

# БРОЙЛЕРЫ

ROSS  
Технология  
микроклимата  
бройлерного  
птичника

2011



**Оглавление**

03	Вступление: Экономическое выражение оптимальной технологии микроклимата
03	Обзор: Цели и методы применения технологии микроклимата
05	Экономические преимущества контроля микроклимата
06	Климатические факторы содержания и технология вентиляции
06	Экстремально холодный климат
07	Холодный климат
07	Умеренный климат
07	Жаркий климат
08	Как функционирует организм птицы и что ему требуется
08	Птица вырабатывает тепло и влажность
09	Влияние температуры и влажности на организм птицы
12	Суть сравнительной влажности воздуха
13	Основы вентиляции
13	Натуральная вентиляция
14	Вентиляция с помощью вентиляторов
15	Требования к изоляции птичников
15	Типы вентиляции, создающей негативное давление
16	Принципы минимальной вентиляции
18	Принципы промежуточной вентиляции
19	Принципы туннельной вентиляции
20	Принципы испарительного охлаждения
22	Принятие оптимальных решений в вопросах вентиляции
24	Выбор вентиляторов
26	Факторы оптимальной работы внутренней системы контроля
27	Аспекты конструкции приточных форточек
28	Преимущество применения смешивающих вентиляторов
29	Испарительное охлаждение: туманообразование или панели испарения?
29	Охлаждение панелями испарения: сколько требуется панелей?
30	Требования к мерам дублирования и гарантированно надежным системам
30	Ориентация птичника
31	Требования к теплоизоляции
32	Основные принципы технологии современной туннельной вентиляции
32	Какой тип вентиляции требуется?
33	Важность поддержания оптимальной температуры
34	Ключевые принципы технологии минимальной вентиляции
36	Ключевые принципы технологии промежуточной вентиляции
36	Ключевые принципы технологии приточных форточек
38	Ключевые принципы технологии туннельной вентиляции
40	Принципы технологии туннельной и испарительной системы охлаждения
41	Технология с учетом системы контроля
43	Преобразование величин

**Справка об авторе**

Основная часть данной публикации написана профессором Джеймсом О. Дональдом, Университет Auburn. Профессор Дональд является сельскохозяйственным инженером и хорошо известен, как специалист по оборудованию птичников и как эксперт по вопросам содержания бройлерного поголовья. Мы выражаем ему свою благодарность за разрешение использовать данный материал.

## Вступление: экономическое значение оптимального микроклимата

Установлено, что при производстве мяса, яиц, молока или другой продукции животного происхождения, создание оптимального микроклимата для животных сокращает общую стоимость производства. В условиях производства бройлерного мяса все составляющие процесса от производства родительского поголовья до выращивания бройлеров будут более продуктивными при наличии эффективного контроля микроклимата. Экономические преимущества эффективного контроля микроклимата являются причиной того, для чего менеджерам и технологам необходимо понимать основные принципы технологии микроклимата. Данная публикация, таким образом, имеет три цели:

- Объяснить параметры и критерии условий производства, которые влияют на достижение генетического потенциала современных бройлеров.
- Выявить решающие факторы в конструкции современного бройлерного птичника, обеспечивающие оптимальные условия выращивания.
- Предоставить практические рекомендации по конструкции и оборудованию бройлерных птичников.

### Ключевой момент

- Установлено, что создание оптимального микроклимата сокращает себестоимость продукции.

## Обзор: Цели и методы применения технологии оптимального микроклимата

Основной целью производства является создание такого микроклимата, который оптимизирует продуктивность поголовья, способствуя динамичному и равномерному росту птиц и эффективному потреблению корма по отношению к живой массе, и одновременно поддерживают здоровье и благополучие поголовья.

Дополнительные системы отопления играют важную роль в создании эффективного микроклимата, особенно, в начальный период производства. Однако, во многих регионах это дополнительное оборудование не требуется в течение более позднего периода. С другой стороны, эффективная вентиляция важна в течение всего периода выращивания, даже при использовании ее одновременно с дополнительными обогревателями для контроля качества воздуха, а не для охлаждения. Таким образом, вентиляция является важнейшим технологическим средством для создания условий, способствующих высокой продуктивности поголовья.

Виды дополнительных способов отопления птичников варьируются в разных регионах мира значительно больше, чем методы вентиляции и зависят от типа топлива и методов подачи тепла, включая системы излучающего и воздушного отопления, принципы прямого горения в птичнике или непрямого теплообмена и т.д. Изучение деталей какой-либо специфической системы отопления здесь не описывается, так как основное внимание данной публикации сосредоточено, в основном, на более широко применимых принципах технологии выращивания.

За исключением случаев, когда поголовье очень молодое или температура наружного воздуха очень низкая, контроль температуры в птичнике происходит с помощью вентиляции. На каждой стадии развития птиц существует такой температурный диапазон, в котором дополнительная энергия, полученная в процессе кормления, превышающая потребность поддержания функции организма, вызывает рост живой массы, как демонстрируется на диаграмме 1. В широком диапазоне “температурного комфорта” существует узкая температурная зона (1 или 2°C), в которой птица наиболее эффективно использует энергию для роста. Это зона оптимальной продуктивности. При адекватном объеме корма и воды эта оптимальная температура не только создаст благополучные условия для поголовья, но и обеспечит максимальную экономическую отдачу от производства.

Следует заметить, что при широком температурном диапазоне, в котором птицы чувствуют себя более или менее комфортно, эта статья использует понятие “зона комфорта”, которое означает более узкий диапазон максимального комфорта, т.е. температуру, обеспечивающую максимальную производительность.

Если температура слишком низкая, птице требуется больше корма и, одновременно, больше энергии, получаемой в результате кормления, для поддержания температуры тела. Если температура слишком высокая, птица перестает потреблять корм, чтобы снизить выделение тепла. Адекватная вентиляция предотвращает избыточное выделение тепла и обеспечивает оптимальные условия для производства тем, что удаляет теплый воздух из птичника и заменяет его более прохладным воздухом с наружи в большинстве современных птичников, создает эффективное охлаждение посредством туннельной вентиляции, а также снижает температуру воздуха с помощью испарительного охлаждения.

Оптимальная температура для максимальной продуктивности меняется в течение периода выращивания примерно, от 30°C в день посадки до 20°C и ниже в конце цикла, в зависимости от размера птиц и других факторов. Учитывая это, вентиляцию требуется регулировать соответственно для поддержания оптимальной температуры. Температура, которую чувствует птица, зависит от температуры сухого термометра и влажности. Если относительная влажность (ОВ) находится за пределами оптимального значения 60-70%, тогда требуется отрегулировать температуру птичника на уровне птиц. Например, если ОВ составляет около 50%, температуру сухого термометра в день посадки может потребоваться увеличить до 33°C. На всех стадиях производства следует следить за поведением птицы, как индикатором того, что температура в птичнике адекватная.

Вентиляция является единственным практическим способом снижения повышенной влажности воздуха, что зачастую является проблемой зимнего периода и может негативно сказываться на здоровье птиц. Даже, если вентиляция не требуется для удаления излишнего тепла, рекомендуется включать вентиляцию в минимальном режиме для предупреждения намокания и насаивания подстилки и проблем с содержанием аммиака в воздухе.

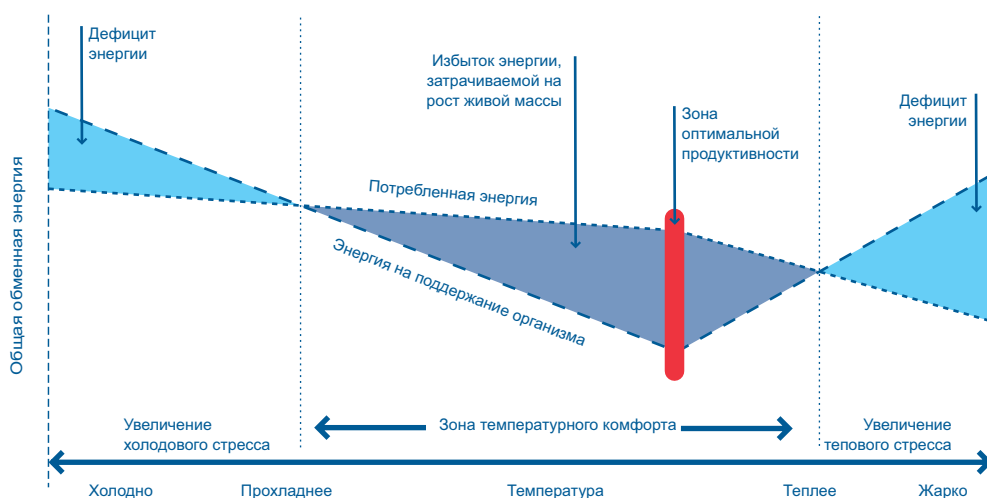
При дыхании птица вдыхает кислород и выдыхает углекислый газ, следовательно, существует необходимость подачи в птичник чистого воздуха, чтобы восполнить содержание кислорода и удалить избыток углекислого газа. Таким образом, вентиляция нужна в течение всего года и в любую погоду для обеспечения притока свежего воздуха.

Самая часто встречающаяся проблема качества воздуха – это аммиачные испарения из влажной подстилки, что вызывает ухудшение здоровья и снижает продуктивность. Адекватная вентиляция предотвращает скопление аммиачных испарений с помощью контроля относительной влажности воздуха.

Все перечисленные факторы важны. К счастью, в большинстве случаев обеспечение свежего воздуха и удаление газообразных отходов происходит с помощью вентиляции, основной целью которой является контроль температуры и влажности.

Важно помнить, что оптимальные условия в птичнике должны быть равномерными по всему птичнику. Участки с застоявшимся воздухом, сквозняки, зоны низкой или высокой температуры могут снижать общую продуктивность и даже вызывать повышенный отход птиц.

## Схема 1: Температурный диапазон оптимальной продуктивности



На каждой стадии развития птицы существует узкий температурный диапазон, в котором объем энергии на поддержание физической формы минимален, т.е. птица использует максимальное количество энергии для роста. Если температура даже на несколько градусов находится выше или ниже этого диапазона оптимальной продуктивности, птица начнет использовать больше энергии, полученной в процессе кормления, на поддержание своего организма и меньше для роста живой массы.

### Ключевые моменты:

- Вентиляция является самым важным инструментом в технологии выращивания с точки зрения обеспечения максимальной продуктивности.
- На каждой стадии развития птицы существует температурная зона максимальной продуктивности, при которой птица использует максимальный объем энергии для роста.
- Оптимальная температура для обеспечения максимальных бройлерных показателей меняется ежедневно, и вентиляция должна регулироваться в соответствии с этим.
- Условия в птичнике должны быть равномерными: участки с застоявшимся воздухом, сквозняки, зоны низкой или высокой температур могут снижать общую продуктивность.

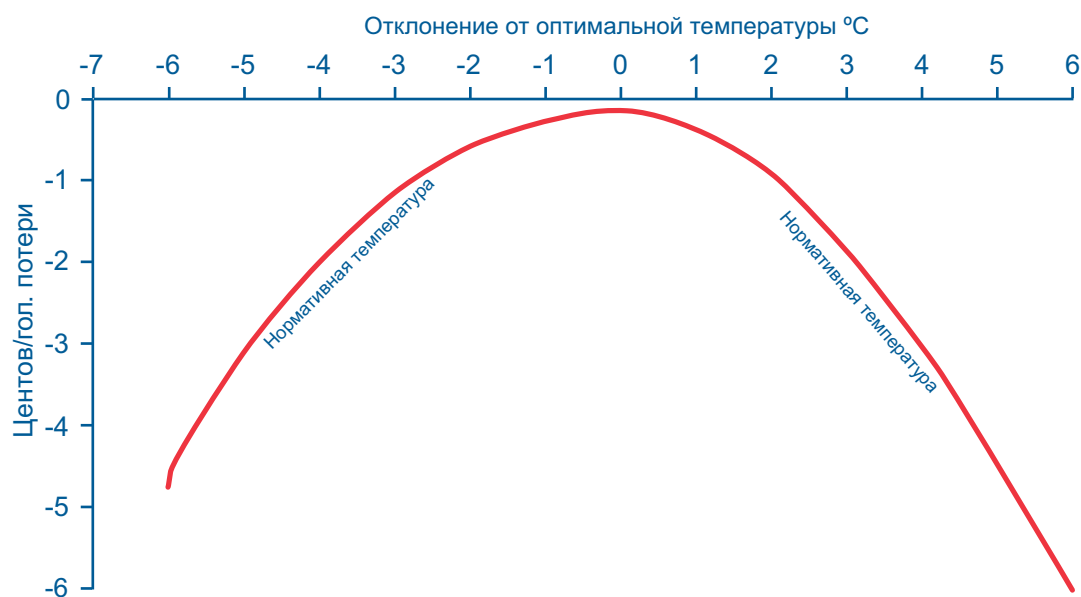
## Экономические преимущества контроля микроклимата

Эффективнее всего птица конвертирует корм в привес живой массы, когда ей созданы оптимальные условия в птичнике, особенно, учитывая, что температура при этом является критическим фактором. Небольшая разница температуры может иметь значительный эффект на экономику производства. Это было неоднократно доказано в процессе исследований и экспериментов во всех регионах мира. Схема 2 демонстрирует анализ разницы себестоимости в центах на голову, в условиях с нормативными показателями температуры и температурой, находящейся вне этого диапазона, полученный в результате компьютерного сравнения влияния температуры на продуктивные показатели. Этот эксперимент основан исключительно на показателях выращивания после брудерного периода, когда нормативное показание температуры составляет около 22°C. В этих условиях повышение нормативной температуры только на 2.2°C означает снижение себестоимости на один цент на голову.

В течение брудерной стадии выращивания снижение температуры даже на очень короткий период может серьезно ухудшить производственные показатели. К примеру, университетские исследования в США показали, что при снижении температуры в суточном возрасте до 13°C на 45 минут, сокращает живую массу в 35 дней на 110 грамм. После брудерного периода превышение нормативной температуры имеет более негативный эффект, чем ее снижение. Например, Схема 2 демонстрирует цену продолжительного превышения температуры на 4.5°C, что имеет вдвойне негативный эффект, чем такое же снижение температуры. При том, что поддержание стабильной температуры еще более критично в брудерный период, соблюдение нормативной температуры в этот период будет иметь еще более высокие экономические преимущества в масштабе всего цикла производства.

При колебании себестоимости и розничных цен, точное экономическое выражение преимуществ температурного контроля (или цена сделанных ошибок) будет варьироваться. Однако, исследования и полевые испытания демонстрируют, что принцип соблюдения нормативной температуры имеет значительное влияние на прибыльность.

Схема 2: “Стоимость ошибок” - экономическая выгода эффективного температурного контроля



Даже незначительное отклонение температуры от нормы в период выращивания может значительно уменьшить прибыльность производства. Схема выше демонстрирует разницу в центах на голову в общем значении дохода производства при соблюдении нормативной температуры или при отклонении от нее в стадии после брудерного периода выращивания.

Условия: бройлерное производство до 49 дней, оптовая цена мяса \$0.89/кг, стоимость стартового корма \$278/т, ростового корма \$270/т, финишного корма \$258/т. Источник: Veng, Вентиляция в жаркое время года.

### Ключевые моменты

- В течение брудерного периода даже незначительное снижение температуры может серьезно снизить продуктивность стада.
- Поддержание нормативной температуры значительно увеличивает прибыльность производства.

## Климатические факторы содержания и технология вентиляции

Основной фактор, оказывающий влияние на тип и конструкцию птичника – это климат. Разные климатические условия требуют различных типов системы вентиляции и отопления, а также влияют на значение возможной или желаемой плотности поголовья. В целом, экстремальные условия климата требуют все более сложной системы оборудования и методов контроля микроклимата. В условиях со значительными климатическими вариациями требуется применять отдельные системы вентиляции для холодного и жаркого времени года.

В таких условиях выбор конструкции птичника и системы вентиляции должен основываться на расчетах достоинств и недостатков применения какой-либо технологии:

- Преобладающая погода или преобладающие сезонные условия, т.е. условия, преобладающие в течение нескольких месяцев;
- Возможные экстремальные погодные условия.

Приводимый пример является описанием типичных климатических/погодных условий и их влияния на выбор системы вентиляции. Предоставление специфических региональных рекомендаций не представляется возможным в данной статье, поэтому приводятся очень обобщенные рекомендации. В приводимом примере производства, возможно, должны учитываться элементы более, чем одного климата.

### Ключевой момент

- Экстремальные климатические условия требуют более сложного оборудования и методов контроля микроклимата.

### Экстремально холодный климат

В тех регионах мира, где бройлерное производство ведется в экстремально холодных условиях, требуется принимать особые предосторожности в выборе конструкции и оборудования птичников.

Что касается прямого влияния на здоровье и продуктивность птицы, экстремальный холод имеет очень низкую влажность, поэтому, при нагревании этого воздуха и смешивании его с воздухом в птичнике, создаются экстремально сухие условия, которые могут вредить здоровью птиц. Экстремально низкая влажность в зимний период производства означает, что птицы выдыхают больше тепла, чем поголовье, выращиваемое в более умеренных климатических условиях, и поэтому теряют больше тепла. Для компенсации этой избыточной потери тепла зачастую требуется увеличить заданное значение температуры. В то же время, менеджеры часто пытаются убавить интенсивность вентиляции для экономии затрат на топливо. Это является серьезной ошибкой, т.к. потеря продуктивности, вызванная неадекватной вентиляцией, может быть значительно выше, чем стоимость сэкономленного топлива.

В экстремально холодных условиях необходимо принимать во внимание требования к конструкциям зданий, которые не применяются в более умеренном климате. При температуре воздуха значительно ниже нуля, бывает более трудно, но особенно важно, не подвергать птицу переохлаждению воздухом, попадающим снаружи. Это создает необходимость создания помещения повышенного давления или теплого вестибюля перед залом с птицей. Кроме того, холодный наружный воздух, несмотря на свою относительно низкую влажность, может вызвать избыточную конденсацию и, даже, вызвать замерзание приточных форточек. Для предупреждения перечисленного требуется особое внимание к изоляции птичника и заделке возможных щелей, позволяющих наружному воздуху проникать внутрь, а также установку камер повышенного давления для согревания воздуха, поступающего при входе в птичник.

### Ключевые моменты

- В экстремально холодных климатических условиях, сухость воздуха способствует тому, что птица теряет больше тепла. Следует установить более высокую температуру, но при этом продолжать использовать минимальную вентиляцию.
- В экстремально холодных условиях может быть необходимо использовать помещения для предварительного обогрева воздуха перед входом в зал с птицей.

## Холодный климат

В условиях высокогорья, а также в условиях высокой южной или северной широты с зимней температурой ниже 10°C и умеренной летней температурой, туннельная и испарительная системы вентиляции обычно не требуются для охлаждения птицы.

Вентиляция, основанная на создании отрицательного давления, требуется, чтобы создать птице благоприятные условия и обеспечить оптимальную продуктивность, особенно, удалением излишней влаги из птичника. В птичниках, обычно, нужна "минимальная вентиляция" с дополнительными вентиляторами (и приточными форточками) для удаления избытка тепла. Дополнительная система отопления и эффективная воздушная герметичность птичника могут быть необходимы для холодных погодных условий.

### Ключевой момент

- В холодных климатических условиях вентиляция требуется для удаления излишней влаги из птичника.

## Умеренный климат

В климатических условиях, где температура зачастую поднимается выше 24°C, необходимо применять принудительную вентиляцию для всех условий производства, исключая очень небольшие натурально вентилируемые птичники с низкой плотностью посадки. Там, где температура поднимается выше 24-30°C, обычно рекомендуется применять туннельную вентиляцию. Туннельная вентиляция обеспечивает быстрый и мощный воздухообмен с помощью высокоскоростного потока прохладного воздуха, который создает птице ощущение более низкой температуры (Схема 16). При росте температуры выше 35°C, этот эффект начинает уменьшаться и тогда необходимо применение испарительного охлаждения.

### Ключевой момент

- Даже в умеренном климате рекомендуется применять туннельную вентиляцию, если температура поднимается выше 24-30°C.

## Жаркий климат

В целом, более жаркая погода не позволяет увеличение размера птичников и плотности содержания. Обмен воздуха, как таковой, способен обеспечивать температуру в птичнике только на несколько градусов выше температуры наружного воздуха. Но при этом, если влажность воздуха не высокая, то можно повышать плотность содержания поголовья, даже при высокой температуре, с помощью применения туннельной вентиляции и испарительного охлаждения.

В тропических и субтропических условиях, где температура около 35-38°C, птичники с высокой плотностью посадки и трехстенной конструкцией с натуральной вентиляцией, как правило, невозможны для использования. В жарком климате с пониженной влажностью (высокогорные пустынные районы), низкая влажность ведет к появлению асцитов и замедляет скорость роста.

Комбинация высокой влажности и высокой температуры особенно трудна для птиц, поскольку выделение избыточного тепла у них происходит через дыхание (учащенное дыхание), которое способствует испарению влаги из легких и дыхательных путей. Чем выше влажность воздуха, тем ниже возможность самоохлаждения птицы. Однако, в эффективно сконструированных птичниках, оборудованных туннельной вентиляцией, влияние избыточной влажности минимально по сравнению с птичниками, где используется натуральная вентиляция.

### Ключевой момент

- Высокая плотность содержания возможна даже в жарком климате при использовании комбинации туннельной вентиляции и испарительного охлаждения.

## Как функционирует организм птицы и что ему требуется

Молодые цыплята не имеют способности регулировать температуру тела, и им требуется теплый воздух с температурой около 30°C. В процессе роста диапазон температурного комфорта расширяется и немного снижается, поэтому перед отловом птица чувствует себя более комфортно при температуре около 20°C. Таким образом, в начале выращивания основной задачей является обеспечение цыплятам достаточного тепла. По мере роста избыточное тепло, которое может возникнуть даже в зимние месяцы, становится более насущной проблемой. Таким образом, система вентиляции должна обеспечить поддержание оптимальной температуры в течении всего производственного цикла. Для этого нам необходимо понять, как организм птиц реагирует на температуру и влажность.

### Ключевой момент

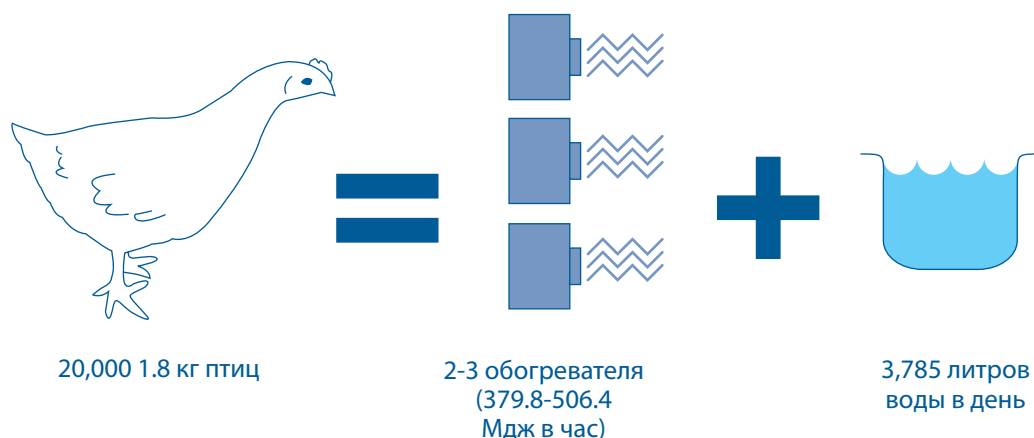
- В начале выращивания основной задачей является согревание цыплят. Позже избыток тепла становится проблемой.

### Птица вырабатывает тепло и влагу

Организм птицы конвертирует корм и воду в энергию для поддержания функционирования организма (работа внутренних органов, мышечной системы и поддержание оптимальной температуры тела), а также для роста живой массы. Но учитывая то, что система конвертирования не эффективна на 100%, птица вырабатывает достаточно значительное количество избыточного метаболического тепла и влаги (в помете и при дыхании).

Организм птицы в среднем производит около 11.6 кДж/ч/кг. То есть, чем крупнее птица, тем больше она производит тепла. Если в птичнике находится 20 000 птиц с живой массой 1.8 кг, то они вырабатывают 417 600 кДж/ч тепла в целом, что приблизительно равняется теплу, вырабатываемому двумя – тремя обогревателями, работающими одновременно. Если в птичнике находится 20 000 птиц с живой массой 3.6 кг, то они вырабатывают 835 200 кДж/ч. Сейчас в мире есть тенденция к производству более крупных бройлеров. Объем выделяемой влаги также зависит от возраста. То же стадо при живой массе 1.8 кг может произвести 3 785 литров воды в день, в зависимости от температуры. Температура и влажность имеют тенденцию расти одновременно в процессе выращивания.

**Схема 3:** Крупное стадо вырабатывает большой объем избыточного тепла и влаги в птичнике. Температура и влажность растут одновременно в процессе выращивания.



В течение брудерного периода молодым цыплятам требуется дополнительное тепло. В процессе выращивания, птицы начинают вырабатывать достаточно метаболического тепла для поддержания температуры своего тела, а также температуры в птичнике. Затем по мере роста птицы, появляется необходимость применять систему вентиляции для удаления избыточного тепла, особенно в жаркое время года, для предупреждения нагревания птичника до такого состояния, когда птица не в состоянии избавиться от избытка тепла, при котором начинает расти температура тела.

### Ключевые моменты

- 20 000 птиц живой массой 1.8кг выделяют в окружающий воздух 417 600 кДж/ч тепла
- 20 000 птиц живой массой 1.8кг выделяют около 3 785 литров жидкости в день

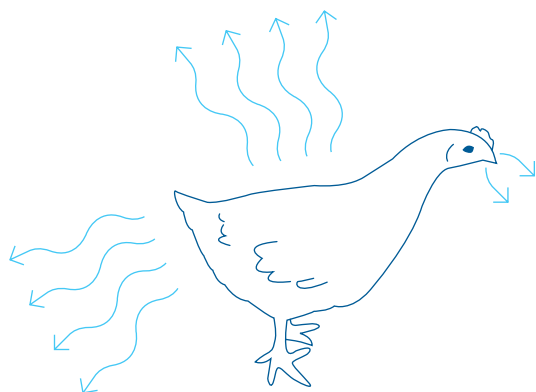


## Влияние температуры и относительной влажности на организм птицы

Температура и влажность одновременно указывают на уровень комфортности птицы, но для простоты в следующем тексте мы рассмотрим сначала значение температуры, а затем влажности, и объясним, как их взаимосвязь влияет на птиц.

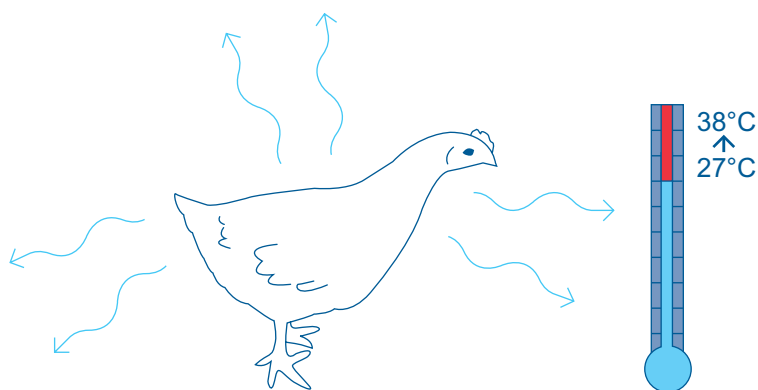
В целом, птица имеет воздушный тип охлаждения. То есть, циркулирующий вокруг птиц воздух передает выделяемое тепло тела птицы в окружающую среду. Птицы не потеют и поэтому не имеют такого прототипа встроенной системы испарительного охлаждения. Они получают небольшой эффект испарительного охлаждения через дыхательную систему (**Схема 4**). При этом основным видом охлаждения птиц остается прямой обмен температуры тела и температуры окружающего воздуха. Если вы заметили птиц, поднимающих крылья, это указывает на то, что птицам жарко, и они пытаются увеличить площадь тела, которая соприкасается с окружающим воздухом, чтобы увеличить теплообмен.

**Схема 4:** Птицы не потеют, поэтому не могут охладить себя испарением. Они выделяют почти весь избыток тепла в окружающий воздух. При наличии теплового стресса птицы начинают тяжело дышать для увеличения отдачи избытка тепла.



Для поддержания комфорта полностью оперенной птице требуется значительная разница между температурой в птичнике и температурой тела птицы, которая составляет около 37.8°C. При росте внутренней температуры птичника механизм птицы для выделения избыточного тепла тела становится менее эффективным. Это вызывает рост температуры тела птицы, что ведет к замедлению или прекращению кормления и, следовательно, роста. Если ситуацию не контролировать, это может привести к гибели птицы.

**Схема 5:** Для полностью оперенной птицы рост температуры воздуха свыше 27°C снижает способность теплообмена. Если наступает тепловой стресс, происходит замедление или прекращение кормления. Если не приостановить рост температуры тела птицы, то это приведет к ее гибели.



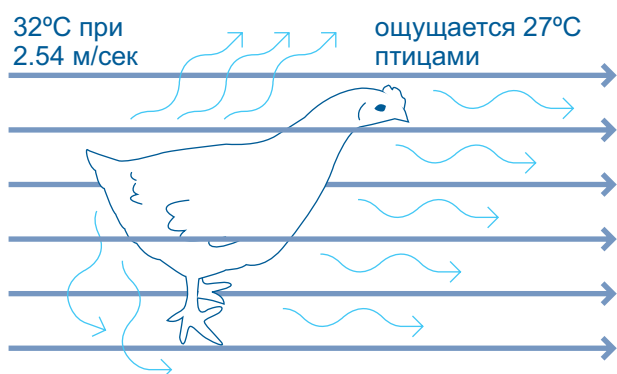
Начало теплового стресса

В большинстве условий производства можно регулировать температуру воздуха в птичнике удалением внутреннего нагретого воздуха и заменой его более прохладным воздухом снаружи. Так как птицы избавляются от избыточного тепла, выделяя его в окружающий воздух, то чем быстрее воздухообмен в птичнике, тем более эффективно охлаждение птиц. В большинстве случаев при росте температуры наружного воздуха свыше 27°C, требуется включение системы вентиляции для удаления нагретого внутреннего воздуха с необходимой скоростью для поддержания оптимальной температуры птичника.

В дополнение к простому воздушному обмену в птичнике, создание ветрового потока может помочь птицам лучше справиться с высокой температурой. Охлаждение ветром дает птицам ощущение еще более низкой температуры. Например, если температура воздуха в птичнике составляет 32°C (при нормальной влажности), и воздух перемещается со скоростью 2.54 м/сек, это создает птицам ощущение температуры воздуха около 27°C. Этот эффект еще более значителен для молодого стада, которое более чувствительно к холодному воздуху. Туннельная вентиляция создает самое эффективное охлаждение посредством создания ветрового потока. В птичниках, не оборудованных туннельной вентиляцией, можно применять вентиляторы, создающие циркуляцию воздуха.

В экстремальную жару дополнительное охлаждение можно создать с помощью испарения воды в окружающий воздух. Для этого можно применять мелкодисперсное распыление воды или испарительные панели. Испарение воды снижает температуру воздуха. Эффективность охлаждения испарением зависит от эффективности работы вентиляторов, создающих движение воздуха в птичнике, и будет максимальным при умеренной влажности воздуха.

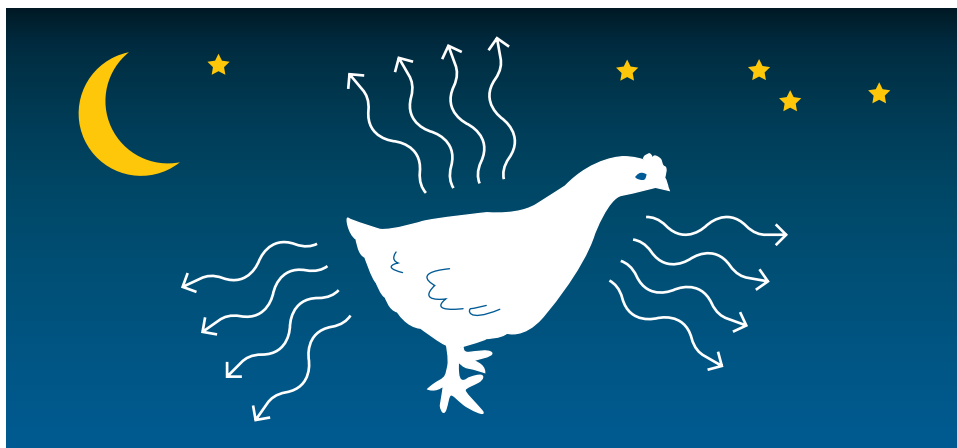
**Схема 6:** Воздух, двигающийся с большой скоростью, создает эффект охлаждения ветром, который особенно эффективен для крупной птицы. Молодые цыплята чувствительны к такому эффекту и у них может возникнуть стресс от переохлаждения.



Помимо сказанного, следует заметить, что птица может переносить более высокую температуру в течение дня, если ночью температура падает на 14°C или более по сравнению с максимальной температурой днем. Прохладной ночью птица способна избавиться от избыточного тепла, накопленного телом в течении дня. Включение вентиляторов в ночное время способствует движению воздуха и созданию более низкой ночной температуры. Утром птица чувствует себя свежее, что положительно влияет на продуктивность и снижает риск отхода птицы в течение дня при высокой температуре в птичнике.

Птица теряет часть избыточного тепла при дыхании. Вот почему можно видеть тяжело дышащих птиц при перегреве. Охлаждение через дыхание является как бы аварийной системой охлаждения, которая включается, когда температура поднимается на 4-6°C выше температуры "зоны комфорта". Это максимально увеличивает эффект охлаждения при испарении, когда воздух соприкасается с влажной поверхностью легких и дыхательных путей. Этот способ охлаждения наиболее эффективен при сравнительно низкой влажности воздуха. Если в воздухе содержится большой процент влаги, это замедляет испарение влаги из птиц и эффект охлаждения испарением тогда создается менее эффективно.

**Схема 7:** Птица выносит более высокую температуру днем при наличии возможности остыть ночью. Этот эффект наиболее значителен при разнице 14°C между ночной и дневной температурами. Включение вентиляторов в ночное время способствует движению воздуха в птичнике и созданию ощущения более низкой температуры.

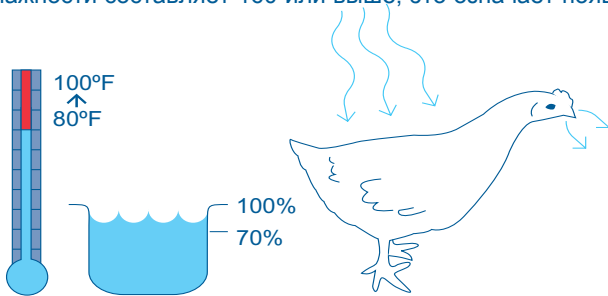


Следующая секция, посвященная тепловому стрессу, взята из статьи доктора Джима Дональда, в которой все расчеты сделаны в британских единицах, при котором расчет индекса теплового стресса невозможно конвертировать в метрические единицы, как, например, градусы Цельсия.

В бройлерном птицеводстве США и по сегодняшний день используется старое правило, которое гласит, что в птичниках, не оборудованных туннельной вентиляцией, если сумма температуры воздуха и влажности составляет 160 или выше, то это условия, в которых затрудняется теплообмен птицы. То есть, сумма температуры (в градусах шкалы Фаренгейта) и влажности является индексом теплового стресса. Например, при температуре 85°F и 70% влажности воздуха ( $85 + 70 = 155$ ), птице достаточно комфортно. Но если влажность воздуха растет до 80% ( $85 + 80 = 165$ ), то начинается потеря эффективности кормления из-за перегрева птиц. Отмечаем, что это правило действует только при использовании открытых птичников или, в холодную погоду, в птичниках с принудительной вентиляцией, где не создается ветрового потока над птицами. Это правило не относится к условиям туннельной вентиляции из-за создаваемого эффекта охлаждения ветром.

В холодную погоду при использовании топливных нагревателей, не только птицы, но и нагреватели выделяют влагу, так как вода является одним из продуктов сгорания большинства топливных материалов. Этот объем небольшой по сравнению с объемом влаги, выделяемым птицами, но их комбинация может создать высокую влажность в птичнике при недостаточной мощности вентиляции. Таким образом, у птиц может неожиданно для вас наступить тепловой стресс, если сумма температуры воздуха и влажности составляет 160 или выше. Избыток влажности вызывает намокание подстилки и аммиачные испарения. (При использовании системы теплообмена продукты сгорания не выделяются в птичник, и отопление не создает дополнительной влажности.)

**Схема 8:** Для простого определения риска теплового стресса следует сложить значение температуры (в °F) и влажности воздуха. Если температура выше 80°F и сумма температуры и влажности составляет 160 или выше, это означает появление теплового стресса у птиц.



Температура + Влажность = 160 или > = Тепловой стресс

В теплую погоду повышенная влажность может быть проблемой только после грозовых ливней в жаркую погоду. Например, после грозы в послеполуденное время в жаркий летний день температура воздуха может достигать 90°F при 90% сравнительной влажности. Тогда нужно обеспечить в птичнике максимальную вентиляцию.

#### Ключевые моменты

- Птицы не потеют; они выделяют основной избыток тепла в окружающий воздух.
- Если птицы поднимают крылья, они пытаются увеличить площадь соприкосновения с окружающим воздухом для увеличения теплообмена.
- Если температура поднимается мин до 27°C, применение вентиляции способствует удалению нагретого воздуха с оптимальной скоростью для создания птице комфортных условий.
- Эффект ветра движущегося воздуха еще более способствует поддержанию благоприятных условий в жаркую погоду, а испарительная система охлаждения способствует дальнейшему охлаждению.
- Прохладные условия в ночное время помогают птице лучше выносить дневную жару.
- Тяжелое дыхание указывает на перегрев птицы.
- Температура и влажность имеют одновременное влияние; высокая влажность может вызывать проблемы даже при сравнительно невысокой температуре воздуха.
- Избыточная влажность влияет на намокание подстилки и аммиачные испарения.

## В чем заключается принцип работы относительной влажности

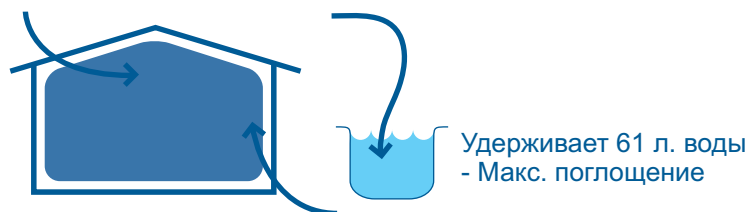
В процессе испарения вода попадает в воздух в виде пара. Невооруженным взглядом не видно, что литры воды постоянно находятся в воздухе. В условиях птичника не столько важен фактический объем воды, находящейся в воздухе в виде пара, а сколько важна способность воздуха удерживать этот объем воды до достижения предела насыщения. Идея “насколько близко к пределу насыщения”, выраженная в процентах, является понятием относительной влажности.

Если в воздухе находится половина максимально возможного объема водяных испарений, это будет составлять 50% относительной влажности. Если воздух удерживает три четверти своей возможности, это 75% относительной влажности. Когда воздух до предела насыщен водяными испарениями, это составляет 100% относительной влажности.

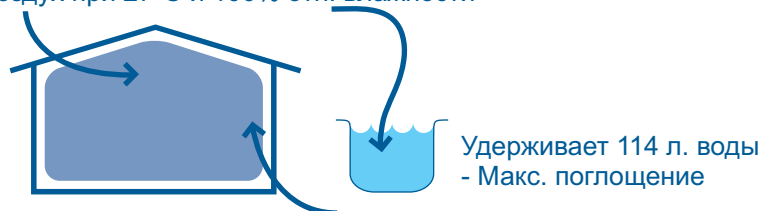
При этом важно понимать, что объем пара (в литрах на кубические метры воздуха) меняется в зависимости от температуры окружающего воздуха. Вот почему мы используем понятие сравнительной влажности. Теплый воздух способен удерживать в себе намного больше влаги, чем холодный воздух. Это означает, что теплый воздух может поглощать значительно больший объем влаги, исходящей от птиц и подстилки, чем холодный, и не достигая при этом предела насыщения, как это могло бы произойти при более низкой температуре. Вот для чего применяется вентиляция в зимнее время. Система вентиляции забирает снаружи холодный воздух и подает его в птичник, где он нагревается. Относительная влажность падает, что в свою очередь ведет к увеличению абсорбирующей способности воздуха, который затем поглощает влагу из подстилки и удаляет ее из птичника.

**Схема 9:** По мере роста температуры воздуха, влагопоглотительная способность воздуха увеличивается. Примерное правило: рост температуры на 11°C вдвое снижает относительную влажность. То есть увеличение температуры воздуха увеличивает его абсорбирующую способность. При 27°C воздух способен поглотить почти вдвое больше влаги, чем при температуре 16°C.

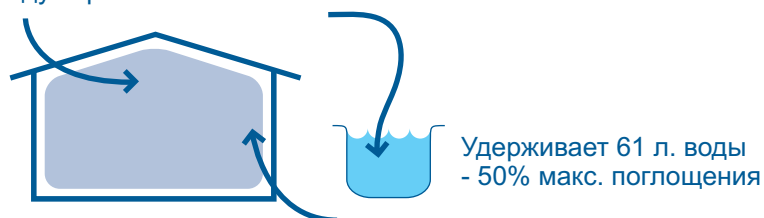
Воздух при 16°C и 100% отн. влажности



Воздух при 27°C и 100% отн. влажности



Воздух при 27°C и 50% отн. влажности



### Ключевые моменты

- Относительная влажность указывает на возможность воздуха удерживать всю влагу до появления конденсации.
- Более теплый воздух удерживает больше влаги. Разница температуры воздуха на 11°C может удвоить (или вдвое уменьшить) относительную влажность воздуха.

## Основы вентиляции

Вентиляция обеспечивает оптимальные условия в птичнике для выращивания бройлерного поголовья, поэтому понимание основных принципов вентиляции важно для обеспечения эффективного устройства птичника и технологического процесса. Существует два основных типа вентиляции: натуральная и принудительная.

### Натуральная вентиляция

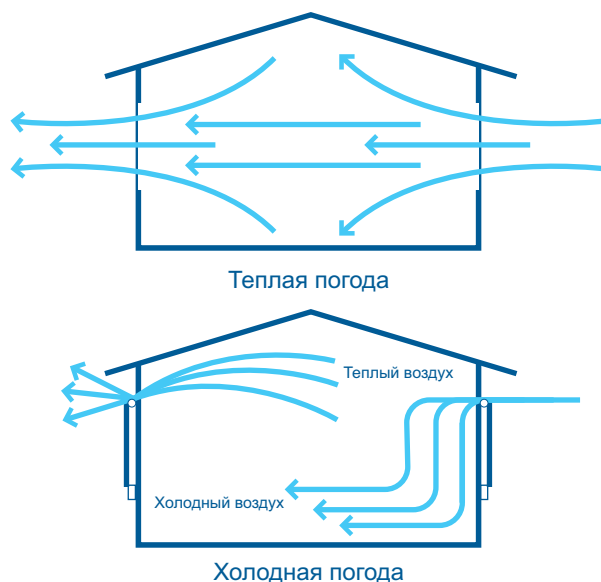
Натуральная вентиляция достигается открытием птичника так, чтобы позволить внешним и внутренним потокам воздуха передвигаться через птичник. Для этого используются шторы, откидные полки или двери, которые могут подниматься или опускаться. Чаще всего для обеспечения натуральной вентиляции в птичнике используются шторы на боковой стене.

При использовании данной вентиляции открытие штор позволяет наружному воздуху поступать внутрь, когда в птичнике становится тепло; когда внутри становится холодно, шторы закрываются, чтобы изолировать поток внешнего воздуха. Открытие штор птичника дает доступ внутрь большому потоку наружного воздуха, что создает внутри такие же условия, как и снаружи. Данный тип вентиляции применим только в климате, где температура наружного воздуха близка к желаемой внутренней температуре птичника. Скорость обмена воздуха зависит от скорости ветра. При теплой или жаркой погоде при минимальной скорости ветра можно использовать вентиляторы для создания эффекта охлаждения ветром. Можно еще применять системы туманообразования или воздушно-капельные распылители одновременно с вентиляторами для создания дополнительного охлаждения.

При использовании натуральной вентиляции в более прохладную погоду важно, чтобы оборудование, контролирующее открытие и закрытие штор, использовало принцип регулярного включения и выключения таймеров и контролировалось термостатами, установленными на высоте птиц, а также устройством экстренного закрытия штор на случаи резкого повышения наружной температуры или отключения электричества. Установленные в птичнике вентиляторы помогут смешивать поступающий снаружи холодный воздух с теплым внутренним воздухом. При отсутствии вентиляторов, небольшой размер штор позволяет тяжелому наружному воздуху поступать внутрь с более низкой скоростью и немедленно попадать на уровень пола, что затем охлаждает птиц и вызывает намокание подстилки. В то же время, более теплый воздух выходит из птичника, что приводит к значительным температурным колебаниям. Даже при умеренной погоде, нормальные колебания температуры воздуха и ветра в течение дня (или ночи) могут потребовать достаточно частой настройки контрольной системы штор. Натуральная вентиляция требует постоянной 24-часовой системы управления и контроля.

Натуральная вентиляция, как система, не позволяет эффективно контролировать условия окружающей среды в птичнике. В начале развития коммерческого птицеводства эта система применялась широко, особенно в умеренных климатических зонах, и птичники специально конструировались с учетом применения естественного воздушного обмена в качестве вентиляции. В более позднее время менеджеры современных открытых птичников, оборудованных раздвижными шторами и применяющими систему принудительной вентиляции, применяют натуральную вентиляцию только, как “промежуточный” тип вентиляции, когда температура внешнего воздуха близка к оптимальной внутренней температуре и ни обогрева (и минимальной вентиляции), ни охлаждения не требуется.

Схема 10: Натуральная вентиляция эффективна только тогда, когда внешние условия близки к оптимальным внутренним условиям. В жаркую погоду требуется значительная скорость ветра для того, чтобы обеспечить необходимый воздухообмен; в холодное время года наружный воздух будет оказывать нежелательное влияние, попадая непосредственно на птиц.



Принудительная вентиляция во всем мире обеспечивает более высокие производственные показатели и экономическую отдачу в большинстве случаев, даже, если птичники уже оборудованы раздвижными шторами для натуральной вентиляции. Поэтому натуральная вентиляция далее не обсуждается в данной публикации.

Внутренний воздухообмен или вентиляторы часто используются также в птичниках, сконструированных для натуральной вентиляции, и могут помочь смешиванию внешнего и внутреннего воздуха, предотвращая резкие колебания температуры в холодную погоду, а также охлаждение птиц прямым потоком наружного воздуха. Однако, такая система не обеспечивает поступление наружного воздуха во внутрь, поэтому открытые птичники, оборудованные шторами и внутренними вентиляторами не считаются оборудованными принудительной вентиляцией.

## Ключевые моменты

- Натуральная вентиляция эффективна только, когда внешние условия близки к оптимальным внутренним условиям.
- Натуральная вентиляция требует постоянного 24-часового управления и контроля.
- Воздухообмен при натуральной вентиляции зависит от скорости ветра; в холодную погоду внешний холодный воздух попадает непосредственно на птиц.
- Вентиляторы могут улучшить условия содержания в открытом птичнике, оборудованном шторами.

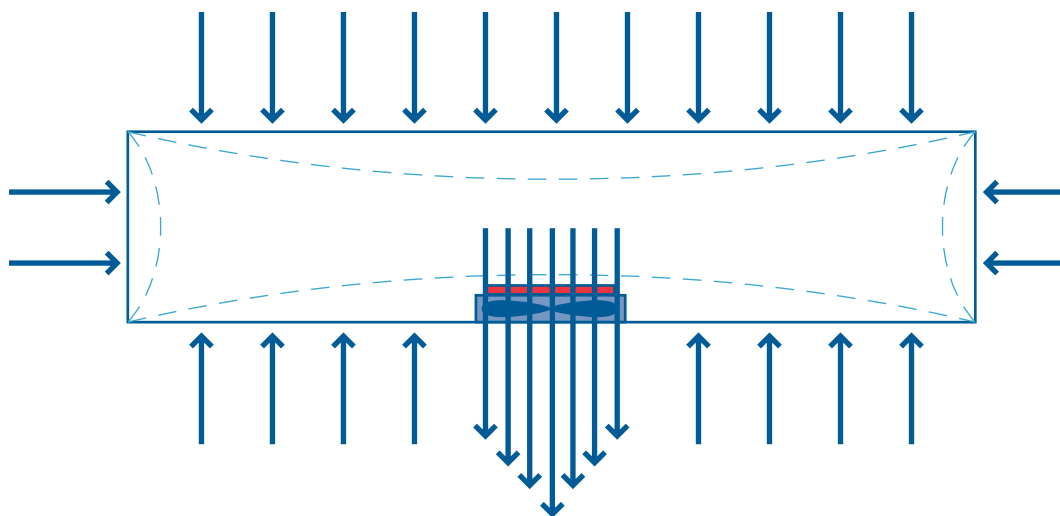
## Принудительная вентиляция

Принудительная вентиляция применяет вентиляторы для втягивания воздуха снаружи и его циркуляции внутри птичника. Принудительная вентиляция обеспечивает более эффективный контроль скорости воздухообмена и внутренней циркуляции воздуха, в зависимости от типа вентиляторов и приточных форточек, а также типа системы контроля.

Принудительная вентиляция может применять принцип положительного или отрицательного давления воздуха. Настенные вентиляционные системы, работающие на принципе положительного давления, которые втягивают внутренний воздух внутрь птичника, чаще всего используются в более холодных климатических условиях. Но сейчас большинство птичников оборудованы системой принудительной вентиляции, использующей принцип отрицательного давления. Это означает, что вентиляторы вытягивают воздух из птичника, что создает частичный вакуум (отрицательное давление) внутри птичника, и наружный воздух поступает в птичник через приточные форточки, встроенные в стены или под карнизы крыши.

Создание частичного вакуума внутри птичника в процессе вентиляции обеспечивает намного более эффективный контроль воздушного потока и его траектории, а также более однородные условия окружающего воздуха внутри птичника. То есть, появление зон застойного воздуха, холодных или горячих точек в птичнике, сводится к минимуму.

**Схема 11:** Вентиляция отрицательного давления создает частичный вакуум, при котором воздух поступает внутрь птичника равномерно через приточные форточки, обеспечивая более однородные условия окружающего воздуха в птичнике.



## Ключевой момент

- Принудительная вентиляция, использующая принцип отрицательного давления, создает частичный вакуум в птичнике, обеспечивающий контроль движения воздуха.

## Необходимость эффективной герметичности птичника

Современные птичники, оборудованные вентиляцией отрицательного давления, должны иметь эффективную изоляцию. В птичниках с естественной вентиляцией эффективность воздухопроницаемости не столь важна. Но применяя вентиляцию отрицательного давления, критически важным принципом является полный контроль того, как и где воздух поступает в птичник, и обеспечение герметичности птичника имеет первостепенную значимость. В течение холодного времени года, воздух может проникать под фундаментом, через щели вокруг дверей или через трещины в стенах и охлаждать птиц, создавать проблемы с намоканием подстилки и нарушать оптимальный температурный режим в птичнике. Утечки воздуха при туннельной вентиляции нарушают цельность воздушного потока от одного конца птичника к другому, снижая скорость потока и степень охлаждения ветром.

В течение многих лет основной способ проверки птичников размером 12м x 122м или 12м x 152м на герметичность заключается во включении двух качественных вентиляторов размером 91см или 122 см при полностью закрытых приточных форточках и дверях. Разница статического давления внутри и снаружи птичника при этом указывает на уровень отрицательного давления, создаваемого вентиляторами. Чем выше отрицательное давление, тем более герметичен птичник. Для более старых птичников минимальное отрицательное давление составляет 37.5 Па; для более новых птичников статическое давление должно намного превышать 50 Па.

### Ключевой момент

- Герметичный птичник обеспечивает эффективный контроль микроклимата при использовании вентиляции отрицательного давления.

## Типы систем вентиляции отрицательного давления

Вентиляция птичника с использованием приточной вентиляции отрицательного давления может осуществляться с помощью различных комбинаций вентиляторов и приточных форточек трех различных типов, в соответствии с требованиями вентиляции:

- Минимальная вентиляция (приточная вентиляция) - работает от таймера и применяется в более холодном климате и/или при выращивании более мелкого кросса птицы.
- Переходная вентиляция – работает от термостата или температурного сенсора и используется для удаления тепла, если охлаждение ветром (туннельные условия) не требуется или не рекомендуется.
- Туннельная вентиляция – применяется в более умеренном климате и/или при выращивании более крупной птицы и работает от термостата или температурного сенсоров.

Все три вентиляционные модели применяют принцип отрицательного давления, но работают при разных показателях статического давления. Статическое давление в регионах, использующих метрические единицы измерения паскалей, указывает на разницу между давлением воздуха внутри и снаружи птичника, или уровень достигнутого в птичнике частичного вакуума. Система минимальной вентиляции работает при более высоком статическом давлении (более высокий уровень вакуума), обычно, около 17.5 Па и 30 Па. Туннельная вентиляция производит статическое давление от 10 Па до 25 Па, в зависимости от того, установлены ли панели испарения, а также от типа системы испарительного охлаждения.

Следует принимать во внимание наличие нескольких режимов вентиляции в птичниках. Например, туннельная вентиляция не является единственным типом применяемой вентиляции в птичнике. Туннельная вентиляция включается только при высокой наружной температуре и "птичник с туннельной вентиляцией" в более холодную погоду или при выращивании более мелкой птицы, вероятнее всего, оборудован и использует или минимальную, или переходную систему вентиляции, в зависимости от погоды и размера птиц в стаде. Смена потребностей птицы по мере их роста и погодных изменений, особенно в осеннее и весеннее время, требует от менеджеров готовности переключать вентиляционную систему с одного типа на другой по мере надобности.

Ниже приведено краткое описание того, как работает каждый тип принудительной вентиляции. Для того, чтобы получить более подробную информацию о системах и технологии вентиляции, см. раздел *Основы технологии современной туннельной вентиляции* (стр. 32).

## Ключевые моменты

- Различные комбинации вентиляторов и приточных форточек применяются для вентиляции с отрицательным давлением с разными целями, в зависимости от условий производства.
- Различные типы вентиляции с отрицательным давлением работают при различных значениях статического давления.
- Изменение потребностей птицы и смена климатических условий требует переключения вентиляции с одного типа на другой.

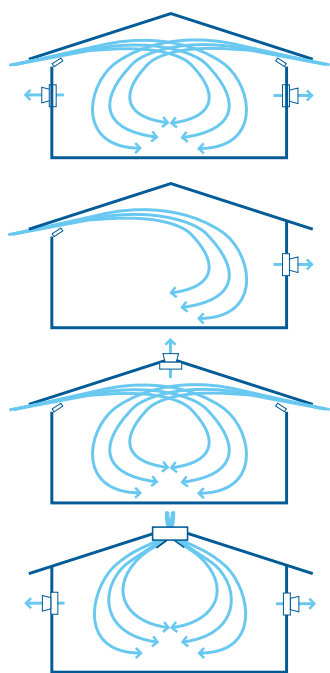
## Как работает минимальная вентиляция

Целью минимальной вентиляции является ввод в птичник достаточного объема воздуха для удаления излишков влаги и аммиачных испарений в холодное время года и/или при выращивании более мелкой птицы для того, чтобы избежать ее переохлаждения. Обычно бывает достаточно от двух до шести 91 см вытяжных вентиляторов при расположении вентиляторов и приточных форточек, как описано ниже.

Ключом к эффективной минимальной вентиляции является создание достаточного объема частичного вакуума, что позволит наружному воздуху поступать в птичник с достаточной скоростью, одинаковой в каждой приточной форточке. При равномерном распределении приточных форточек по периметру птичника, поток воздуха будет также равномерным. Не менее важно, чтобы наружный воздух поступал в птичник с достаточно высокой скоростью для того, чтобы соединиться с внутренним воздухом в пространстве над стадом и не падать на птиц, вызывая их охлаждение.

При установке минимальной вентиляции в различных регионах используются несколько моделей вентиляции с отрицательным давлением (а также для не-туннельного типа удаления излишков тепла при промежуточной вентиляции, как описывается позднее). Самые распространенные модели приведены на **Схеме 12**.

## Схема 12: Четыре особенно распространенных комбинации вентиляторов и приточных форточек при минимальной вентиляции.



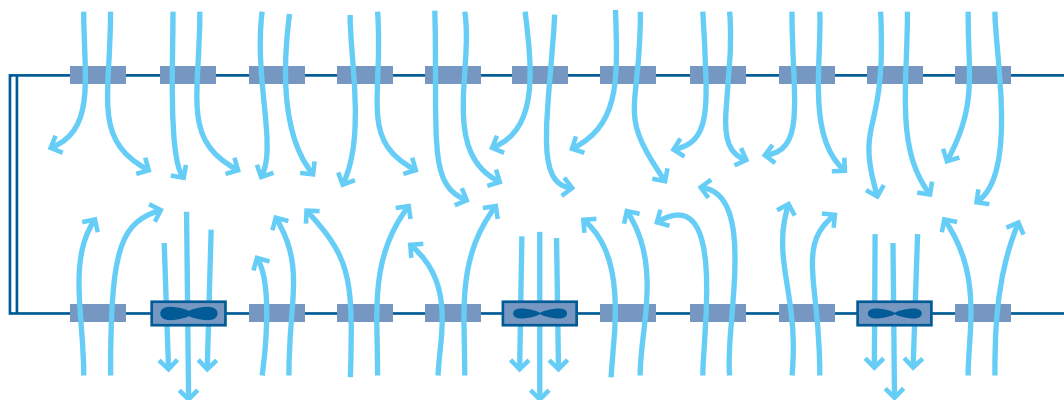
- Вытяжные вентиляторы на боковых стенах, приточные форточки по периметру (под карнизами или на крыше). Такая модель работает эффективно в прохладную погоду и при наличии туннельной вентиляции, установленной в переходном режиме.
- Вытяжные вентиляторы на одной стене здания, приточные форточки на другой. Такая модель часто называется “перекрестная вентиляция” и популярна в условиях, когда туннельная вентиляция не требуется.
- Вытяжные вентиляторы в коньке крыши и приточные форточки в боковых стенах. Такая модель часто называется “коньковая вентиляция” и популярна в более прохладных климатических условиях.
- Вытяжные вентиляторы на боковых стенах и приточные форточки в коньке крыши. Такая модель часто называется “вентиляция обратного потока” и похожа на ситуацию А выше, кроме расположения приточных форточек.

Так как модель А (вентиляторы на стенах, приточные форточки под карнизами по периметру) широко используется во всем мире, мы будем рассматривать в этой статье только ее. Читатели должны при этом понимать, что, несмотря на то, что способы создания отрицательного давления значительно варьируются в деталях в разных регионах мира, принципы комбинаций вентиляторы/приточные форточки остаются одинаковыми во всех случаях, что должно обеспечивать возможность эффективной работы в режиме минимальной вентиляции.



Траектория воздушных потоков, создаваемых минимальной вентиляцией, приводится на Схеме 13. Для достижения похожей диаграммы воздушных потоков, общая площадь приточных форточек должна быть примерно равна общей пропускной способности всех вентиляторов. Если площадь приточных форточек недостаточная (на количество работающих вентиляторов), то вентиляторам потребуется работать в условиях слишком высокого статического давления, и они не смогут обеспечить требуемый воздухообмен. Если приточные форточки открыты слишком широко, статическое давление будет падать, и воздух будет поступать только через приточные форточки, расположенные вблизи вентиляторов, что создаст неравномерный обмен воздуха и неблагоприятные условия для поголовья. Используя периметральные регулируемые приточные форточки, контролируемые согласно уровню статического давления, это создает автоматическое регулирование площади приточных форточек. Наличие щелей или фиксированная конструкция приточных форточек может вызвать избыточный объем сырого холодного воздуха, поступающего в птичник и попадающего на птиц. Минимальная вентиляция также требует герметичности птичника: утечки воздуха будут нарушать воздушное движение в птичнике, создаваемое системой вентиляции.

**Схема13:** Цель минимальной вентиляции в том, чтобы создать равномерный поток входящего воздуха высокой скорости через приточные форточки, расположенные по периметру птичника на уровне выше, чем птицы так, чтобы холодный наружный воздух соединялся с внутренним воздухом, как изображено на плане ниже. Такая схема не позволяет холодному воздуху попадать на птицу.



Минимальная вентиляция зависит от времени и может быть установлена так, чтобы работать полминуты в течение каждых пяти минут в начале выращивания или в холодное время года. По мере роста птиц и/или повышения наружной температуры, термостаты замещают таймер, чтобы обеспечить адекватный уровень вентиляции.

Следует заметить, что в холодное время года необходимость удаления избытков влаги из птичника означает, что необходимо продолжать применять минимальную вентиляцию даже тогда, когда это не соответствует показаниям термостата и даже тогда, когда это означает небольшую потерю тепла птичника в процессе вентиляции.

## Ключевые моменты

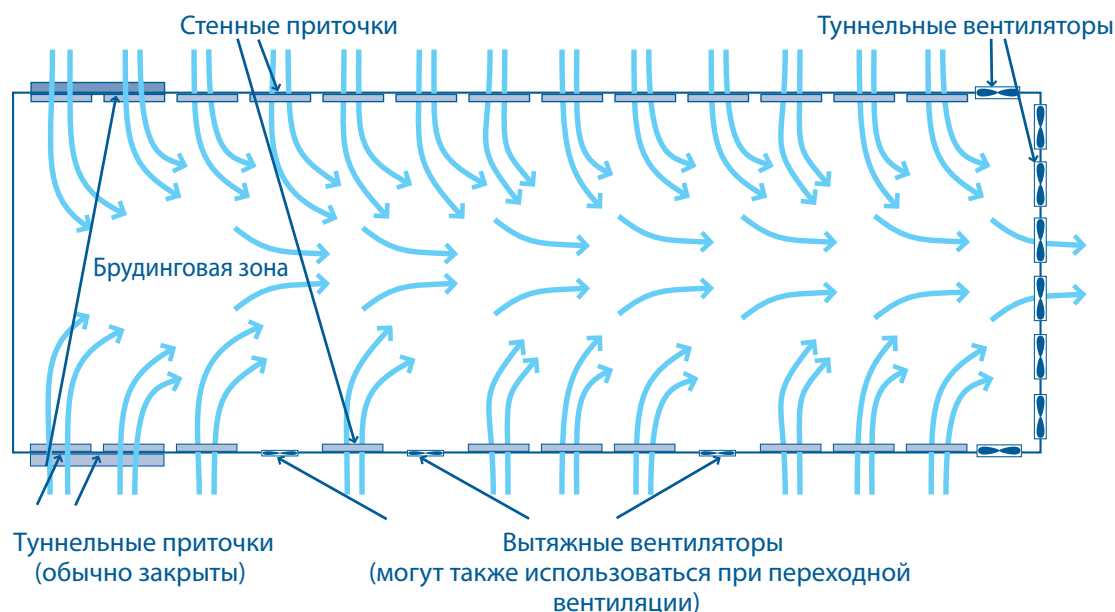
- Цель минимальной вентиляции - ввести в птичник достаточный объем свежего воздуха для удаления избытка влаги и аммиачных испарений в холодную погоду в течение брудерного периода.
- Комбинации вентиляторов, создающих отрицательное давление в птичнике, и приточных форточек, варьируются в регионах мира, но в основе их лежат одинаковые принципы.
- Все типы минимальной вентиляции имеют целью, чтобы наружный воздух оказывался в птичнике высоко над птицей и не попадал на нее.
- Для того, чтобы добиться желаемой траектории воздушных потоков, необходимых для минимальной вентиляции, площадь притока воздуха должна равняться пропускной способности включенных вентиляторов.
- Применяя регулируемые приточные форточки, установленные периметрально и управляемые автоматически в соответствии со статическим давлением, обеспечивает самый эффективный воздухообмен.
- Минимальная вентиляция контролируется с помощью таймера, а не термометра.

## Как работает переходная вентиляция

Переход с минимальной на переходную вентиляцию заключается в переводе настройки системы с ее зависимости от таймера на зависимость от температуры. На это не влияет практический тип комбинации вентиляторов и приточных форточек. То есть, когда температурные сенсоры или термостаты отменяют контроль таймера и становятся контролирующим элементом минимальной вентиляции для продолжения работы вентиляторов, настройки минимальной вентиляции будут работать в промежуточном режиме вентиляции. При этом можно включать дополнительные настенные или другие вентиляторы (и приточные форточки) по мере роста наружной температуры.

Дополнительная стадия переходной вентиляции является “гибридной” и изображена на Схеме 14, и использует несколько больших вентиляторов туннельной системы для забора воздуха снаружи через периметральные приточные форточки, вместо туннельных приточных форточек, который закрываются. Наружный воздух поступает внутрь и смешивается с внутренним таким же образом, как при минимальной вентиляции с отрицательным давлением, использующей настенные вентиляторы. Основное отличие этого метода от минимальной вентиляции заключается в том, что увеличение мощности вентиляторов обеспечивает больший объем воздухообмена. Включение четырех вентиляторов туннельной системы в переходном режиме, например, обеспечивает тот же уровень вентиляции, что и работа туннельной вентиляции с четырьмя вентиляторами, но без прямого охлаждения птиц. В некоторых регионах туннельные вентиляторы не применяются для переходной вентиляции из-за опасений об однородности вентиляции. Применение осевых вентиляторов для переходной вентиляции зависит от климата и способности перемешивания входящего воздуха с внутренним.

Схема 14: Стадия переходной вентиляции начинается тогда, когда температурные сенсоры отключают таймер минимальной вентиляции. Когда необходимость удаления избыточного тепла требует более высокого уровня воздушного обмена, чем минимальный уровень, можно включать несколько вентиляторов туннельной системы для того, чтобы обеспечить поступление большого объема воздуха через настенные приточные форточки, как показано на схеме “гибридной” стадии переходной вентиляции, без прямого попадания холодного воздуха на птиц.



Как и при минимальной вентиляции, общая площадь открытых приточных форточек должна соответствовать пропускной способности работающих вентиляторов. Площадь открытых настенных приточных форточек должна быть достаточной для работы, минимум, половины вентиляторов туннельной системы в период гибридной переходной стадии без создания избыточного статического давления. Для наибольшей эффективности приточные форточки должны иметь автоматический контроль, работающий в соответствии с показанием статического давления, также, как и при минимальной вентиляции.

### Ключевые моменты

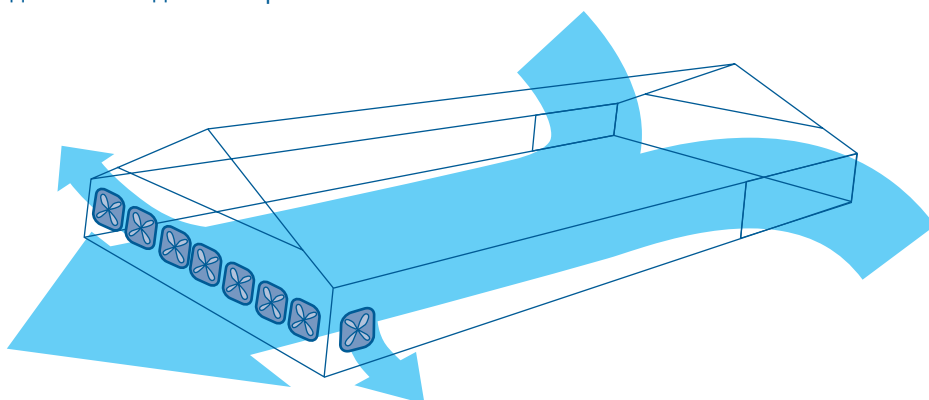
- Переходная вентиляция контролируется в зависимости от температуры, когда требуется удалить избыток тепла, но не охлаждая птиц прямым потоком холодного воздуха.
- Когда требуется увеличить вывод избыточного тепла с помощью более высокого объема воздухообмена, чем позволяют настройки минимальной вентиляции, можно включать вентиляторы туннельной системы для обеспечения поступления в птичник более значительного объема воздуха через периметральные приточные форточки.
- Как и при минимальной вентиляции, площадь приточных форточек промежуточной вентиляции должна соответствовать мощности вентиляторов и форточки должны регулироваться контрольными механизмами, работающими от показаний статического давления.

## Как работает туннельная вентиляция

Целью туннельной вентиляции является создание комфортных условий для стада в жаркую погоду, используя охлаждающий эффект высокоскоростного воздушного потока. Туннельная система вентиляции особенно эффективна в более теплых регионах, а также при выращивании более крупной птицы (1.8 - 3.6 кг). Туннельная вентиляция устанавливается для удаления избыточного тепла, а также для обеспечения воздухообмена, требуемого для удаления дополнительного тепла в жаркое время года. Включенная полностью туннельная система вентиляции может обеспечить полный обмен воздуха в птичнике менее, чем за одну минуту.

Туннельная система вентиляции также предоставляет эффект охлаждения ветром, передвигая воздух, как в аэродинамической трубе, по длине птичника. Для эффективного эффекта охлаждения ветром требуется создать воздушный поток со скоростью мин. 2.54 м/сек.

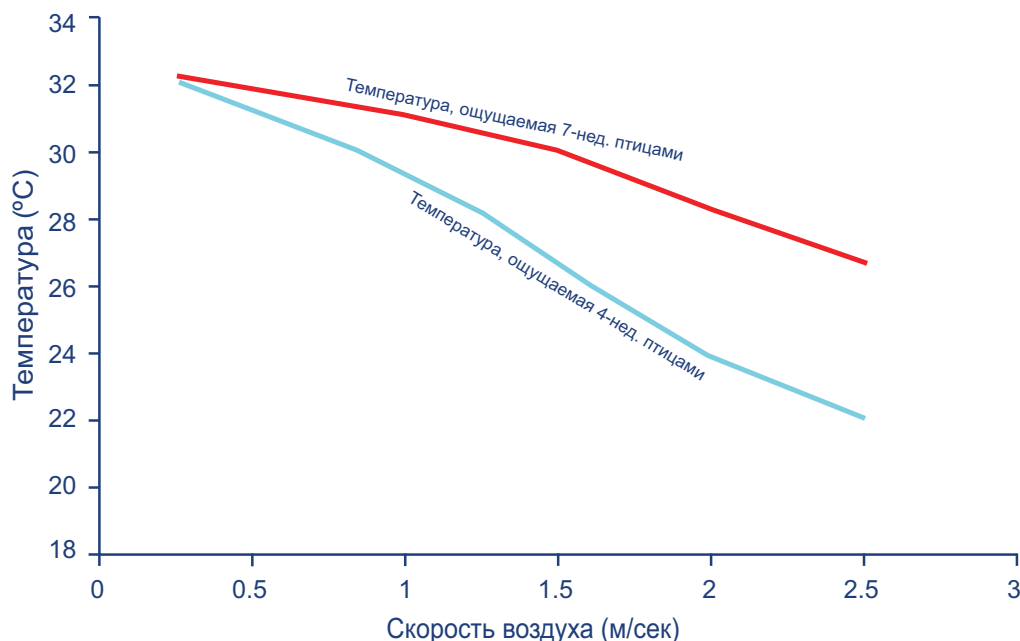
**Схема 15:** Туннельная вентиляция требуется для того, чтобы перемещать большой объем воздуха с высокой скоростью над птицами, достигая максимального уровня удаления тепла и создавая охлаждение ветром.



Эффект охлаждения ветром, создаваемый высокоскоростным потоком воздуха, может снижать эффективную температуру, ощущаемую полностью оперенной птицей, на 5.5 - 7 °С. Схема 16 демонстрирует примерные показатели эффективной температуры в зависимости от скорости воздуха для птицы возраста четыре и семь недель.

Как показывает Схема 16, туннельная вентиляция требует осторожности при использовании ее в молодом стаде, так как эффект охлаждения ветром у молодых цыплят более значителен при той же скорости воздуха, чем у более взрослой птицы. Отмечаем, что “эффективная” температура имеет примерное значение, поскольку ее нельзя прочитать на термометре или рассчитать математически. Можно использовать поведение птиц в стаде в качестве указателя на требуемое количество включенных вентиляторов для того, чтобы получить требуемые для комфорта птиц скорость воздушного потока и уровень воздухообмена.

**Схема 16:** Эффект охлаждения ветром, создаваемый высокоскоростным потоком воздуха, намного значительнее в более молодом поголовье.



**Примечание**  
Наружная темп. = 32°C

Высокоскоростной поток воздуха вентиляции туннельного типа обеспечивает эффективность испарительного охлаждения. Испарительное охлаждение лучше всего обеспечить с помощью установки системы увлажнения туманообразованием, либо с помощью панелей испарения, установленных снаружи приточных форточек. Такое охлаждение входящего воздуха дополнительно к эффекту охлаждения ветром, может обеспечить высокий уровень продуктивности птиц, даже при очень высокой наружной температуре. Если применять только охлаждение ветром туннельной системы вентиляции, важно помнить, что он становится менее эффективным при наружной температуре свыше 32°C; при температуре выше 38°C воздушный поток начинает нагревать птицу вместо ее охлаждения.

Также важно обеспечить достаточную площадь притока воздуха при туннельной вентиляции. Эта площадь должна быть еще больше при использовании панелей охлаждения (как объясняется ниже). Птичники, оборудованные туннельной вентиляцией, должны быть воздухопроницаемы, так как утечки воздуха будут нарушать воздушный поток туннельной вентиляции.

### Ключевые моменты

- Целью туннельной вентиляции является достижение максимального охлаждения с помощью эффекта охлаждения ветром, создаваемого с помощью высокоскоростного потока воздуха.
- Необходимо сделать приблизительный расчет “эффективной” температуры, создаваемой охлаждением ветром, которая зависит от размера/возраста птиц и фактической температуры воздуха
- Эффект охлаждения ветром уменьшается по мере роста температуры воздуха свыше 32°C; при росте температуры свыше 38°C воздух начинает обогревать птиц вместо того, чтобы охлаждать.

### Как работает испарительное охлаждение

При испарении воды любые объекты, находящиеся в контакте с паром, охлаждаются. Испарение всего лишь 3.8л воды в воздух затрачивает на этот процесс 9 179 кДж тепла воздуха. Охлаждение испарением (сокращенно ОИ), следовательно, является эффективным средством для птицеводства при жаркой погоде.

Самый простой способ создания ОИ в бройлерном птичнике - это использование распылителей воздушно-капельной смеси (туманообразования), расположенных у потолка открытых птичников, оборудованных шторами натуральной вентиляции. Самая эффективная современная система, однако, используется в качестве дополнения к туннельной вентиляции. Снижение фактической температуры воздуха дополнительно к охлаждению ветром, создаваемому туннельной вентиляцией, эффективно сконструированная и управляемая система ОИ может обеспечить высокую продуктивность поголовья даже при очень высокой наружной температуре.

Существует два основных типа ОИ в птичнике, оборудованном туннельной вентиляцией: воздушно-капельные распылители и панели охлаждения (принцип напыления или рециркуляции), установленные над приточными проемами туннельной вентиляции. Оба типа могут быть достаточно эффективны, однако, панели охлаждения, работающие по принципу рециркуляции, становятся все более доминирующими. Эти высокоэффективные системы требуют меньше технологического вмешательства и не создают риска намокания подстилки или птиц.

Работа ОИ, то есть, степень охлаждения, зависит от трех факторов:

- Начальная наружная температура - чем она выше, тем выше уровень требуемого охлаждения.
- Сравнительная влажность (RH) наружного воздуха - чем ниже, тем лучше.
- Насколько эффективна система в испарении воды - типичные системы имеют эффективность 50%-75%.

Таблица 1 показывает диапазон температур внутри птичника в зависимости от более высокой или низкой начальной температуры, эффективности системы охлаждения и относительной влажности воздуха. Например, если наружная температура составляет 35°C при сравнительной влажности 50% и 75% эффективности системы, испарительное охлаждение составит 7°C и снизит температуру до 28°C. Если эффект охлаждения ветром даст еще 5.5-7°C эффективного охлаждения, то полностью оперенные птицы будут чувствовать себя, как при температуре воздуха 21-22.5°C.

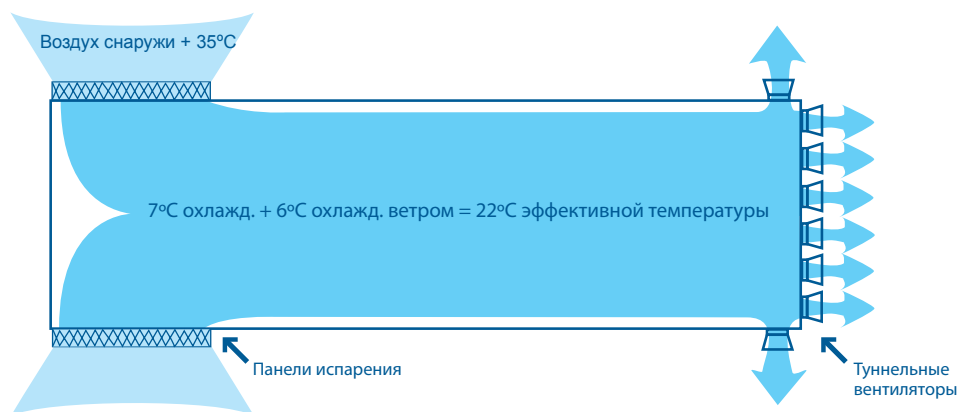
Таблица 1: Возможность охлаждения испарением в различных условиях

Начальная температура воздуха (°C)	Эффективность системы	Результативная температура (°C) на заданную относительную влажность		
		40% RH	50% RH	60% RH
38.7	50%	32.2%	33.3%	34.4%
	75%	28.9%	30.6%	32.2%
35	50%	29.4%	30.6%	31.7%
	75%	26.7%	28.3%	29.4%
32.2	50%	27.2%	28.3%	28.9%
	75%	24.4%	26.1%	27.2%

Охлаждение испарением является эффективным даже в районах с высокой относительной влажностью. Во многих регионах мира, например, сравнительная влажность может достигать 90% в течение летней ночи, но обычно падает до 50%, или даже ниже, к полудню. Причина заключается в том, что ночная температура воздуха составляет 20°C или чуть выше, и рост температуры на 11°C в дневное время до отметки 32°C, снижает относительную влажность вдвое. Таким образом, принято считать, что ОИ эффективно тогда, когда разница между ночной и дневной температурами составляет в среднем около 11°C.

Схема 17 иллюстрирует основной принцип охлаждения в птичнике, оборудованном туннельной вентиляцией, снижением эффективной температуры при помощи высокоскоростного потока воздуха и снижением фактической температуры испарительным охлаждением.

Схема 17: Здесь демонстрируются основные принципы туннельного и испарительного охлаждения, а также фактические результаты при эффективной установке и эксплуатации высокоэффективной системы испарительного охлаждения и туннельной вентиляции со скоростью воздуха 2.54 м/сек или выше.



#### Ключевые моменты

- На испарение всего 3.8 литров воды требуется 9179 кДж тепловой энергии окружающего воздуха.
- Эффективность охлаждения испарением зависит от температуры воздуха, сравнительной влажности и оперативности системы охлаждения.
- Охлаждение испарением особенно эффективно, когда разница между ночной и дневной температурами составляет в среднем около 11°C.

## Эффективное решение вопросов вентиляции

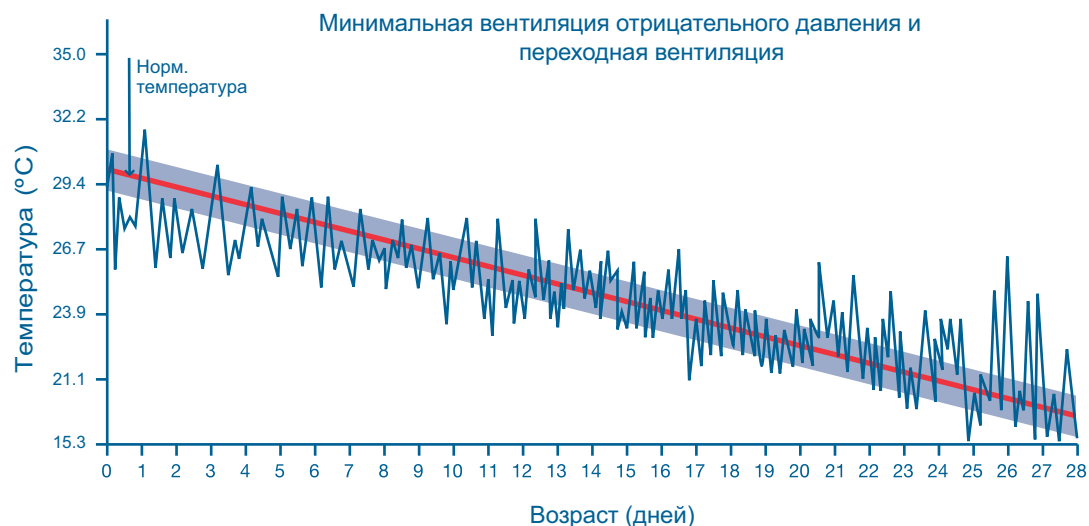
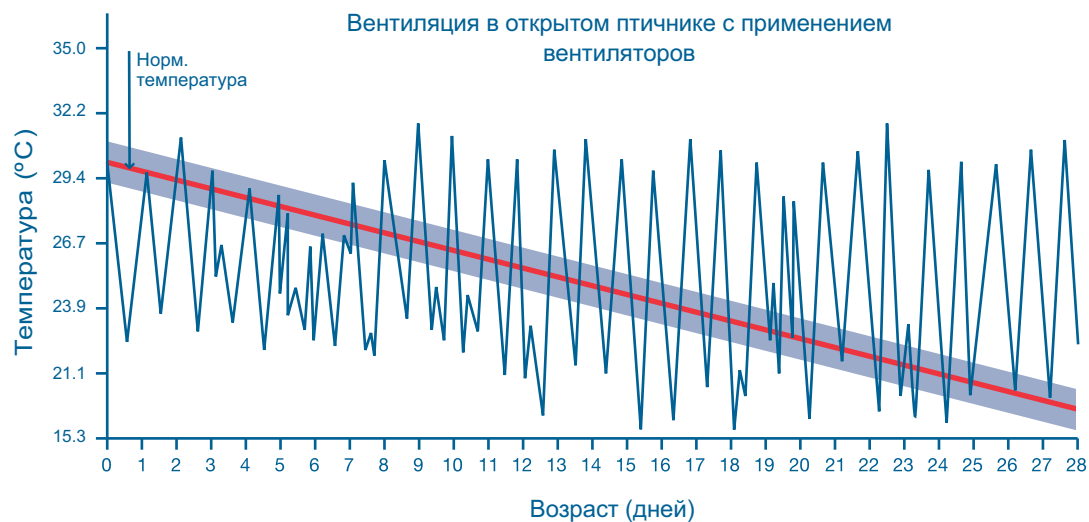
При принятии решений о конструкции и оборудовании бройлерного птичника, важно понимать имеющиеся возможности и преимущества современной технологии контроля микроклимата.

Схема 18 демонстрирует диапазон фактически записанной температуры с помощью температурных самописцев в птичниках с натуральной и принудительной вентиляцией в производстве юго-восточного региона США в осеннее время. В то время, как открытые птичники, оборудованные шторами, почти не позволяют осуществлять контроль температуры, в птичниках с контролируемыми условиями содержания можно эффективно поддерживать температуру близко к нормативному значению. Особенно значительно то, что эти результаты были записаны при возрасте поголовья 28 дней.

Для более поздней стадии выращивания бройлерного поголовья, а также в зимнее время, особенно при выращивании крупных бройлеров (1.8-3.6 кг), туннельная вентиляция с испарительным охлаждением имеет явное преимущество в своем влиянии на результаты производства. Таблица 2 демонстрирует фактические полевые показатели, полученные в коммерческом бройлерном производстве в летнее время в юго-восточном регионе США, и сравнивает производственные результаты, полученные в открытом птичнике, оборудованном шторами натуральной вентиляции и птичниках, оборудованных туннельной вентиляцией и испарительным охлаждением.

Еще один эксперимент для изучения возможностей современного птичника, оборудованного туннельной вентиляцией, в достижении более высоких производственных результатов, был проведен Департаментом Сельского Хозяйства США, который сравнивал влияние различной скорости туннельного воздуха в жаркое время года на живую массу и кормоконверсию (Таблица 3).

**Схема 18:** Записи измерений температуры показывают, что в птичнике с контролируемыми условиями содержания поддерживается температура, близкая к нормативной; в открытом птичнике температура резко варьируется. Затененный график показывает диапазон нормативной температуры.



**Таблица 2:** Производственные показатели для системы туннельной вентиляции и ОИ и открытого птичника в юго-восточном регионе США в летнее время

Бройлерное поголовье 58 дней	Живая масса (кг)	Кормоконверсия	% сохранности	% выбраковки	Себестоим. (\$ цент/кг)
Туннель. вент. и ОИ	3.27	2.18	92.4	1.71	48.4
Открытый птичник	3.11	2.24	88.1	1.90	50.0

**Таблица 3:** Исследование влияния различной скорости воздуха на живую массу и кормоконверсию в жарком климате, проведенное Департаментом с/х США

Скор. воздуха	Вес птиц (кг)	Привес за неделю (кг)	Кормоконв за неделю
Через 4 недели			
3.05 м/с	1.28	0.58	1.495
2.03 м/с	1.27	0.57	1.482
Неподвижный воздух	1.23	0.53	1.521
Через 5 недель			
3.05 м/с	1.94	0.66	1.712
2.03 м/с	1.92	0.65	1.698
Неподвижный воздух	1.79	0.55	1.804
Через 6 недель			
3.05 м/с	2.60	0.66	1.966
2.03 м/с	2.52	0.60	2.080
Неподвижный воздух	2.20	0.41	2.469
Через 7 недель			
3.05 м/с	3.21	0.60	2.277
2.03 м/с	3.02	0.50	2.610
Неподвижный воздух	2.54	0.33	3.026

Должно быть отмечено, что потенциальная финансовая отдача от инвестиций в технологию вентиляции очевидна только при применении оптимальных методов конструкции и установки системы, с учетом особого внимания, уделяемого при выборе конструктивных элементов, а также оптимальной технологии и эксплуатации системы.

## Ключевые моменты

- Научные исследования и практический опыт доказали, что современные технологии контроля условий выращивания бройлерного поголовья могут иметь существенное влияние на продуктивность производства.
- Температурные мониторы-самописцы в бройлерных птичниках записывают способность оборудования контроля микроклимата поддерживать температуру в допустимом диапазоне.
- В юго-западном регионе США в летнее время доказано, что туннельная вентиляция в комплексе с испарительным охлаждением улучшает продуктивность поголовья.
- Исследования в контролируемых условиях производства продемонстрировали, что высокая скорость воздушного потока особенно благоприятна для выращивания крупных бройлеров.

Следующие разделы описывают ключевые факторы, влияющие на принятие решений по отношению к важнейшим элементам системы вентиляции.

## Выбор вентиляторов

Выбор эффективных вентиляторов, несомненно, важен для успеха программы вентиляции. Основным критерий выбора - это максимальная продуктивность, то есть,  $\text{м}^3/\text{ч}$  (кубических метров в час), воздуха, который может пройти через вентилятор. Вентиляторы являются мышечной системой вентиляции, передвигающей воздух, поэтому следует убедиться, что вентиляторы, которые планируются для установки, имеют требуемую производительность в  $\text{м}^3/\text{ч}$ .

### *Факторы, влияющие на эффективность вентиляторов*

Продуктивность вентилятора ( $\text{м}^3/\text{ч}$ ) может варьироваться в зависимости от статического давления внутри помещения. В условиях свободного воздуха при нулевом статическом давлении, вентилятор может передвигать более значительный объем воздуха. При вентиляции негативного давления вентиляторы должны втягивать воздух из приточных форточек через пространство птичника и выводить его наружу, то есть, должны работать в условиях сопротивления, которое мы называем статическим давлением. При повышении статического давления снижается продуктивность вентилятора. Коэффициент расхода воздуха вентилятора ( $\text{м}^3/\text{ч}$  при 50 Па ÷  $\text{м}^3/\text{ч}$  при 12 Па) указывает на то, насколько эффективен вентилятор при более высоком статическом давлении. Коэффициент расхода воздуха составляет около 0.65 - 0.90. Чем выше этот показатель, тем лучше.

Продуктивность вентилятора ( $\text{м}^3/\text{ч}/\text{Вт}$ ) в сравнении с эксплуатационными затратами на кВт-час, указывает нам на то, сколько стоит работа вентилятора для получения потока воздуха в  $\text{м}^3/\text{ч}$ . Эффективность вентилятора обычно снижается с повышением статического давления.

Полезно применять графики эффективности вентилятора для их сравнения и определения самого эффективного в данной ситуации вентилятора. Такие кривые демонстрируют либо производительность, либо эффективность вентилятора. График состоит из таких обозначений, как продуктивность вентилятора, выраженная в  $\text{м}^3/\text{ч}$ , которая меняется с повышением статического давления. График демонстрирует продуктивность вентилятора при разном статическом давлении, выраженную в  $\text{м}^3/\text{ч}/\text{Вт}$ . Примеры кривой, приведенные на Схемы 19 и 20, показывают разницу производительности типичного прямоприводного низкоэффективного вентилятора и высокоэффективного вентилятора с ременным приводом диаметром 122 см.

Вентиляторы обычно рекламируются или классифицируются согласно продуктивности, выраженной в  $\text{м}^3/\text{ч}$  при статическом давлении 10 или 20 Па. Этот стандарт используется для конструкции вентиляционной системы и использует показатель типичного статического давления. Если статическое давление в птичнике поднимается значительно выше, чем используемый при его изготовлении диапазон, что может произойти, если заслонки или панели охлаждения загрязняются или не была создана достаточная площадь входа приточного воздуха - в этих случаях вентиляторы не выполняют полностью свою функцию. Высокоэффективный вентилятор, показанный на Схеме 19, например, производит 39 105  $\text{м}^3/\text{ч}$  при статическом давлении 12 Па. Если при низкокачественной конструкции, технологии или эксплуатации системы вентиляции птичника позволить статическому давлению подняться до 37.5 Па, скорость воздуха упадет до 32 984  $\text{м}^3/\text{ч}$ , то есть снизиться на 16%.



Схема 19: Продуктивность вентилятора, выраженная в м<sup>3</sup>/ч

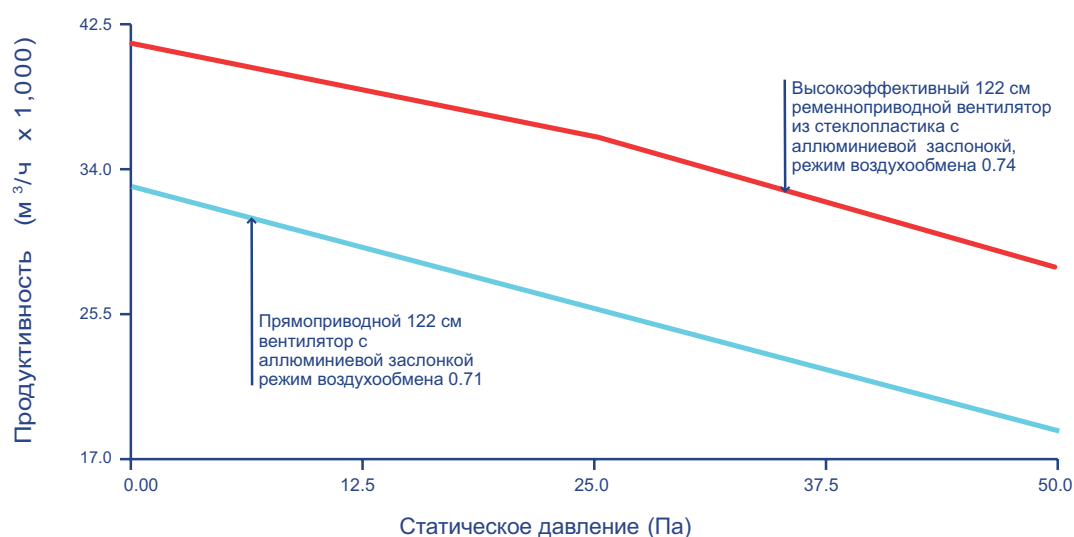
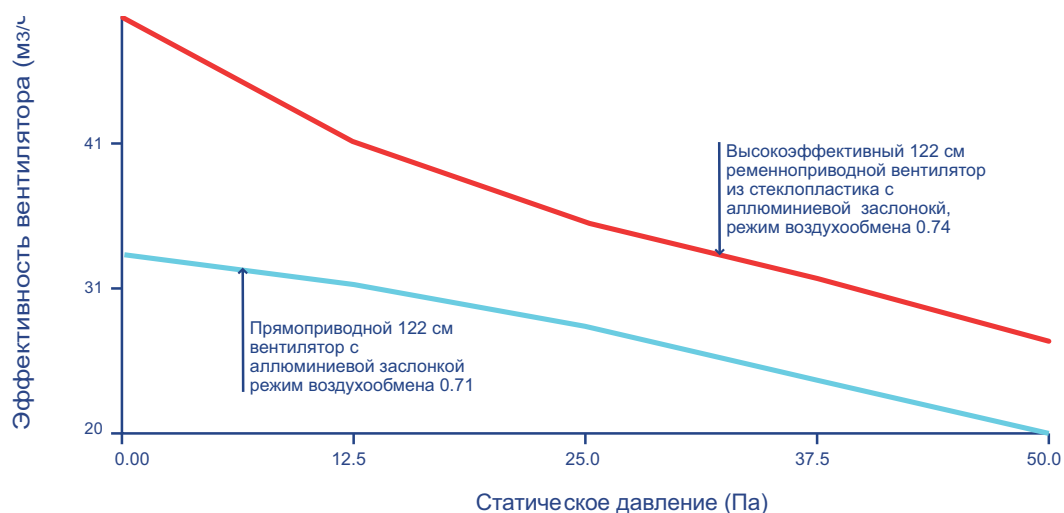


Схема 20: Эффективность вентилятора, выраженная в м<sup>3</sup>/ч/Вт



**Ключевые моменты**

- Основной критерий производительности вентилятора - это его продуктивность при определенном показателе статического давления.
- “Коэффициент расхода воздуха” указывает на то, насколько эффективна способность вентилятора поддерживать свою продуктивность при более высоком статическом давлении - чем выше этот коэффициент, тем лучше.
- Эффективность вентилятора измеряется в м<sup>3</sup>/ч/Вт. Более эффективный вентилятор с высоким коэффициентом расхода воздуха стоит дороже, но имеет более значительное влияние на результаты производства и экономит электроэнергию при долгосрочной эксплуатации.
- Продуктивность вентилятора и кривые эффективности используются для оценки эффективности при различных показателях статического давления и затрат на эксплуатацию.

## Заслонки вентиляторов

Заслонки вентиляторов не должны создавать препятствий для воздушного потока в открытом положении, но должны полностью блокировать воздушный поток в закрытом положении. Недавние тесты показали, что даже новые, качественные и чистые заслонки люверного типа на 122 см вентиляторах туннельной конструкции не всегда закрываются плотно. Кажущиеся закрытыми заслонки имеют утечку воздуха, достаточную для создания весьма значительных экономических потерь при утечке тепла (несколько сот долларов на каждый птичник) при использовании минимальной вентиляции в более прохладную погоду. Еще важнее то, что утечки воздуха нарушают требуемую траекторию воздушного потока, тем самым снижая продуктивность поголовья.

При использовании заслонок люверного типа, необходимо их регулярно мыть. Значительное количество грязи, скапливающееся на заслонках в течение одной недели, может снизить проходимость воздуха на 25%. Можно рассмотреть использование конических или наклонных стенных вентиляторов, так как заслонки этих вентиляторов находятся внутри помещения и их значительно легче мыть.

### Ключевой момент

- Заслонки вентиляторов должны прилегать плотно для того, чтобы избежать утечки воздуха и должны подвергаться регулярной чистке для поддержания продуктивности вентилятора.

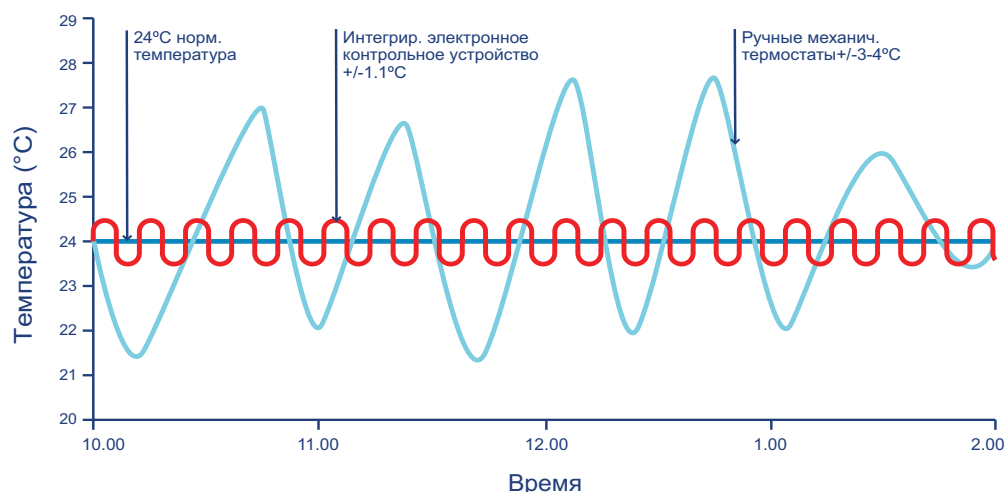
## Интегрированная система контроля микроклимата

Интегрированная электронная система контроля микроклимата обеспечивает контроль микроклимата поголовья 24 часа в день. Такие системы достаточно дороги, но расходы позже компенсируются более высокой продуктивностью птиц в связи со снижением значительных колебаний температуры выше и ниже нормативного диапазона. Как демонстрируется на Схеме 2, электронное контрольное устройство может гарантировать контроль температуры в пределах  $\pm 1.1^{\circ}\text{C}$ , в то время, как механический термостат допускает колебания температура на  $3-4^{\circ}\text{C}$  в обе стороны. Кроме этого, встроенная система контроля снижает потребность трудозатрат на настройку индивидуальных контрольных устройств, как например, термостаты. Однако, при этом требуется квалифицированный менеджер для управления электронной системой контроля.

Обучение управлению системой контроля микроклимата не должно представлять особого труда; система оснащена экраном-дисплеем и диалоговой системой управления. Контрольная система должна быть способной обеспечить плавную работу систем обогрева и вентиляции, без вмешательства в функционирование одной системы в другую. Она не должна допускать также автоматического переключения птичника с минимальной на переходную или туннельную вентиляции с испарительным охлаждением (и обратно). Система должна иметь достаточное число каналов приема данных, чтобы не было необходимости в дополнительных контакторах. Важным элементом эффективной системы контроля микроклимата является адекватная встроенная защита против колебаний напряжения и импульсов перенапряжения в линиях электропередачи.

Эффективная система контроля должна включать зональный контроль, который позволяет менеджеру устанавливать температурные сенсорные датчики в различных точках птичника, и задавать контрольному устройству режим, который позволяет использовать различные наборы сенсорных датчиков для различных условий. Например, при использовании половины площади птичника для брудерного периода, система контроля может регулировать минимальную вентиляцию, используя только сенсорные датчики, установленные в брудерной зоне и работать только от сенсоров в точке расположения вентиляторов в торце птичника при использовании туннельной вентиляции в жаркое время года.

**Схема 21:** Как показывает температурный график, интегрированная электронная система обеспечивает более эффективный контроль температуры птичника, чем система, применяющая термостаты. Затраты на данную систему будут компенсированы более высокой продуктивностью поголовья.



Эффективная система контроля включает в себя сбор данных и дисплей, позволяющий контролировать температуру в птичнике в различные интервалы времени за последние 24 часа, или в течение всего периода производства. Эта функция очень важна при возникновении нарушений микроклимата. Дистанционный мониторинг и контроль осуществляемые, обычно, с помощью компьютера, являются важными элементами системы контроля, которые позволяют менеджеру проверить климатические условия птичника из его офиса и принять меры при выявлении нарушений микроклимата.

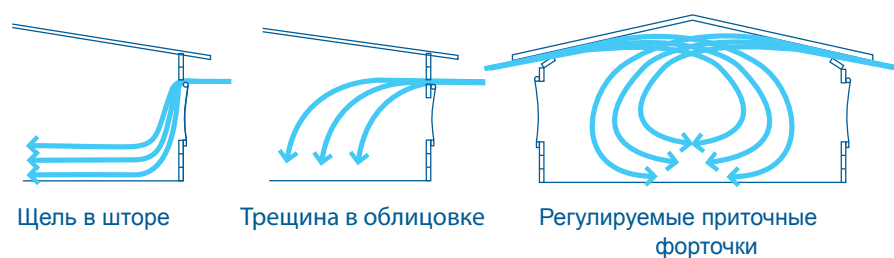
## Ключевые моменты

- Современные электронные системы контроля микроклимата могут сэкономить трудозатраты на изменение настройки термостатов.
- Эффективная система контроля должна отвечать ряду технологических требований: простота управления является одним из самых важных требований к системе.
- Эффективная система контроля сможет обеспечить оптимальную температуру птичника с отклонением от нормативной на 1.1°C.
- Система контроля должна осуществлять сбор данных с демонстрацией их на экране монитора и особенно эффективна при нарушении микроклимата и для улучшения методов технологии.

## Конструкция приточных форточек

Конструкция приточных форточек, используемых для минимальной и переходной вентиляции, является важным критерием достижения эффективного смешивания входящего холодного воздуха и теплого воздуха внутри птичника, не допуская прямого попадания наружного воздуха на птиц. Как упоминалось ранее, есть несколько типов вентиляторов и способов расположения вентиляторов и приточных форточек, которые могут обеспечить эффективную вентиляцию. Основной целью при этом является добиться поступления воздуха с высокой скоростью и смешивание его с внутренним воздухом на значительной высоте от пола. Приточные форточки с откидными рамами, установленные высоко по периметру птичника (на продольных стенах или в проемах потолка), считаются более эффективными в обеспечении оптимального притока воздуха. Схема 22 показывает желаемую траекторию поступающего воздуха, которой добиваются с помощью регулирования приточных форточек.

**Схема 22:** При минимальной или переходной вентиляции важно не допустить прямого попадания холодного наружного воздуха на птиц. Регулируемые приточные форточки, установленные высоко по периметру птичника, соблюдают это требование, направляя входящий воздух в пространство над птицами, где он смешивается с внутренним воздухом птичника до контакта с поголовьем.



Одним из важных критериев обеспечения оптимальной вентиляции является размер открытого проема приточной форточки, и этот показатель варьируется в зависимости от числа включенных вентиляторов и изменения статического давления. Однако, регулирование воздушных проемов вручную для поддержания оптимального потока воздуха, является практически невозможным. Приточные форточки, оснащенные сенсорами статического давления, регулируются автоматически, создавая намного более благоприятные условия для птиц. Вы можете получить дополнительную информацию на эту тему на стр. 36.

## Ключевой момент

- Регулируемые приточные форточки более эффективны для обеспечения оптимального потока воздуха для минимальной или переходной вентиляции.

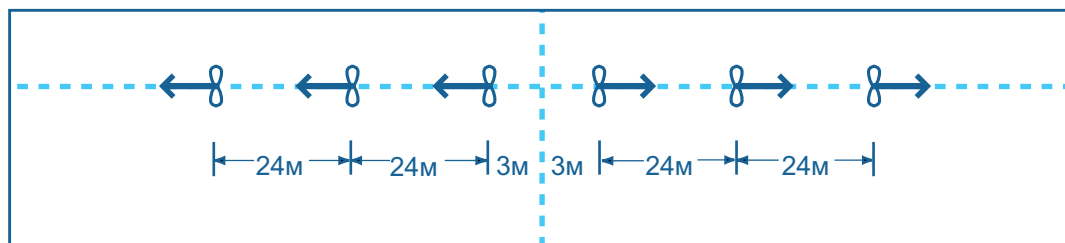
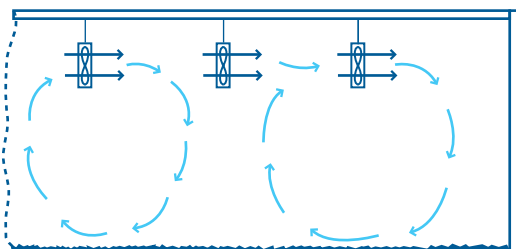
**Преимущества использования смесителей воздуха**

Даже при самой эффективной технологии регулируемых приточных форточек, обеспечивающих смешивание воздуха при минимальной вентиляции, вентиляторы работают очень короткий период времени. Когда вентиляторы выключены, смешивание теплого воздуха, расположенного в верхней части птичника, с холодным воздухом, находящимся ближе к полу, прекращается. Смесители воздуха (или вентиляторы циркуляции воздуха), установленные внутри птичника, могут способствовать достижению более однородной температуры в птичнике, что поможет содержать цыплят в тепле и удалить избыток влаги из подстилки.

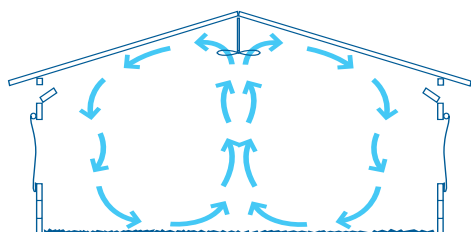
Еще одной важной причиной для использования смесителей воздуха является снижение затрат на топливо. В герметично изолированных птичниках с регулируемыми приточными форточками при оптимальной технологии, смесители воздуха могут экономить 15 - 20% затрат на топливо. В более старых птичниках можно также добиться значительной экономии средств, хотя общая стоимость топлива будет выше, чем в современном, эффективном и хорошо изолированном птичнике. В птичнике с конвекционным отоплением и/или в птичнике с высоким потолком, применяя смесители воздуха, можно получить экономию затрат на топливо, иногда вплоть до 40%.

Можно применять как лопастные вентиляторы-смесители (типа Касабланка), так и осевые вентиляторы. Лопастные вентиляторы наиболее эффективны для создания восходящего потока воздуха. Осевые вентиляторы устанавливаются по центральной оси птичника и производят горизонтальный поток воздуха. Диаграмма циркуляции воздуха и принцип установки смесителей воздуха (типичные для юго-восточного региона США) демонстрируются на Схемах 23 и 24.

**Схема 23:** Принцип установки и траектория циркуляции воздуха при использовании осевых смесителей воздуха в птичнике размером 12м x 52м.



**Схема 24:** Принцип установки и траектория циркуляции воздуха при использовании лопастных смесителей воздуха в птичнике размером 12мx 52м.



## Ключевые моменты

- Смесители воздуха или вентиляторы циркуляции воздуха могут способствовать снижению колебаний температуры внутри птичника и экономии топлива при минимальной вентиляции.
- Как смесители воздуха осевого типа, так и лопастного (Касабланка) могут применяться для смешивания воздушных слоев в птичнике. Лопастные смесители эффективнее всего для создания восходящего воздушного потока.

## Охлаждение испарением: Туманообразующая установка или испарительные панели?

Охлаждение с помощью испарительных панелей стало применяться шире, чем внутреннее туманообразование, в основном, потому, что система испарительных панелей легче в технологии и не имеет риска избыточного выделения влаги и намокания подстилки. Системы испарительных панелей также имеют большую испарительную продуктивность. Однако, эффективно сконструированная система туманообразования, являющаяся или не являющаяся придатком к туннельной вентиляции, может быть также эффективна при правильной технологии.

Основной недостаток технологии системы туманообразования заключается в том, что при выделении в воздух избыточного объема воды, она попадет на птиц и подстилку. При работе с системой туманообразования, важно следить за тем, что в установку подается оптимальный объем воды для получения максимального охлаждения, не допуская намокания птичника. Это может быть достаточно сложной задачей и требует активности и внимательности менеджера. Закупорка форсунок является частой проблемой, поэтому форсунки требуется регулярно проверять. Также может возникнуть вопрос качества воды, поэтому вода для системы должна подаваться фильтрованной.

## Ключевой момент

- Ре-циркулирующая система панелей охлаждения обеспечивает более высокий уровень охлаждения, чем система туманообразования, легче в технологии и не создает риск намокания птичника.

## Охлаждение с помощью испарительных панелей: Какова требуемая площадь панелей?

Самый важный аспект охлаждения панелями испарения – достигнуть желаемого эффекта охлаждения минимальной площадью испарения при статическом давлении внутри птичника не выше 25 Па. Наиболее часто встречающаяся в производстве ЕС ошибка - недостаточная площадь установленных панелей охлаждения. В результате этого статическое давление становится слишком высоким, это снижает расчетную продуктивность вентиляторов. Недостаточная площадь панелей еще означает более низкую эффективность охлаждения, так как в этом случае воздух будет проходить через панель с повышенной скоростью. Чем ниже скорость воздуха, проходящего через влажную панель, тем выше эффект охлаждения.

Следует заметить, скорость прохождения воздуха через панель испарения, не равна скорости воздуха в птичнике или скорости воздуха в туннельных приточных шахтах. Площадь поперечного сечения корпуса определяет скорость воздуха после входа воздушного потока в птичник. Площадь панелей практически всегда должна быть больше, чем поперечное сечение корпуса, чтобы замедлить воздух, когда он проходит через испарительные панели, что должно создать более адекватный эффект охлаждения. Формула для расчета площади испарения панелей при условии, что мы знаем продуктивность вентиляторов и расчетную скорость воздуха, проходящего через панели:

$$\text{Площадь испарения (м}^2\text{)} = \frac{\text{Продуктивность вентиляторов (м}^3\text{/ч)}}{\text{Рекомендуемая скорость воздуха, проходящего через панели (м/с)}}$$

Производители рекомендуют, что оптимальную скорость воздуха, проходящего через панели, лучше всего получить экспериментальным способом.

## Ключевой момент

- Для достижения эффективного охлаждения с помощью панелей испарения без создания дополнительной нагрузки на вентиляторы, необходимо иметь достаточную общую площадь испарения.

## Необходимость создания дублирующей и отказоустойчивой системы

Чем больше в птичнике установлено оборудования контроля микроклимата, тем больше появляется необходимость создания дублирующей и отказоустойчивой системы для предупреждения катастрофических потерь в случае отказа системы контроля. В птичнике с натуральной вентиляцией должен быть термостат, подключенный к системе открытия штор, который обеспечит их закрытие при появлении избыточной температуры. В птичнике с комбинированной системой вентиляции также необходимо иметь автоматическое закрытие штор при отключении электричества. В современном бройлерном производстве необходимо иметь запасной генератор, он может не только предупредить катастрофические последствия, но и поддерживать нормальное функционирование системы при отключении электричества. Интегрированная система контроля также требует дублирующей программы с помощью независимого контрольного устройства, которое позволяет системе контроля работать только в рамках допустимых условий, обычно, плюс или минус 5.5°C. Дублирующее контрольное устройство должно работать от независимого температурного сенсорного датчика, установленного в середине птичника.

Требуется также иметь в производстве систему сигнализации, которая подает сигнал при нарушении какой-либо технологической функции, например, температуры, электроэнергии, работы насоса воды и т.д. Кроме местной сигнализации, эффективна также дистанционная система сигнализации, включающая связь через систему набора и сигнала телефонной связи. Один очень полезный сигнальный датчик встроен в систему контроля приточных форточек и активируется колебаниями статического давления. Он улавливает и передает колебания статического давления и, являясь независимым от основного контрольного устройства, может действовать, как средство защиты основной системы. Все дублирующие и отказоустойчивые системы должны быть как можно более независимы, то есть не иметь риска выключения при неисправности какой-либо другой системы.

### Ключевые моменты

- Чем сложнее система контроля микроклимата в птичнике, тем больше она требует дублирования для предупреждения катастрофических потерь при отказе контролируемых устройств.
- Все дублирующие и отказоустойчивые системы должны быть как можно более независимы, то есть не иметь риска выключения при неисправности какой-либо другой системы.

## Ориентация птичника

Географическое расположение птичника по отношению к солнцу является также важным. Самой эффективной ориентацией птичника с точки зрения оптимальности микроклимата, считается положение конька крыши (продольной оси птичника), примерно, с востока на запад. В зимнее время это позволяет низкому зимнему солнцу обогревать южную боковую стену птичника в середине дня, что будет создавать дополнительное отопление. В летнее время, когда необходимо минимизировать нагревание птичника, полуденное солнце стоит намного выше и карнизы не позволяют солнцу падать на южную стену большую часть дня. Полуденное солнце попадает только на крышу, которая обычно является лучше всего изолированной частью птичника. В птичниках с отклонением более, чем на 10-15 градусов от направления восток-запад будут выше расходы на топливо зимой, а также возникнет необходимость создавать дополнительную летнюю вентиляцию и более строгую систему контроля системы вентиляции.

### Ключевой момент

- Наиболее оптимальной ориентацией птичника с точки зрения контроля микроклимата является расположение линии конька крыши в направлении восток-запад.

## Требования к теплоизоляции

Значение эффективной теплоизоляции в экономии средств на топливо хорошо известно и условиях умеренного и холодного климата. Птичники с чердачным пространством над потолком должны иметь, по крайней мере, коэффициент изоляции под потолком  $U = 0.053 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$  (R-19). Птичники, не имеющие чердачного пространства, должны иметь, по крайней мере, коэффициент изоляции под потолком  $U = 0.25 \text{ Вт}/(\text{м}^2 \text{ К})$  (R-8), что можно достичь с помощью 38мм полиуретановых листов или 50мм пенопластовых листов. Ни отражательная теплоизоляция, ни нанесение на крыши отражающих покрытий, не являются адекватными, если используются сами по себе в птичнике, без применения теплоизолирующей ваты, листов или засыпного изоляционного материала. Любой применяемый изоляционный материал должен быть способным выдержать регулярное мытье и повреждение птицами. Особое внимание следует уделять предупреждению впитывания воды в теплоизоляционный материал.

В более умеренном климате менеджеры ферм часто не уделяют достаточно внимания теплоизоляции и считают ее неэкономичной. Однако, важно понять, что независимо от географического положения, птиц необходимо защищать от тепла, отражающегося от неизолированной крыши птичника, нагреваемой солнцем. Это подтверждается экспериментами, проведенными в юго-восточном регионе США в одинаковых вентилируемых птичниках без чердака, часть которых оснащена, и часть которых не оснащена теплоизоляцией крыши. При наружной температуре 33°C, температура в изолированных птичниках составляла около 33.3°C с минимальным отходом. В неизолированных птичниках температура внутри достигала 37°C, и отход составлял 14%.

Тепло, излучаемое неизолированной крышей, может ввести в птичник больше тепла, чем производится всем стадом птиц в возрасте 6 недель. Системы вентиляции, даже при наличии системы охлаждения испарением, не смогут удалить такой объем дополнительного тепла. Только после того, как птицы абсорбировали это дополнительное тепло, температура внутри птичника начнет расти и проблема станет очевидной. Если нет ни одной альтернативы теплоизоляции, отражательная теплоизоляция в форме фольги или отражающее покрытие крыши могут создать минимальную защиту от излучаемого тепла.

### Ключевые моменты

- Теплоизоляция экономит затраты на топливо. Тепловата, листовая или засыпной теплоизоляционный материал являются самыми эффективными.
- Теплоизоляция под крышей или над потолком необходима в теплое время года для защиты от тепла, излучаемого крышей и попадающего на птиц.

## Основные принципы технологии современной туннельной вентиляции

Туннельная вентиляция была создана для того, чтобы в теплую и жаркую погоду птицы бройлерного поголовья не прекращали потреблять корм и продолжали прибавлять в весе. Этот метод получил такую популярность, и оборудование птичника туннельной вентиляцией стало таким узнаваемым, что такие птичники часто называются туннельно вентилируемыми птичниками, хотя они применяют туннельную вентиляцию только некоторую часть года. Туннельная вентиляция не применяется во всех климатических зонах, но широко используется во многих регионах, занимающихся бройлерным птицеводством. Основы вентиляции приводятся на страницах 16-21.

В типичном “туннельном” птичнике фактически существует три основных типа вентиляции. Терминология, используемая для описания этих типов, варьируется; для удобства в этой статье мы используем следующую терминологию: минимальная вентиляция для холодной погоды и мелких птиц (брудерный период), переходная вентиляция для умеренной погоды и птиц среднего размера, когда необходимо удаление тепла из птичника, и туннельная вентиляция для дополнительного охлаждения в жаркую погоду.

Технология современного птичника, оснащенного туннельной вентиляцией, обеспечивающая высокие производственные показатели (и экономическую отдачу), в первую очередь, требует умения понимать, какой тип вентиляции наиболее эффективен в настоящий момент, и затем умения отрегулировать систему так, чтобы температура и другие факторы качества воздуха находились как можно ближе к оптимальным. Интегрированная система контроля микроклимата упрощает эту задачу, так как может автоматически переключать режим вентиляции при изменении условий. Но даже самая изощренная система контроля может выйти из строя и требует постоянного наблюдения. Еще более важно, что настройки контрольной системы должны устанавливаться опытным специалистом, который часто заходит в птичник, наблюдает за птицей и регулирует систему контроля микроклимата так, чтобы создать оптимальные условия для производства.

### Ключевой момент

- Современные системы контроля микроклимата снижают трудозатраты, но не снижают роли опытных специалистов в эффективности технологии.

### Какой тип вентиляции вам необходим?

Ключом к принятию верного решения при выборе типа вентиляции является понимание того, сколько тепла требуется удалить из птичника и следует ли открыть доступ наружному воздуху в птичник для прямого контакта с птицей.

#### *Минимальная вентиляция*

- Нам не требуется удалять тепло из птичника, и мы не хотим открывать доступ наружному воздуху в птичник для прямого контакта с птицами. Либо птицы в стаде небольшого размера, либо наружный воздух слишком холодный.
- Вентиляторы работают от таймера, не термостата, и цель вентиляции - не допустить намокания подстилки и обеспечить доступ свежего воздуха в птичник.
- Мы хотим поддерживать минимальную вентиляцию как можно дольше, чтобы этим обеспечить птицам необходимый уровень комфорта.

### Ключевой момент

- Поддерживать минимальную вентиляцию до появления необходимости удаления тепла из птичника.

#### *Переходная вентиляция:*

Переходная вентиляция применяется, когда птицы становятся больше и/или наружная температура становится выше, что ведет к росту температуры птичника и становится необходимо удалить избыточное тепло из птичника. Для этого требуется более эффективный воздухообмен. Но мы все еще не хотим открывать доступ наружному воздуху в птичник для прямого контакта с птицами.

- Первая стадия переходной вентиляции часто заключается в простом переключении работы вентиляторов минимальной вентиляции с таймера на термостат, и в некоторых системах включением дополнительных вентиляторов и открытием приточных форточек.



- Удаление еще более значительного объема тепла можно осуществить с помощью торцовых вентиляторов, что позволит ввести воздух в птичник через приточные форточки в боковых стенах (гибридный тип переходной вентиляции).
- Переходную вентиляцию следует поддерживать настолько долго, насколько это позволяет адекватно удалить избыток тепла из птичника.

## Ключевой момент

- Переходная вентиляция удаляет из птичника избыток тепла, но не допускает попадания холодного воздуха на птиц .

## Примечание

Иногда техническая терминология объединяет минимальную и переходную вентиляцию в одно понятие "автоматическая вентиляция". Разница между вентиляцией, работающей от таймера и от термостата, и между удалением тепла без охлаждения и охлаждением прямым попаданием воздуха на птиц, очень важна, что поддерживается отдельной терминологией, описывающей различные типы вентиляции в этой статье.

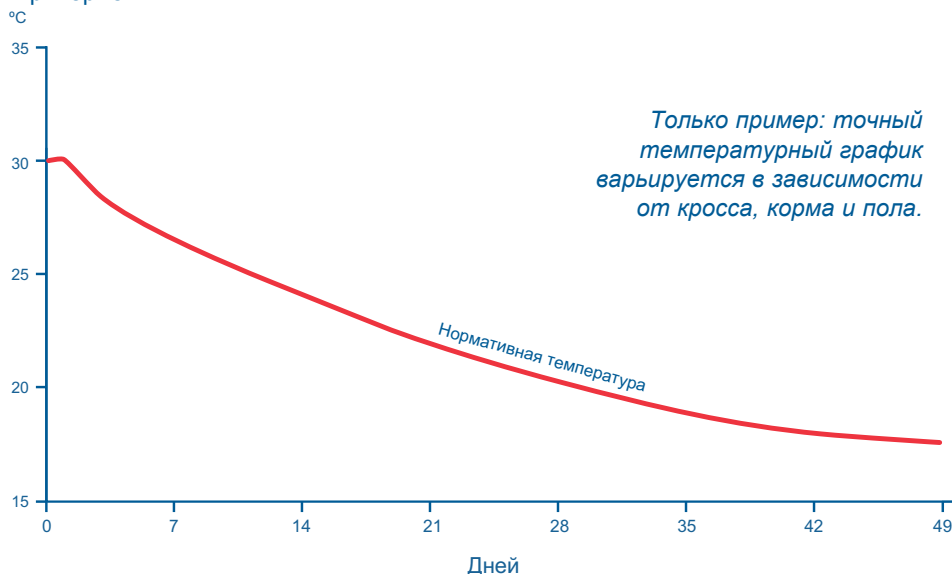
## Туннельная вентиляция

- Следует включать туннельную вентиляцию, когда необходимо охладить птиц и температура в птичнике начинает расти выше диапазона комфорта.
- Мы включаем туннельную вентиляцию только тогда, когда становится невозможно поддерживать оптимальный микроклимат, используя переходный тип вентиляции. То есть, необходимо задействовать эффект охлаждения ветром, создаваемый туннельной вентиляцией.
- Мы должны быть очень осторожны, переходя на туннельную вентиляцию, если возраст птиц меньше четырех недель, так как эффект охлаждения ветром на молодых цыплят значительно сильнее и внезапное падение эффективной температуры может вызвать стресс у птиц.
- Мы должны применять туннельную вентиляцию только, если птицам требуется эффект охлаждения ветром для поддержания комфорта.

## Важность соблюдения нормативной температуры

Каждый день бройлерного производства менеджер должен знать, какая температура является нормативной в данный день и затем должен установить режим вентиляции так, чтобы поддерживать нормативную температуру. Поддержание оптимальной температуры наиболее критично в начальный период бройлерного тура. Потеря продуктивности в молодом стаде не может быть возмещена в более позднее время. Хорошей практикой считается ежедневная запись нормативной дневной температуры на стене птичника менеджером, контролирующим производство. Для бройлерного поголовья оптимальная температура начинается с 32°C в день посадки и постепенно снижается примерно до 21°C к 6-й неделе (Схема 25). Необходимо назначить ответственного, который сравнивает фактическую температуру с нормативной в регулярные интервалы времени в течение дня, и вносит необходимые поправки.

Схема 25: Температура, при которой птица лучше всего потребляет корм и набирает вес, начинается с 32°C в день посадки и снижается до 21°C к концу седьмой недели выращивания; при этом для получения самых высоких результатов температура птичника должна отклоняться не более, чем на 0.5-1.0°C от нормативной температуры до включения туннельной вентиляции, когда эффективная температура охлаждения ветром становится основным критерием.



Главным в данном случае является то, что испытывает птица, а не менеджер или термометр, особенно, если термометр установлен в метре над птицами. Все термометры, температурные сенсоры и термостаты должны устанавливаться на уровне птиц. Кроме того, когда в птичнике включается туннельная вентиляция, температура, которую будут испытывать птицы, НЕ СООТВЕТСТВУЕТ показанию термометра. При туннельной вентиляции следует поддерживать эффективную температуру (ту, которую чувствует птица) близко к норме. Следует не допускать снижения температуры термометра до нормативной, если птицы подвергаются охлаждению ветром. Это особенно важно в начальной стадии выращивания. Избыточное охлаждение птиц может иметь катастрофический результат, так как молодые цыплята требуют более высокой температуры, чем полностью оперенные птицы.

### Ключевые моменты

- Цель туннельной вентиляции - поддерживать эффективную температуру близко к нормативной - температуру, которую чувствуют птицы, а не ту, которую показывает термометр.
- Не следует снижать температуру термометра до нормативной, если птицы находятся под влиянием эффекта охлаждения ветром.

### Основы технологии минимальной вентиляции

Целью минимальной вентиляции является поддержание качества воздуха в течение дня, когда нет необходимости удаления избыточного тепла из птичника. Это означает ввод в птичник достаточного объема свежего воздуха для обеспечения адекватного уровня кислорода и предупреждения намокания подстилки и появления аммиачных испарений.

1 - Птичник с птицей следует вентилировать, по крайней мере, минимальный промежуток времени, вне зависимости от погоды, и даже тогда, когда нет необходимости удаления избыточного тепла

Объем потери тепла птичника в процессе минимальной вентиляции незначителен по сравнению с преимуществами в производственных показателях. Даже при отсутствии избыточных аммиачных испарений (при свежей подстилке), предоставление птицам свежего воздуха, который разбавляет застоявшийся воздух, избавит от расходов на потерю продуктивности и здоровья птиц, если не применять вентиляцию. Одно исследование в США показало, что 12 часов низкого или среднего недостатка кислорода в день посадки вызывало значительное число случаев асциты, и снижение роста живой массы в конце производственного тура.

Также важно понимать, что не следует опасаться попадания в птичник влаги из наружного воздуха при минимальной вентиляции. Холодный воздух не удерживает в себе значительного объема воды и при согревании этого воздуха внутри птичника, его относительная влажность значительно снижается. Это позволяет воздушному потоку, входящему в птичник, абсорбировать и удалять избыток влаги. Необходимо помнить важность наличия минимальной вентиляции даже, если на улице весь день идет холодный дождь.

### Ключевые моменты

- Даже при отсутствии необходимости удаления избыточного тепла из птичника, следует применять вентиляцию для поддержания качества воздуха.
- Потеря тепла при минимальной вентиляции незначительна по сравнению с ее преимуществами для производства.

2 - В то время, как не следует жертвовать качеством воздуха для экономии затрат на топливо, важно при этом не допускать переохлаждения молодых цыплят в стаде.

Даже небольшое переохлаждение в брудерный период ведет к снижению живой массы и росту кормоконверсии, реакции на вакцину и отходу в стаде. Термометры и термостаты должны быть установлены на высоте птиц и следует не допускать попадания холодного наружного воздуха непосредственно на птиц.

### Ключевой момент

- Важно содержать молодых цыплят в тепле; следует нагреть птичник и подстилку перед посадкой цыплят и следить за температурой на уровне птиц.

3 - Критически важно перед посадкой цыплят нагреть птичник и подстилку.

Посадка цыплят на холодную подстилку отрицательно повлияет на продуктивность. Подстилка должна иметь температуру, минимум, 30°C в момент посадки. Этого можно добиться только, если включить брудерное оборудование за 24 часа до прибытия цыплят. Если конвекторные обогреватели являются единственным источником брудерного тепла, их следует включить за 48 часов до посадки. Потери от того, что птичник не был предварительно нагрет, были изучены одной птицеводческой компанией и было установлено, что лучшие 10 стад с самым меньшим отходом в первые 7 дней 0.7%, были посажены на подстилку с рекомендованной температурой. Худшие 10 стад, которые были посажены на подстилку средней температурой 22.5°C, имели 4% отхода в первые 7 дней.

4 - Минимальная вентиляция должна работать от пятиминутного таймера. Когда птица взрослеет и начинает выделять больше тепла и влаги, время работы системы и/или количество включенных вентиляторов следует увеличить.

Применение пятиминутного таймера обеспечивает короткие высокочастотные интервалы включения и выключения системы, что ведет к более высокой однородности и постоянству микроклимата в птичнике. Применение 10-минутных или еще более продолжительных циклов, ведет к большим перепадам температуры и качества воздуха в птичнике. Несмотря на то, что средние показатели микроклимата могут быть равными 5-минутным циклам, это не обеспечит поголовью оптимальных условий. Можно пользоваться следующим правилом для установки настроек таймера: режим минимальной вентиляции, требуемый при посадке цыплят, составляет около 0.047-0.094 м<sup>3</sup>/сек. на 1000 голов, в зависимости от наружной температуры. Относительная влажность птичника и состояние подстилки, а также поведение птиц, могут использоваться, как индикаторы установки режима минимальной вентиляции.

#### Ключевой момент

- Установка минимального режима вентиляции на пятиминутный интервал таймера снижает перепады температуры и относительной влажности и обеспечивает более благоприятные условия выращивания.

5 - Еще одним важным фактором для эффективного функционирования минимальной вентиляции является контроль того, чтобы входящий воздух равномерно смешивался с внутренним воздухом, прежде чем оказываться в контакте с птицами.

Регулируемые приточные форточки, работающие от сенсоров статического давления, являются самым эффективным средством для достижения равномерного смешивания воздуха. Если площадь открытых проемов не отрегулирована, согласно продуктивности вентиляторов, выражаемой в м<sup>3</sup>/ч, то либо режим вентиляции будет подавлен и неэффективен, либо входящий холодный воздух окажется в прямом контакте с птицами и вызовет у них стресс от переохлаждения (Схема 26).

6 -Начало применения переходной вентиляции необходимо тогда, когда птицы начинают выделять слишком много метаболического тепла и минимальная вентиляция не способна удалить это тепло из птичника.

Чем ниже наружная температура и чем моложе поголовье, тем дольше требуется времени для появления необходимости переходной вентиляции. Чем выше наружная температура и чем крупнее птицы, тем раньше требуется смена типа вентиляции.

#### Ключевой момент

- Применение переходной вентиляции необходимо только тогда, когда появляется необходимость удаления избыточного тепла и минимальной вентиляции не достаточно для поддержания оптимального микроклимата.

## Основы технологии переходной вентиляции

Целью переходной вентиляции является удаление достаточного количества тепла, чтобы поддерживать температуру в птичнике в допустимых для комфорта птиц пределах, не позволяя наружному воздуху попадать в прямой контакт с птицами.

**1 - Для эффективной переходной вентиляции необходимо, чтобы контроль приточных форточек в боковых стенах осуществлялся в соответствии с показаниями контрольного устройства, фиксирующего статическое давление.**

Бывает очень трудно или даже невозможно вручную регулировать открытие приточных форточек, чтобы поддерживать оптимальное статическое давление, если число включенных вентиляторов меняется.

**2 - Мы не хотим включать туннельную вентиляцию до тех пор, пока возможно поддерживать нормальный микроклимат в режиме переходной вентиляции.**

Когда птица взрослеет и выделяет больше метаболического тепла на килограмм живой массы, или когда температура наружного воздуха растет, становится необходимым удалять все больше избытка тепла из птичника. Для больших птиц в эффективно сконструированном бройлерном птичнике, если наружная температура ниже нормативной внутренней более, чем на 5.5°C, тогда возможно поддерживать оптимальную температуру с помощью переходной вентиляции. Использовать туннельную вентиляцию не рекомендуется. Если птицы небольшого размера, то поддерживать оптимальную температуру можно с помощью переходной вентиляции при разнице внутренней и внешней температуры даже менее 5.5°C. Переход на туннельную вентиляцию слишком рано, скорее всего, вызовет большую разницу температур в двух торцевых концах птичника, что отрицательно скажется на продуктивности поголовья.

### Ключевой момент

- Слишком раннее переключение переходной вентиляции на туннельную может иметь серьезное негативное влияние на продуктивные показатели поголовья.

**3 - Не существует препятствий для переключения с одного типа вентиляции на другой, включая минимальную, переходную и туннельную при изменении условий микроклимата.**

Для поддержания оптимального микроклимата может понадобиться переходная вентиляция в ночное время и ранним утром и туннельная вентиляция в течение дня. Вопрос в том, что обеспечивает максимальные показатели продуктивности?

**4 - Определяя, когда именно требуется перейти на туннельную вентиляцию, необходимо помнить об эффекте охлаждения ветром.**

Если применять максимальный режим переходной вентиляции, состоящий, скажем, из четырех вентиляторов и затем включить туннельную вентиляцию, птицы почувствуют падение “эффективной” или “ощущаемой” температуры, которая может быть намного ниже, чем показание термометра. Когда поголовье моложе и более чувствительно к охлаждению ветром, то снижение эффективной температуры может оказаться слишком трудной задачей для организма птицы.

## Основы технологии приточных форточек

Как при минимальной, так и при переходной вентиляции необходимо добиться оптимального воздушного потока, проходящего через приточные форточки. Приточные форточки контролируют направление воздуха и влияют на скорость воздуха, входящего в птичник, а следовательно, на характер смешивания воздуха. В холодную погоду приточные форточки способствуют процессу смешения холодного и теплого воздуха, что помогает экономить средства на обогрев. Эффективная технология приточных форточек предупреждает перемещение всего теплого воздуха под конек птичника. В птичниках с неверной технологией приточных форточек разница между температурами около потолка и у пола может составлять 8-11°C. Эффективная технология приточных форточек снижает эту разницу до 3°C.

### Ключевой момент

- В холодную погоду приточные форточки помогают смешивать холодный наружный воздух с теплым воздухом внутри птичника.

Эффективная технология приточных форточек также экономит топливные затраты. В птичнике с недостаточно эффективным смешением воздуха затраты на топливо будут на 20-25% выше. Кроме того, сочетание температуры и качества воздуха со дня посадки, является самым важным фактором бройлерного производства. Экстремальные температуры могут иметь губительное влияние, особенно в брудерный период. Слишком

холодные условия резко снижают потребление корма и воды молодыми цыплятами, что замедляет раннее развитие птиц, и эти потери уже невозможно компенсировать в течение более позднего периода. Поэтому эффективная технология приточных форточек абсолютно необходима для обеспечения птицам оптимальной температуры и воздухом высокого качества воздуха.

## Ключевой момент

- Эффективная технология приточных форточек экономит до 20% затрат на топливо.

1 - Первым технологическим шагом является обеспечение герметичности птичника и проверка того, что птичник не имеет утечки воздуха по периметру дверей, штор, не имеет поврежденных изоляции или других нарушений.

2 - Следующим шагом является контроль степени открытия приточных форточек. Размер открытого проема должен быть задан так, чтобы обеспечить как необходимое статическое давление, так и скорость воздушного потока (Схема 26).

Для обеспечения оптимального движения воздуха приточные форточки должны быть открыты, минимум, на 5 - 7.5см, если расположены по периметру стен, и на 2.5 - 4см, если установлены в крыше. Форточки, открытые более, чем показывает максимальная отметка, не увеличивают поток входящего воздуха. Излишне широко открытые форточки будут способствовать прямому попаданию входящего воздуха на птиц. Эффективный воздухообмен возможен только при правильно открытых форточках. .

## Ключевой момент

- Для обеспечения оптимального воздушного обмена приточные форточки, должны быть открыты, минимум, на 5-7.5 см и потолочные форточки на 2.5-4 см.

3 - Использовать контрольные устройства, работающие от сенсоров статического давления для регулирования приточных форточек.

Регулирование форточек вручную является практически невыполнимой задачей. Каждый раз, когда включается или выключается один вентилятор, требуется регулировать степень открытия форточек. Сенсоры контрольной системы снимают показания статического давления и затем открывают или закрывают приточные форточки настолько, насколько необходимо, чтобы обеспечить оптимальное статическое давление, то есть, оптимальное движение воздушного потока. Эти контрольные устройства очень эффективны в работе и незаменимы в бройлерном производстве.

4 - Количество открытых приточных форточек должно соответствовать общей продуктивности включенных вентиляторов.

Принятие решения о необходимом количестве открытых приточных форточек является одним из аспектов технологии, который требует вмешательства менеджера. Типичный бройлерный птичник оборудован приточными форточками, общее число которых равняется примерно половине продуктивности всех вентиляторов, но при использовании только одного или двух вентиляторов, например во время брудерного периода, бывает необходимо сократить число открытых приточных форточек. Если количество открытых форточек превышает продуктивность включенных вентиляторов, контрольная система статического давления будет пытаться закрыть проемы всех форточек так, чтобы поддержать статическое давление и это нарушит необходимую скорость входящего воздуха

Используя все приточные форточки при одном 122 см включенном вентиляторе, система контроля статического давления откроет проемы приточных форточек только на 0.5 - 1.5 см, и воздух будет едва попадать в птичник и сразу опускаться к уровню пола. В этой ситуации будет невозможно добиться адекватного смешения воздуха при отсутствии скоростного потока воздуха. Это приведет к намоканию подстилки, росту влажности воздуха и содержанию аммиачных испарений, низкому качеству воздуха, а также повышению затрат на отопление. Таким образом, важно соответствие используемого числа приточных форточек общей продуктивности включенных вентиляторов в течении дня или периода выращивания.

Для достижения эффективного потока воздуха в начальный срок выращивания при использовании одного 122 см вентилятора (или двух 91 см вентиляторов) и при использовании одной половины птичника, обычно требуется закрыть каждую вторую приточную форточку в брудерной зоне (и все приточные форточки в неиспользуемой половине птичника). Это обеспечит 15 равномерно расположенных приточных форточек в брудерной зоне, работающих от системы их контроля. Можно будет открыть еще несколько приточных форточек в брудерной зоне, если потребуются включить дополнительные вентиляторы. После начала использования всего птичника можно будет открывать приточные форточки и на второй половине птичника по мере увеличения числа включенных вентиляторов.

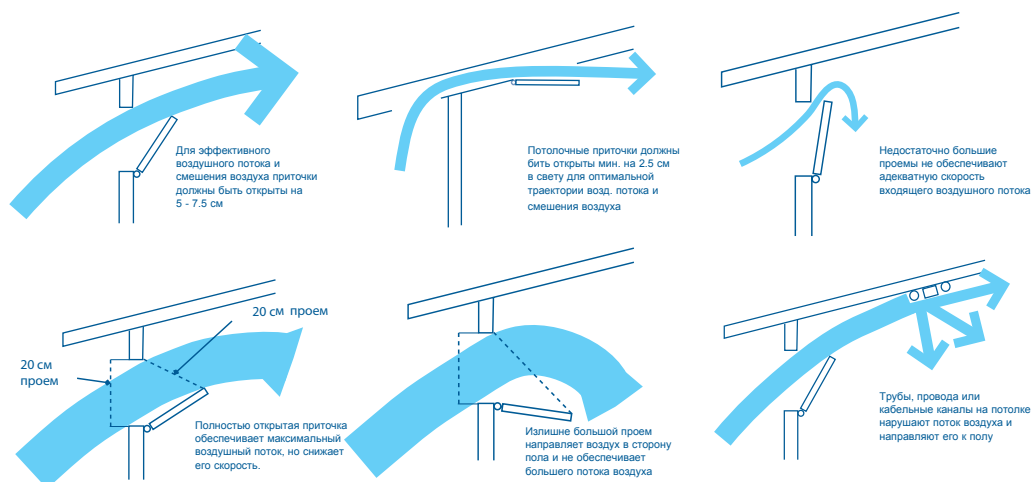
## Ключевые моменты

- Количество используемых приточных форточек должно соответствовать общей продуктивности включенных вентиляторов.
- Общее правило - 15 открытых приточных форточек на каждый включенный 122 см. вентилятор.

5 - Следует избегать каких-либо препятствий на пути воздушного потока, поступающего через приточную форточку.

Линии поения и электрические изоляционные трубы часто бывают укреплены у крыши непосредственно на пути воздушного потока, поступающего через приточные форточки. Когда воздушный поток встречает на своем пути такое препятствие, то его единство нарушается и воздух опускается вниз. Это нарушает процесс создания непрерывного потока высокоскоростного воздуха, поступающего под крышу в центре птичника.

Схема 26: Верное и неверное открытие приточных форточек.



## Основные принципы технологии туннельной вентиляции

Целью туннельной вентиляции является охлаждение. Ее следует использовать только, когда удаление тепла из птичника для поддержания комфортных условий для птицы, становится недостаточным. Птице тогда требуется создать охлаждение ветром и в более жарком климате, еще и снижение фактической температуры с помощью охлаждения испарением.

1 - Успех технологии туннельной вентиляции зависит от понимания эффективной или ощущаемой температуры, создаваемой в результате охлаждения ветром.

Для определения эффективной температуры, ощущаемой птицами, следует взять показание термометра птичника и вычесть из него число градусов охлаждения ветром. Определение эффективной температуры является примерным. Ощущаемая птицами температура во многом зависит от их возраста (то есть, степени развития оперения и живой массы), а также от скорости воздуха. В одинаковых условиях снижение эффективной температуры будет:

- Больше для более молодых птиц, меньше для более взрослых птиц.
- Больше при более низкой температуре, меньше при более высокой температуре.

Охлаждение ветром уменьшается при температуре близкой к 35°C и полностью пропадает при температуре близкой к 38°C.

### Ключевой момент

- Эффект охлаждения ветром зависит, в основном, от возраста птиц и скорости воздуха.

2 - Следует соблюдать особую осторожность, применяя туннельную вентиляцию в молодом поголовье птиц.

Эффект охлаждения ветром четырехнедельных птиц может быть вдвое больше в возрасте семь недель. Менеджеры бройлерного производства зачастую совершают серьезную ошибку, применяя туннельную вентиляцию в молодом стаде при недостаточно высокой наружной температуре. Однако, в жару бывает необходимо применять туннельную вентиляцию в суточном стаде, используя два или три торцевых вентилятора.

3 - Для определения степени охлаждения ветром для каждой отдельной ситуации следует наблюдать за поведением птиц, которое является индикатором того как чувствуют себя птицы.

Предсказать или точно рассчитать эффект охлаждения ветром не представляется возможным. Вот знаки поведения птиц, указывающие на то, что птицы испытывают дискомфорт:

- Когда птицам слишком жарко, они переходят в зоны более прохладного воздуха, прижимают перья к телу, опускают или поднимают крылья, потребляют больше воды и меньше корма. Если птицы перестают есть и начинают тяжело дышать, и если участки кожи, которые имеют розовый цвет в нормальных условиях, становятся темно-красными, это указывает на очевидный перегрев.
- Когда птицам слишком холодно, они находятся на полу, чтобы избежать потока холодного воздуха, сбиваются в одной точке и взъерошивают перья, чтобы создать или увеличить степень изоляции.

4 - Очень полезным в этом случае может быть создание методических рекомендаций для применения туннельной вентиляции, которые основаны на данном производстве и собственном опыте.

Вот несколько примерных методических рекомендаций для принятия решения о том, какой именно тип вентиляции более применим - туннельный или переходный. Это примерные рекомендации, которые необходимо сначала подтвердить, наблюдая за поведением птиц.

- Если наружная температура меньше 21°C и возраст стада 4 недели, следует применять переходную вентиляцию.
- Если наружная температура 18°C и возраст поголовья между 5 и 8 неделями, следует применять переходную вентиляцию.
- Если наружная температура 15.5°C или ниже и возраст поголовья 8 недель, следует применять переходную вентиляцию. Если снаружи холодно, туннельная вентиляция приносит вред, а не пользу.
- В нормальных условиях и в поголовье с полным оперением не следует рассматривать применение туннельной вентиляции с использованием менее половины осевых вентиляторов. Это будет иметь больше отрицательных последствий, чем преимуществ, особенно, по отношению к равномерности распределения температуры. Если для охлаждения птичника достаточно менее половины торцовых вентиляторов, то следует продолжать использовать переходную вентиляцию.

### Ключевой момент

- Если снаружи холодно, туннельная вентиляция принесет больше вреда, чем пользы, необходимо также учитывать возраст птиц.

5 - Следует проверять разницу температуры в птичнике между торцовым концом, где воздух поступает в птичник и торцовым концом, где установлены осевые вентиляторы. Эта разница может означать следующее, в зависимости от ситуации:

- Применяя туннельную вентиляцию в жаркую погоду, разница температур, которая намного больше, чем 3°C (нормальная разница), может означать недостаточный поток воздуха или утечки воздуха, через которые теплый воздух проникает с улицы в птичник. В этой ситуации следует проверить скорость воздушного потока и выяснить, есть ли в птичнике грязные вентиляторы, задвижки и/или панели охлаждения, а также проверить, что двери закрыты и нет утечки воздуха через другие точки.
- В более прохладную погоду и для более мелкой птицы разница температур между противоположными концами птичника, которая больше, чем 3°C в условиях туннельной вентиляции, может означать, что следует применять переходную вентиляцию, а не туннельную. Эта разница температур указывает на то, что входящий воздух слишком холодный и при прохождении через птичник он поглощает больше тепла, чем требуется. Это не происходит при переходной вентиляции, так как воздух поступает равномерно через приточные форточки, расположенные по периметру птичника.

### Ключевой момент

- Разница температур между противоположными концами птичника может означать недостаточный поток воздуха или необходимость использования переходной вентиляции, а не туннельной.

6 - Немедленно после окончания брудерного периода и перехода на вентиляцию всего птичника следует установить миграционные перегородки.

При использовании туннельной вентиляции для охлаждения, птицы имеют тенденцию скапливаться в более прохладном торце, где воздух поступает в птичник. Миграционные перегородки обеспечат более равномерное распределение птиц по птичнику. Это необходимо для более эффективного роста всех птиц в птичнике. Правильно установленные перегородки являются важным элементом бройлерной технологии. Перегородки должны быть 45-60 см высотой и изготовлены из материала, позволяющего воздуху беспрепятственно проходить сквозь перегородку и свободно циркулировать между птицами.

## Ключевой момент

- Применение миграционных перегородок позволяет обеспечить более равномерное распределение птиц по птичнику, что означает более равномерный рост птиц.

7 - Если при включенной (и нормально работающей) туннельной вентиляции в стаде есть птицы, поведение которых указывает на то, что им жарко, тогда настало время включить охлаждение испарением. Однако, если прогноз погоды показывает, что дневная температура достигнет 32°C и выше, то тогда следует включить охлаждение испарением не дожидаясь, когда работают все осевые вентиляторы.

Более подробное разъяснение данного вопроса находится в следующей секции.

## Ключевой момент

- Следует включать охлаждение испарением до появления признаков перегрева в поведении птиц и до достижения максимального режима туннельной вентиляции.

## Основные принципы туннельной вентиляции в комплексе с охлаждением испарением.

Целью охлаждения испарением в современном птичнике, оборудованном туннельной вентиляцией, является создание дополнительного охлаждения к охлаждению ветром в целях предоставления птицам максимально комфортных условий. Охлаждение испарением расширяет пределы условий выращивания, при которых можно добиться максимальной продуктивности поголовья. Система охлаждения испарением не обязательно должна снижать температуру воздуха до нормативного показателя, температура должны быть в пределах, в которых эффективная температура, которая достигается с помощью туннельной вентиляции, еще более снижается.

Например, при наружной температуре 35°C и охлаждении на 7°C с помощью охлаждения испарением, фактическая температура будет составлять 28°C. Если охлаждение ветром воздушного потока скоростью 2.54 м/сек имеет эффект охлаждения еще на 6°C, то эффективная температура, ощущаемая птицами составит 22°C - очень близко к оптимальной температуре для полностью оперенного поголовья.

## Ключевой момент

- Охлаждение испарением требуется только для снижения показания термометра до предела, в котором охлаждение ветром может создать комфортные условия для птиц.

1 - Охлаждение испарением должно включаться или быть запрограммировано на включение тогда, когда птицы начинают чувствовать перегрев.

Для полностью оперенных птиц это может происходить в пределах 27-29°C температуры окружающего воздуха. Проще и более эффективно не допускать создания в птичнике дискомфортной температуры, чем снижать температуру после того, как она выросла.

2 - Охлаждение испарением не следует откладывать до достижения максимального режима туннельной вентиляции, работающей при всех включенных осевых вентиляторах.

Включение, скажем, шести из восьми осевых вентиляторов в комплексе с испарением охлаждением, может иметь особенно положительный эффект на более молодое поголовье, которое более чувствительно к охлаждению ветром. Использование меньшего числа вентиляторов снижает эффект охлаждения ветром и испарение охлаждением более эффективно при более низкой скорости воздуха, что, таким образом, создает эффективное охлаждение при более низких затратах.

## Ключевой момент

- Включение охлаждения испарением при меньшем числе работающих вентиляторов более экономично и более эффективно для молодого поголовья.

3 - Проверенное правило - не включать охлаждение испарением, если относительная влажность воздуха составляет выше 80%, что во многих географических регионах наступает в ночное время или в период до 9 часов утра.



Температура обычно значительно падает в ночное время, и во многих регионах в летнее время относительная влажность воздуха в ночное время может быть настолько высокой, что это практически исключает возможность охлаждения. С другой стороны, в большинстве регионов в жаркий летний день относительная влажность не бывает высокой настолько, чтобы была необходимость выключать туманообразующие установки или панели охлаждения. Охлаждение испарением неэффективно, если относительная влажность превышает 80%. Однако, по мере роста температуры в течение дня, эффективность охлаждения испарением также растет.

## Ключевой момент

- Проверенное правило: не включать охлаждение испарением после наступления темноты до 9 часов утра.

4 - Охлаждение при помощи испарительных панелей эффективно только тогда, когда весь поступающий в птичник воздух проходит через полностью увлажненную (и чистую) панель, что еще раз подчеркивает важность контроля состояния птичника и системы увлажнения. Двери должны быть закрыты и утечки воздуха полностью устранены. Напор воды должен быть оптимальным и панели не должны засоряться. Достаточно эффективно снижение количества циклов включения и выключения воды, а также полное выключение воды в ночное время, что позволяет панелям полностью высохнуть, но при включенных вентиляторах.

## Ключевой момент

- Эффективная эксплуатация особенно важна для успеха охлаждения испарением.

## Технология включает контроль

Вероятно, самой трудной задачей технологии вентиляции является невозможность видеть движение воздуха. Поведение птиц является первым и самым важным элементом для контроля. Если птицы принимают корм и воду нормально и равномерно распределены по птичнику, тогда все в порядке. Если нет, тогда требуется выяснить, в чем дело. Еще важно контролировать основные индикаторы эксплуатации системы. Контроль температуры, движения воздуха, относительной влажности и статического давления может выявить дорогостоящие проблемы, которые могут не быть очевидными и которые можно предупредить до их появления. Вот несколько способов контроля:

## Ключевой момент

- Контроль 1: наблюдение за поведением птиц

## Температура

- Термометры с крупной шкалой, которые используются в большинстве птичников, удобны в использовании, но имеют низкую точность. Ртутные максимально-минимальные термометры более точны и позволяют записывать и контролировать повышения и понижения температуры. Ведение учетного журнала показаний термометров и регуляторов влажности очень важно для контроля перепадов температуры и влажности в птичнике.
- Следует установить термометры в птичнике, как на высоком, так и на низком уровне для контроля разницы температуры воздуха в разных точках птичника. Критическим показателем в этом случае является показатель температуры на уровне птиц. Требуются, по крайней мере, три термометра на этом уровне: в двух концах птичника и посередине.
- Переносные цифровые термометры/регуляторы влажности не дороги, удобны в применении и могут применяться для калибровки ртутных термометров.
- Инфракрасный термометр показывает температуру на любой поверхности, на которую направлен термометр, а не температуру окружающего воздуха. Это достаточно дорогой термометр, но он может помочь определить дорогостоящие нарушения, которые без него можно не заметить, как например, нарушения изоляции потолка, двери, пропускающие холодный воздух, перегрев моторов оборудования, автоматических выключателей и т.д.

## Ключевые моменты

- Температура является очень важным показателем в бройлерной технологии: следует инвестировать средства в качественные приборы и установить их в оптимальных точках.
- Инфракрасный термометр может помочь выявить целый ряд нарушений технологии.

## *Движение воздуха*

- Стали широко доступны простые в использовании, точные и недорогие анемометры - измерители скорости воздушного потока. Эти электронные приборы полезны в производстве, так как доступны в цене и достаточно точны. Переносной тип, который включает термометр, особенно эффективен и удобен в контроле микроклимата птичника.
- Стратегически укрепленные отрезки легкой текстильной ленты или тесьмы, могут использоваться, как индикаторы для наблюдения за потоком воздуха. Их рекомендуется укрепить под потолком и на высоте птиц. Колеблющаяся лента не дает показаний скорости воздуха, но демонстрирует наличие движения воздуха в данной точке. Если лента висит неподвижно, это указывает на явное нарушение воздухообмена в птичнике.

### **Ключевой момент**

- Измерители скорости воздуха и флажки, изготовленные из тесьмы, могут способствовать технологии вентиляции, снижая вероятность ошибок.

## *Сравнительная влажность*

- Контроль относительной влажности также требует применения измерительных приборов. Основываясь только на органы чувств, определить разницу относительной влажности не представляется возможным, и это может вести к потере продуктивности производства. Для того, чтобы достаточно легко определить динамику относительной влажности, можно использовать недорогой цифровой измеритель относительной влажности (гидростат), имеющий точность около +/-5%. Высокоточный цифровой прибор стоит дороже, но имеет точность +/-2%. Как упоминалось ранее, все измерения требуется проводить на высоте птиц.

## *Статическое давление*

- Контроль статического давления в процессе всего производства и в каждом специфических условиях особенно эффективно для выявления таких нарушений, как утечки воздуха, не полностью открытые заслонки вентиляторов, снижение эффективности их работы и т.д. Для этого можно использовать переносной или настенный недорогой манометр. Манометр воздушно-дифференциального типа стоит дороже, но имеет более высокую точность измерения.

### **Ключевые моменты**

- Манометр, используемый для измерения статического давления, помогает выявить утечки воздуха, повреждения заслонок, степень эффективности работы вентиляторов и т.д.
- Необходимо регулярно получать консультации специалистов производителей оборудования, консультантов, научных специалистов, у которых есть широкий доступ к оборудованию контроля и мониторинга. Они могут предоставить помощь в периодической проверке параметров микроклимата птичника, а также обучить ваших специалистов.

## Преобразование величин

Ниже приводится таблица преобразования величин и параметров, особенно часто используемых при обсуждении технологии бройлерного производства британских мер измерения в метрические и метрических в британские.

Скорость воздуха	$\text{Футов в минуту} \div 197 = \text{метров в секунду}$ $\text{Метров в секунду} \times 197 = \text{футов в минуту}$
Площадь	$\text{Квадратных футов} \div 10.76 = \text{квадратных метров}$ $\text{Квадратных метров} \times 10.76 = \text{квадратных футов}$
Воздушный поток	$\text{Куб. футов в минуту} \div 2119 = \text{куб. метров в секунду}$ $\text{Куб. метров в секунду} \times 2119 = \text{куб. футов в минуту}$
Статическое давление	$\text{Водяных дюймов} \times 249 = \text{Паскалей}$ $\text{Паскалей} \div 249 = \text{водяных дюймов}$
Объем	$\text{Галлонов} \times 3.785 = \text{литров}$ $\text{Литров} \div 3.785 = \text{галлонов}$
Тепло	$\text{БТЕ} \times 1.055 = \text{килоджоулей}$ $\text{Килоджоулей} \div 1.055 = \text{БТЕ}$
Теплопотери	$\text{БТЕ в час на фунт} \times 2.323 = \text{килоджоулей в час на килограмм}$ $\text{Килоджоулей в час на килограмм} \div 2.323 = \text{БТЕ в час на фунт}$
Длина	$\text{Дюймов} \times 2.54 = \text{сантиметров}$ $\text{Сантиметров} \div 2.54 = \text{дюймов}$ $\text{Футов} \times 0.305 = \text{метров}$ $\text{Метров} \div 0.305 = \text{футов}$
Вес	$\text{Фунтов} \div 2.2 = \text{килограммов}$ $\text{Килограммов} \times 2.2 = \text{фунтов}$
Интенсивность света	$\text{Люкс} \div 0.093 = \text{фут-свечей}$ $\text{Фут-свечей} \times 10.764 = \text{люкс}$

Таблица преобразования измерительных величин

Шкала Фаренгейта в шкалу Цельсия (°F - 32) ÷ 1.8	
°F	°C
105	40.56
100	37.78
95	35.00
90	32.22
85	29.44
80	26.67
75	23.89
70	21.11
65	18.33
60	15.56
55	12.78
50	10.00
45	7.22
40	4.44
35	1.67
30	1.12
25	3.90
20	6.68

Шкала Цельсия в шкалу Фаренгейта 1.8°C + 32	
°C	°F
40	104
35	95
30	86
25	77
20	68
15	59
10	50
5	41
0	32
-5	23
-10	14

**ПРИМЕЧАНИЕ**

При преобразовании разницы температур или интервалов, постоянная +/-32° не используется. Например, интервал в 15°F равняется интервалу в 8.3°C: 15 (F) ÷ 1.8 = 8.333 (C)

## Заметки

A series of horizontal dotted lines spaced evenly down the page, intended for handwritten notes.

**Заметки**

A series of horizontal dotted lines for taking notes, consisting of 25 lines spaced evenly down the page.

## **Заметки**

A series of horizontal dotted lines provided for taking notes.



Несмотря на тщательную проверку точности и значимости публикуемой информации, Aviagen не несет ответственности за последствия использования данной информации для содержания птицы.

Чтобы получить дополнительную информацию по технологии поголовья Ross, пожалуйста, обратитесь к своему техническому менеджеру или в технический отдел Aviagen.

[www.aviagen.com](http://www.aviagen.com)