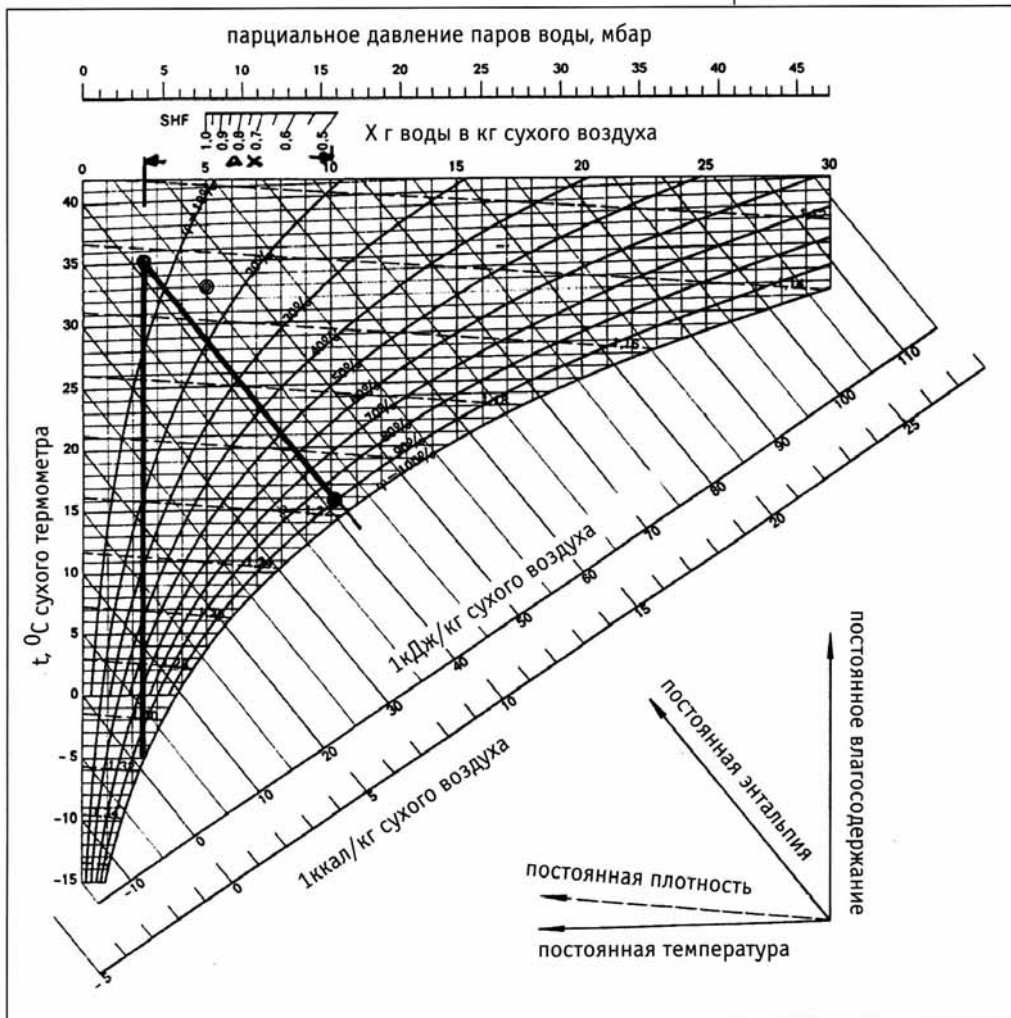


Увлажнение воздуха водой, так называемое адиабатическое увлажнение, означает, что ощутимое тепло трансформируется в скрытое тепло. При этом энтальпия воздуха остается неизменной, меняется только ощутимое тепло (температура падает) (рис.5). Поэтому после увлажнения необходимо снова подогреть воздух. Это означает, что необходимо иметь два нагревателя – до и после увлажнения воздуха.

Непосредственно в камере выращивания применяют, как правило, адиабатическое увлажнение воздуха и/или охладительное испарение. Охладительное испарение – это процесс, в котором воздух насыщается влагой, которая испаряется с влажной поверхности. В результате этого поверхность охлаждается (например, компост или покровная почва).

РИС.15
График адиабатического увлажнения воздуха с помощью воды



Если размеры воздуховодов правильно рассчитаны, они не окажут влияния на правильное распределение воздуха.

Принцип системы для распределения воздуха

Принцип распределения воздуха основан на непрямом воздействии воздушных потоков. Это означает, что подготовленный в климатической камере воздух, прежде, чем он коснется компоста или грибов, должен смешаться с воздухом, находящимся в свободном пространстве камеры (рис.16,17).

Практически это означает, что всегда существует «буфер» между первично подготовленным воздухом и воздухом, находящимся в камере между полками или поддонами.

При этом система управления климатом получает некоторое время, чтобы прореагировать на поступление воздуха с параметрами, отличающимися от воздуха камеры. Это является фактором, смягчающим возможные недостатки в подготовке воздуха.

РИС.16 Смешивание входящего воздуха с воздухом камеры

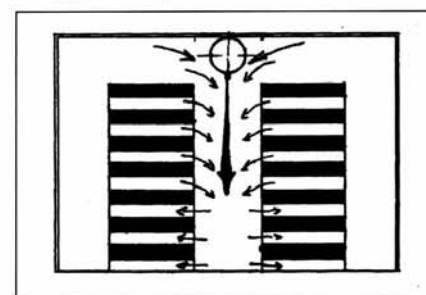
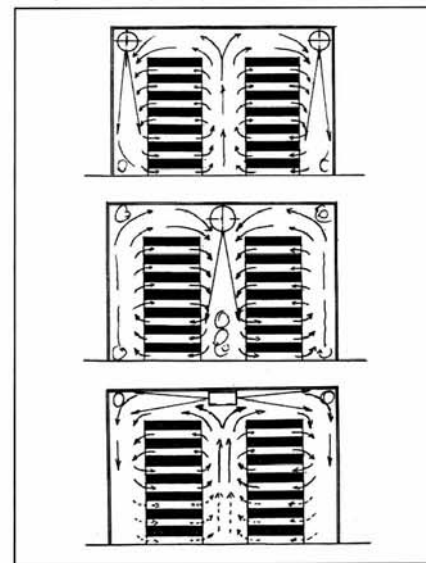


РИС.17 Различные системы распределения воздуха в камере выращивания



**СИСТЕМЫ
ДЛЯ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА**

Из климатической установки должен выходить воздух, имеющий параметры, необходимые для выращивания. Распределительная система должна доставлять этот воздух в то место, где он необходим. Это пространство между полками или поддонами. Функция поступающего воздуха приносить в это пространство холод, тепло, влагу или сухость. Распределительные системы, которые не обеспечивают движения воздуха над полками или поддонами, имеют большое влияние, но только в свободном пространстве камеры, а не там, где это необходимо.

Первая часть системы распределения воздуха: воздуховод

Воздуховод начинается в зоне повышенного давления, создаваемого вентилятором и ведет воздух к месту, в котором он должен распределяться. Воздуховод может быть изготовлен из древесины, алюминия, оцинкованного железа или из пластика. Выбор зависит от Вашего предпочтения и цены на материал.

**ИСПОЛЬЗОВАНИЕ
СИСТЕМЫ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ВОЗДУХА**

1. Воздух поступает только из отверстий или из прорезей в воздуховоде.
2. Воздух поступает из насадок (форсунок, патрубков, направляющих).
3. Системы распределения воздуха непосредственно между полками.

Некоторые особенности этих систем распределения.

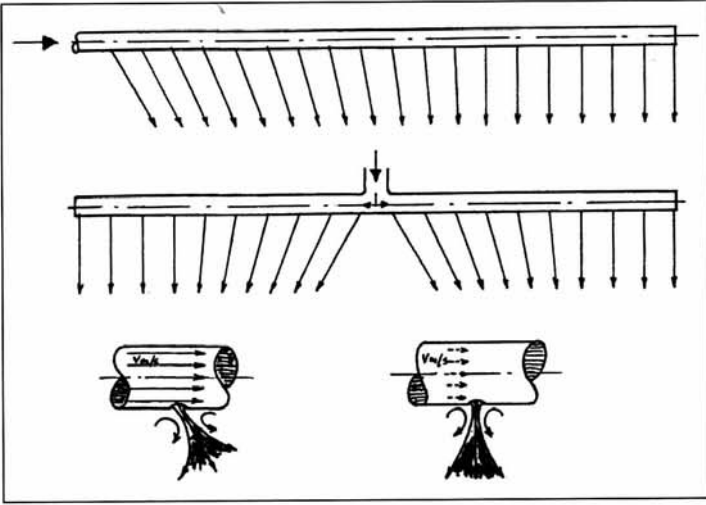
1. Воздух поступает непосредственно из отверстий или из прорезей в воздуховоде.

Распределение воздуха с помощью длинного воздуховода применяют при относительно широком воздуховоде и небольшой общей поверхности отверстий для выхода воздуха (внутри воздуховода должно быть низкое Pдин и высокое Pстат).

Если это условие нарушено, то можно наблюдать два эффекта (рис. 18):

- поступающий воздух выходит из первой части воздуховода под углом меньше, чем 90°;
- количество поступающего воздуха больше во второй части воздуховода (камеры).

РИС.18
Особенности распределения воздуха в длинном воздуховоде



В результате сильного вихревого движения вокруг отверстия (рис.19) первичный воздушный поток захватывает много воздуха из пространства вокруг выходного отверстия и из-за этого утрачивает свою силу. Он может оказаться направленным непосредственно на компост, особенно в узких проходах. Это может привести к наличию зон со слишком сухим компостом вследствие большой скорости поступающего слишком холодного или слишком сухого воздуха. Всасывание значительно количества воздуха камеры очень сильно тормозит его перемещение по вертикали. Поэтому, особенно в высоких камерах, вертикальный поток воздуха очень мал, что может создавать различия в климате в разных точках по высоте камеры.

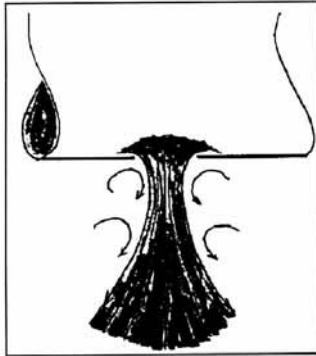


РИС.19 Вихревое движение воздуха у отверстия

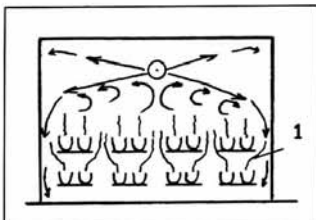


РИС.20 Движение воздуха в камере

1. Естественная конвекция воздуха, основанная на разнице температур между компостом и воздухом.

О соотношении объем воздуха/площадь полки.

Можно сказать, что чем больше соотношение объем воздуха/площадь полки, тем лучшего качества будут грибы.

Если этот показатель высокий, это во многих случаях позволяет «легче» вырастить грибы хорошего качества (рис.20).

Чем больше загружена камера, чем эффективнее использован ее объем, тем более жесткие требования предъявляют к распределительной системе воздуха. Она должна создавать достаточный воздушный поток над поддонами, полками или мешками.

Выводы:

- желаемое распределение воздуха в длинном воздуховоде возможно при его большом диаметре, обеспечивающем не слишком большую скорость воздуха в воздуховоде; Рстат/Рдин 10 дает хороший результат;
- отверстия без форсунок вызывают много локальных вторичных движений воздуха, которые проконтролировать очень трудно;
- в высоких и узких камерах поток воздуха далек от идеального.

2. Поступление воздуха через насадки (форсунки, патрубки, направляющие).

Применение в грибной индустрии специальных насадок для распределения воздуха вызвано необходимостью получать больше грибов хорошего качества.

Это означает, что необходимо создавать системы подачи и распределения воздуха, которые позволяют оптимально регулировать климат в камерах выращивания.

Во многих случаях насадки для подачи воздуха могут оказать большую помощь.

Существует три типа насадок, которые используют в грибном производстве.

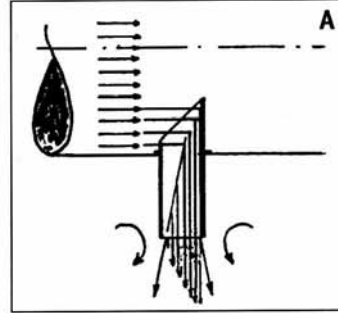


РИС.21 Схема движения воздуха в воздуховоде с форсункой-ловушкой воздуха.

А. Насадочная трубка с ловушкой воздуха (рис.21)

- Трудно отрегулировать при установке.
- Легко саморегулируется.
- Используют для металлических или деревянных воздухопроводов.

В. Щелевые насадки (горизонтальные или вертикальные) (рис.22)

- Зона действия воздушного потока не постоянна. Распределение воздуха по вертикали происходит только на короткие расстояния.
- Хороший результат возможен в случае применения насадки около стены или потолка.

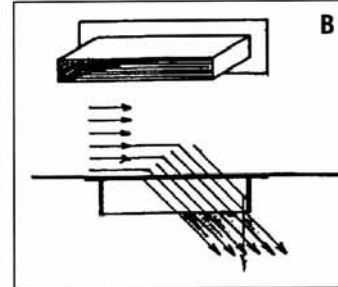


РИС.22 Схема движения воздуха в воздуховоде с щелевой насадкой

- Количество воздуха регулируют большей или меньшей длиной щелевой насадки.
 - Используют для металлических или деревянных воздухопроводов
- По мнению автора существуют различия по распределению потока по длине воздуховода.

С. Направляющая насадка (форсунка) (рис.23)

- Постоянная зона действия потока.
- Нет необходимости в регулировке.
- Не происходит саморегулировки.
- Хорошее равномерное распределение воздуха.
- Легко монтируется.
- Возможно повторное использование.
- Воздуховод может быть

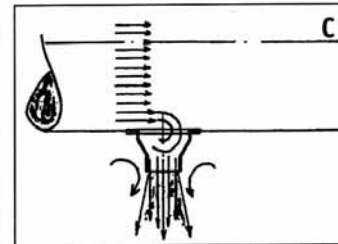


РИС.23 Схема движения воздуха в воздуховоде с направляющей насадкой

сделан из металла, дерева или пластика.

- Хорошее распределение сохраняется при изменении воздушного потока.



РИС.24 Различия между воздушным потоком, выходящим прямо из отверстий и из направляющих форсунок

Можно видеть, что воздушный поток, выходящий непосредственно из распределительных отверстий в воздуховоде сначала сужен, а затем довольно быстро расширяется и теряет свою силу. Это вызвано довольно сильным разрежением воздуха вокруг распределительного отверстия. Зона завихрений очень маленькая и эффект перемешивания быстро угасает. Все это усугубляется наличием препятствий на пути движения потока. В случае использования направляющих форсунок поток воздуха не изменяется по вертикали и обеспечивает равномерное перемешивание воздуха по всему пути его движения (рис.24).

3. Системы распределения воздуха непосредственно между полками.

Пока еще накоплено недостаточно опыта по использованию этой системы, и есть только данные одного эксперимента. По мнению автора этот способ распределения воздуха имеет смысл использовать при большой загрузке камеры поддонами (более 8 поддонов по высоте камеры). Конечно, эта система более дорогая и поэтому может окупиться только при хорошем результате. Одна из проблем этой системы заключается в прямом воздействии потока на грибы и компост. Необходимо иметь специальную систему контроля.

ДВИЖЕНИЕ ВОЗДУХА В КАМЕРЕ

Какое движение воздуха будет в камере при установлении системы для его распределения?

Любая схема распределения воздуха в камере выращивания включает комбинацию двух систем:

- Система свежего воздуха.
- Система воздуха рециркуляции.

Использование системы свежего воздуха:

1. Для поддержания необходимого уровня CO₂ в камере выращивания.
2. Для регулирования относительной влажности воздуха (RH), если параметры свежего воздуха пригодны для ввода в камеру.
3. Чтобы не делать больших вложений и использовать свежий воздух для регулирования климата в камере.

Использование системы рециркуляции воздуха:

1. Для поддержания климата внутри камеры выращивания, в случае, если нельзя подавать свежий воздух (например, при поддержании высокого уровня CO₂).
2. В тех случаях, когда свежий воздух не может быть использован из-за его состояния (высокая влажность в сочетании с высокой температурой). Кроме того, использование свежего воздуха может быть слишком дорого (например, в условиях тропического климата).

Схема управления климатом в камере должна включать обе системы. Они связаны между собой посредством воздухопроводов и воздушных заслонок (рис.25 - А,В,С; рис.26).

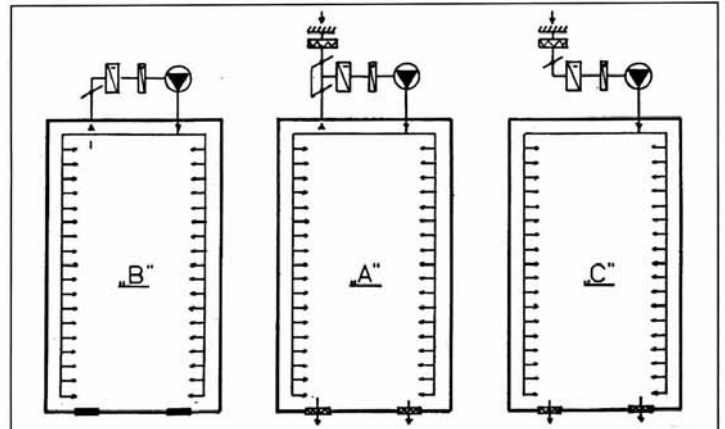


РИС. 25
 А – полная система регулирования климата
 В – система регулирования воздуха рециркуляции
 С – система регулирования свежего воздуха

Воздух, находящийся в системе, встречает большое сопротивление, которое образуется в результате трения, углов поворота, установки фильтров, теплообменников, заслонок и т.п. Это сопротивление должен преодолевать вентилятор. Для большей точности

надо разделить локальные сопротивления, которые возникают в системе свежего воздуха и воздуха рециркуляции:

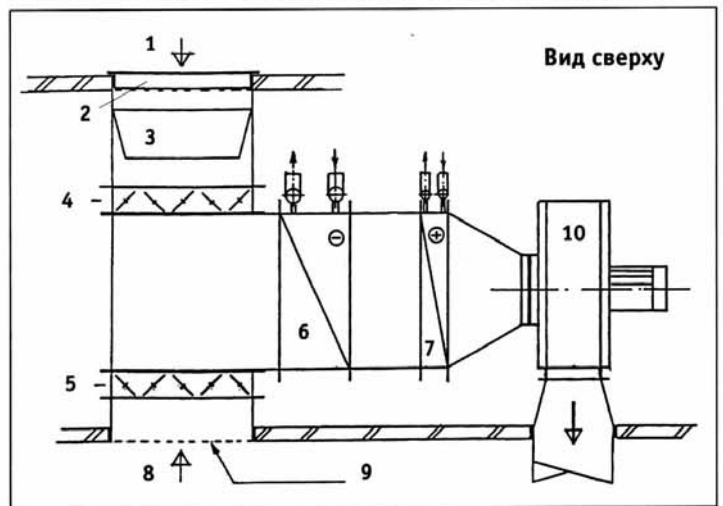
Система рециркуляции

1. Отверстие (решетка) для поступления воздуха рециркуляции.
2. Заслонка.
3. Смесительная камера.
4. Охлаждающий теплообменник.
5. Нагревательный теплообменник.
6. Вентилятор.
7. Главный воздухопровод.
8. Распределительный воздухопровод.

Система подачи свежего воздуха

1. Окно в стене или в потолке
2. Фильтр
3. Заслонка
4. Смесительная камера
5. Охлаждающий теплообменник
6. Нагревательный теплообменник
7. Вентилятор
8. Главный воздухопровод
9. Распределительный воздухопровод
10. Выхлопной клапан
11. Фильтр на выхлопном клапане

РИС.26 Схема подготовки воздуха, подаваемого в камеру выращивания



Вид сверху: 1 – свежий воздух, 2 – решетка, 3 – фильтр, 4,5 – заслонки, 6 – камера охладитель, 7 – нагреватель, 8 – воздух рециркуляции, 9 – решетка, 10 – вентилятор

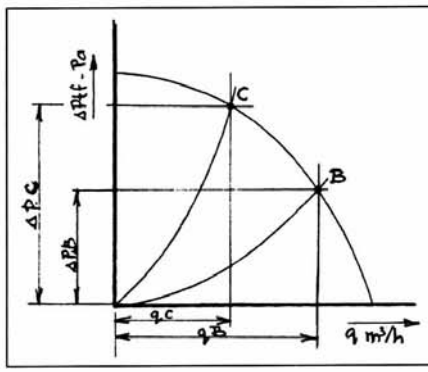


РИС. 27
 Соотношение между сопротивлением и потоком воздуха рециркуляции (точка В) и свежего воздуха (точка С).

Система свежего воздуха имеет большее количество локальных сопротивлений, чем система рециркуляции. Основное сопротивление потоку свежего воздуха создает фильтр на входе, фильтр на выбросе и выхлопной клапан пассивного выброса воздуха.

Один и тот же вентилятор будет подавать больше воздуха системы рециркуляции (при 100% рециркуляции), чем свежего воздуха (при 100% подаче свежего воздуха) (рис.27).

Это приводит к тому, что расположение заслонки на позиции 50% (половина воздуха рециркуляции + половина свежего воздуха) отношение между воздухом рециркуляции и воздухом рециркуляции не будет 50:50. В реальности, из общего количества воздуха, проходящего через климатическую установку, основную часть будет составлять воздух рециркуляции.