник ОАО «Батайское» Ростовской области оборудован сплит-системой.

Системы водоиспарительного охлаждения получили повсеместное распространение ввиду их относительной дешевизны, простоты, технологической и энергетической эффективности. Эффективность охлаждения системы во многом зависит от параметров наружного воздуха и конструктивного исполнения. Принцип работы системы основан на том, что вода, переходит в газообразное состояние, отнимая у воздуха теплоту парообразования. Теряя теплоту, воздух охлаждается. Удельная теплота парообразования воды весьма велика и составляет 2260 кДж/кг, удельная теплоемкость воздуха при относительной влажности 50% составляет 1,015 кДж/кг, плотность воздуха при 20°C 1,204 кг/м³. Не сложные расчеты показывают, что теоретически 1кг испаренной воды способен понизить на 10°C температуру 180 м³ воздуха. Теоретический потенциал систем высок, а борьба технологий и конструкций идет за наиболее полную его реализацию при минимальных капитальных и эксплуатационных затратах. Система водоиспарительного охлаждения производит «влажный» холод и здесь крайне важно соблюсти баланс воздухообмена и количества воды, подаваемой на испарение. Малое количество воды не обеспечит должного охлаждения, завышенная подача воды приведет к 100% относительной влажности в помещении (эффект турецкой бани), что только усугубит негативное влияние высокой температуры.

В этой связи высока ответственность проектировщиков и разработчиков технических решений. Компания ООО «АгроПроектИнвест» предлагает лучшие решения для охлаждения свиноводческих ферм и комплексов в различных климатических зонах России.

Самой простой и дешевой реализацией эффекта водоиспарительного охлаждения является **система распыления воды с использованием форсунок низкого давления** (2 Бар), она способна охладить воздух только в пределах 1-2°C, но капельки воды попадают на животных и охлаждают непосредственно тело. Кроме того, за счет распыла воды в области щелевого пола бокс условно делится на две зоны «сухую» и «мокрую», разграничивая зоны отдыха и дефекации.

Рис.4 - Система мелкодисперсного распыла воды под низким давлением в зоне щелевого пола

Следующей технической реализацией водоиспарительного охлаждения является **система охлаждения распылением воды под высоким давлением** в зоне притока воздуха. По заверению фирм производителей такая система способна охладить воздух в помещении на 10°C в сравнении с уличным, фактически же снижение температуры не превышает 3°C. Для обеспечения мелкодисперсного распыления воды система работает под давлением в 70 Бар. Диаметр отверстий в форсунках не превышают 15-30 мкм, что предъявляет высокие требования к механическому и химическому составу воды и квалификации обслуживающего персонала. Системы водоснабжения большинства комплексов не удовлетворяют предъявляемым требованиям, а, следовательно, нуждаются в установке дорогостоящих систем многоступенчатой водоподготовки. Стоимость описанной системы

соизмерима со стоимостью системы с применением увлажняемых кассет, но не обеспечивает должного охлаждения и требует бережного обращения и дорогостоящего обслуживания.

Рис.5 – Система охлаждения с использованием форсунок высокого давления

Наиболее эффективным техническим решением в области водоиспарительного охлаждения являются **системы с использованием увлажняемых матов.**

Рис.6 – Принципиальная схема системы с увлажняющими матами

Системы способны охлаждать воздух на 15 °С, при сохранении нормативной относительной влажности в помещениях. Эти решения пришли к нам из жарких европейских стран с мягкими зимами, таких как Италия и Испания, как следствие мало приспособлены к российскому климату. В течение отопительного периода окна с увлажняемыми матами являются брешами в ограждающих конструкциях, в результате повышается доля потерь тепла.

Западные компании предлагают размещать панели с увлажняемыми матами в пристройках к корпусам и подавать воздух в помещение через приточные клапана с электрическим приводом. Такое решение приводит к удорожанию строительных конструкций и оборудования в среднем на 10%.

*Рис.7 - Системы с увлажняющими матами
(расположение в пристройке)*

На отопительный период система не утепляется, такое решение приемлемо для европейских стран с мягкими зимами в российских климатических условиях это приводит к увеличению теплопотерь через ограждающие конструкции в среднем на 10%.

Установленная тепловая мощность отопительного оборудования для описанной секции откорма в Тамбовской области составит 463 кВт.

Структура тепловых потерь:

-70-80% - потери тепла с вентилируемым воздухом;

-30-20% - потери через ограждающие конструкции.

Энергопотребление за весь отопительный период составит 1,42 ГВт*час, что обойдется в 1,14 млн. руб. в год, десятипроцентные потери составят 114 тыс. руб./год с корпуса.

[Компания «АгроПроектИнвест» предлагает](#)

Специалисты нашей компании имеют опыт проектирования всех описанных в статье систем, но при этом мы рекомендуем для российских условий использовать два варианта систем охлаждения с использованием увлажняемых матов:

Рис.8 - Системы с увлажняющими матами, заделанными утепленными тентами

1. С расположением кассет в продольной стене. Предлагаемая система не требует строительства дополнительных пристроек. Маты на зиму закрываются утепленными тентами. Экономия затрат на строительство для полуждания на 2300 голов свиней на откорме составляет более 5 тыс. евро. В летний период вытяжка обеспечивается осевыми вентиляторами, расположенными в продольной стене здания. В противоположной стене смонтированы маты водоиспарительного охлаждения, через которые осуществляется приток. Такое решение обеспечивает равномерное распределение охлажденного приточного воздуха по всей зоне обитания животных, протяженность пути воздуха минимальна, что предотвращает скопление теплоты и вредных веществ в зоне вытяжки.

1. С использованием подвешенного охладителя, который устанавливается в помещении под приточную шахту и не требует закрывания на холодный период года. Система удобна при новом строительстве и модернизации существующих систем обеспечения микроклимата. Воздух из приточных шахт за счет разря-

Рис.9 – Общий вид подвешенного охладителя

вытяжными вентиляторами, подается в охладитель. Днище охладителя выполнено в виде углового рассекателя, **при этом** воздушный поток с **минимальным сопротивлением** делится на две равные части и подается в охлаждающие кассеты. На выходе из него мы получаем охлажденный и влажный воздух. Скорость его движения зависит от тяги вентиляторов и находится в допустимых пределах для свиноводческих предприятий и комплексов. Влажность достигает 75% и является тоже допустимым значением содержания свиней.

Система обладает всеми достоинствами водоиспарительного охлаждения. За счет большой поверхности испарения обеспечивает высокую степень насыщения *точной шахтой* воздуха «сухой» влагой, без отрыва капельной влаги, как следствие высокую степень охлаждения.

Рис.10 – Схема установки подвешенного охладителя под при

Производительность охладителя во многом зависит от параметров наружного воздуха. Для получения максимальной эффективности его использования окна (возможно, и двери) должны быть открыты для постоянного циркулирования воздуха. Производительность охладителя во многом зависит от параметров наружного воздуха. В противовес всем существующим системам, описанным выше, охладитель способен понизить температуру воздуха на 15°C с минимальными затратами и без потерь тепла зимой.

Охладитель удобен и прост в эксплуатации. Может быть внедрен в имеющиеся системы вентиляции. Не требует дополнительных затрат на обслуживание при переходе на зимний период. В этом случае просто

прекращается подача воды в охладитель и охлаждения воздуха происходить не будет.

Предлагаемые технические решения внедрены на свиноводческом комплексе Краснодарского края «Венцы-Заря» и на свинокомплексе «Тамбовский бекон».

Сравнительный анализ электропотребления рассматриваемых систем

В качестве примера для оценки энергетической эффективности рассмотрим корпус откорма свиней размерами 90x24м высота до нижнего пояса фермы 2,5 м. Постановочное поголовье животных 2300 голов весом 110 кг. Согласно выполненным расчетам при температуре наружного воздуха +32°C и для обеспечения температуры в помещении +22°C.

1. Система с подвесными охладителями

Производительность подвешенного охладителя по воздуху составляет 20 000 м³/час, для секции откорма на 2300 голов потребуется 18 подвесных охладителей.

Для подачи воды необходимо установить 4 насоса производительностью 170 л/мин, напором 9 м, установленная электрическая мощность составит $4 \cdot 0,4 = 1,6$ кВт. Целлюлозные кассеты очень гигроскопичны, по этой причине насосы включаются периодически. Часовое энергопотребление с учетом периодического выключения (коэффициент использования 0,75) составит 1,2 кВт*час, энергопотребление вентиляторов 15,6 кВт*час. Суммарное часовое энергопотребление системы составит $1,2 + 15,6 = 16,8$ кВт*час.

1. Система с кассетами, расположенными вдоль фасадных стен

Система охлаждения с увлажняемыми матами, расположенными вдоль фасадных стен, имеет такое же энергопотребление, как и система с использованием подвесных охладителей и составляет 1,2 кВт*час, энергопотребление вентиляторов 15,6 кВт*час. Суммарное часовое энергопотребление системы составит $1,2 + 15,6 = 16,8$ кВт*час.

2. Сплит-система

При установке сплит-системы требуемая расчетная хладопроизводительность составит 282 кВт, установленная электрическая мощность такой системы приблизительно 110 кВт. Среднее энергопотребление без инверторов (при работе системы по принципу включено/выключено) составит около 96 кВт*час, с инверторами (плавное регулирование производительности компрессора) - 68 кВт*час. При температуре +32°C оборудование будет работать на полную мощность, часовое энергопотребление составит 110 кВт*час. При использовании сплит-систем требуется меньший воздухообмен 0,58 м³/кг/час. Часовое энергопотребление вентиляторов 6,6 кВт*час, в общем, для системы $110 + 6,6 = 116,6$ кВт*час, что в 6,9 раз больше, чем у системы с подвесными охладителями.

3. Система распыления воды с использованием форсунок высокого давления (70 Бар)

Система распыления воды с использованием форсунок высокого давления требует установки двух плунжерных насосов мощностью 2,2 кВт каждый. При температуре +32 насосы будут работать постоянно, т.е. потребляемая мощность составит 4,4 кВт, при этом воздухообмен необходимо поддерживать на уровне 1,75 м³/кг/час, часовое энергопотребление вентиляторов составит 18,9 кВт*час, энергопотребление системы составит 23,3 кВт*час, что на 39 % больше чем у систем с подвесными охладителями.

4. Распыление воды с помощью форсунок низкого давления (2 Бар)

Система работает напрямую от водопроводной сети. В расчете на корпус 2300 голов свиней на откорме дополнительная нагрузка насосной станции системы водоснабжения составит в среднем 1 кВт. Воздухообмен необходимо поддерживать на уровне 1,75 м³/кг/час. Таким образом, энергопотребление при использовании данной системы составит 1+18,9=19,9кВт*час, что на 12,5% больше чем у системы с использованием подвесных охладителей.

Более подробную информацию (описание оборудования, результаты контрольных замеров, публикации) вы можете получить на нашем сайте www.agroproj.ru.